Nº 18 DICIEMBRE 2024

INVESTIGACIÓN APLICADA, UN ENFOQUE EN LA TECNOLOGÍA

Edición Especial
Tercer Congreso Nacional Investigación Aplicada, un Enfoque en la Tecnología

En este número:

Sistema de clasificador de insectos con redes neuronales

Aplicación Batch en adsorción de Violeta Cristal y Verde Bromocresol con fruto de encino (Quercus Rubra)

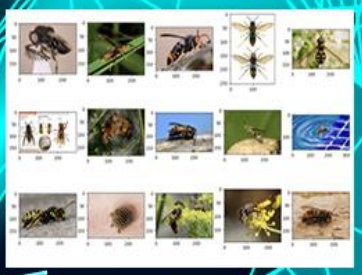
Diseño de un TDC con herramientas open source en tecnología CMOS

Principios de operación de la máquina lineal de corriente directa

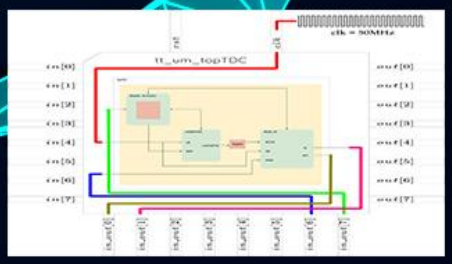
Aula Invertida usando Moodle para la Materia Arquitectura de Computadoras

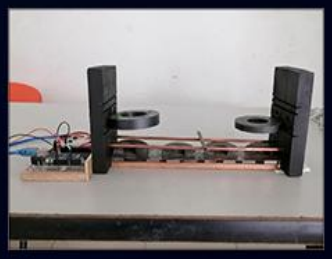
Sistema automático de control de nivel de líquido utilizando Arduino y LabVIEW

Creación de Prototipo Interactivo Web y Móvil para la gestión de servicios ofertados por microempresarios y auto empleadores

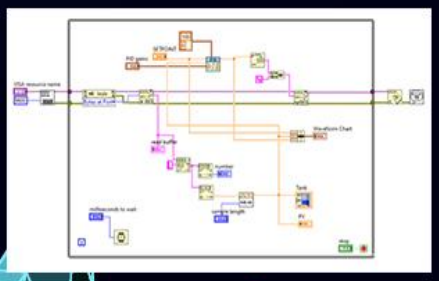














Visita:
https://www.investigacionaplicadarevista.com/
Editorial ZSE

Arbitrada e Indexada

DOI
10.60968/iaet.3594-035X

Página Editorial

INVESTIGACIÓN APLICADA, UN ENFOQUE EN LA TECNOLOGÍA
Año 9, No. 16, julio-diciembre 2024, es una publicación electrónica semestral editada por Zulma Sánchez Estrada. Av. de Las Rosas 260A, Fracc. Hda. Real de Tultepec, Tultepec, Edo.de México,
C.P. 54987, E-mail:
investigacionaplicada4@gmail.com

Editores responsables: Zulma Sánchez Estrada, Jorge Noriega Zenteno, Jorge Aarón Noriega Sánchez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2018-112617484200-203, ISSN: 3594-035X, Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2018-112617484200-203, ISSN: 3594-035X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Zulma Sánchez Estrada, Av. de Las Rosas 260A, Fracc. Hda. Real de Tultepec, Tultepec, Edo. de México, C.P. 54987, fecha de última modificación, 31 de diciembre 2024.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de los editores de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de los editores.

Revista Indexada y Arbitrada

Folio Latindex: 28438
https://www.latindex.org/latindex/Solr/Busqueda?idModBus=0&buscar=investigaci%C3%B3n+aplicada%2C+un+enfoque+en+la+tecnolog%C3%ADa&submit=Buscar
DOI
10.60968/iaet.3594-035X

La revista **Investigación Aplicada, un Enfoque en la Tecnología** es una publicación periódica, indexada, arbitrada y registrada ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor, que tiene como propósito principal divulgar el trabajo científico de investigadores e investigadoras, por tal motivo, los artículos publicados tienen relación con el trabajo y aplicación de la Investigación en general y con las derivaciones de la ingeniería que se desarrollan en el ámbito de la investigación en particular.

La revista **Investigación Aplicada, un Enfoque en la Tecnología** es una publicación Indexada, arbitrada y cuenta con **DOI**. (Digital Object Identifier) (Registro Europeo).

Acerca de la revista

El comité editorial de **Investigación Aplicada, un Enfoque en la Tecnología**, está formado por investigadores con una trayectoria destacada en el ámbito laboral y de investigación, que en conjunto forman una fuerza interdisciplinaria para dar prestigio y sustento al contenido de la revista.

Comité Editorial
Dra. Zulma Sánchez Estrada
Dr. Jorge Noriega Zenteno
Ing. Jorge Aarón Noriega Sánchez

Contacto

Contactar con la revista

Email: investigacionaplicada4@gmail.com

https://www.investigacionaplicadarevista.com/

Contacto principal

Dra. Zulma Sánchez Estrada
Celular: 55-13-47-71-04
Correo electrónico: zul_zul_1@hotmail.com
Dr. Jorge Noriega Zenteno
Celular: 55-11-26-55-27
Correo electrónico: jorge_sup@hotmail.com

PROCESO DE EVALUACIÓN

01 Recepción de artículos

Se reciben los artículos de acuerdo con el formato autorizado por la revista, así como la carta de **"Declaración de Originalidad"** firmada por los autores involucrados en el artículo, esto se conoce por medio de una convocatoria interna y externa de la página electrónica y otros modos de difusión, se revisa que el artículo cumpla con los estándares y lineamientos de la revista. Si el resultado de la revisión no se alinea a los requerimientos se notificará al autor de dicha resolución por medio de un correo electrónico; pero si el artículo cumple con lo establecido se reenvía un correo para notificar la aceptación junto con una carta emitida por el comité Editorial **"Carta de aceptación"** y se continuará con el siguiente proceso. El proceso de aceptación consta de 20 días hábiles desde la entrega del artículo.

02 Revisión por el Comité Revisor

Los artículos recibidos serán turnados para su revisión inicial al Comité Revisor, que analizará el contenido y presentación del trabajo de acuerdo con la temática de nuestra revista, así como la redacción y si se presenta plagio del escrito. En caso de existir un fallo no favorable por parte del comité revisor, se les comunicará a los autores que dicho artículo no es aceptado por las razones que serán explicadas en el formato de revisión. En el caso de artículos autorizados, se iniciará el proceso de evaluación con la correspondiente notificación a los autores.

03 Asignación de Evaluadores

Se enviarán invitaciones a los árbitros sugeridos por el Comité Revisor. El artículo es revisado en pares, por lo que la revisión y comentarios serán por ambos expertos. Los posibles evaluadores deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

Contar con experiencia en investigación y experiencia empresarial de por lo menos tres años y haber publicado por lo menos un artículo y/o, libro y contar con una distinción honorifica.

04 Evaluaciones

Los revisores tienen un sentido amplio de la ética, por lo que siguen los lineamientos de evaluación sin ser parciales. El periodo de evaluación no es más de 20 días hábiles, a lo que corresponde a este tiempo se puede sugerir al autor que realice modificaciones y las reenvíe; en el momento del reenvío de las correcciones se vuelven a contar 10 días hábiles.

Después de revisar nuevamente el artículo ya con las correcciones hechas de acuerdo con los lineamientos, se le enviará una notificación vía correo eléctrico con la respuesta del comité si se es aceptado o rechazado, con su debida justificación.

Si la justificación no es aceptada por el autor, puede enviar un correo electrónico dando su opinión al respecto pidiendo una ronda extra de revisión. Esta ronda extra pasará a un tercer evaluador diferente al primero y segundo.

Al finalizar las evaluaciones y si los artículos son aceptados se enviará un comunicando de su aceptación y se reenviará una sesión de derechos para ser publicada en la misma.

05 Pago

Una vez aceptado el artículo por los revisores se procederá a hacer el pago correspondiente para la publicación de este y se procederá a enviar su comprobante de pago, junto con el nombre del artículo a postular al correo de la revista, para continuar con el proceso.

(Ver términos y condiciones) https://www.investigacionaplicadarevista.com/terminos-condiciones

Proceso de publicación

1. Lanzamiento de la convocatoria.
2. Consulta del formato (plantilla) para la captación del artículo.
3. Carta de **"Declaración de Originalidad"** del artículo.
4. Subir el artículo en formato **Word** junto con la carta de originalidad en formato **PDF** a la siguiente dirección: investigacionaplicada4@gmail.com
5. Se pasa al Comité Evaluador.
6. Se tiene respuesta en 10 días hábiles.
7. Si el artículo presenta recomendaciones a corregir por parte de los revisores, se envía el artículo con las recomendaciones a corregir al autor principal para atención de las mismas.
    a. Se corrigen las recomendaciones y son enviadas nuevamente al correo de la revista.
    b. Son revisadas nuevamente por el comité revisor y cuenta con 5 días hábiles para dar contestación.
    c. Si cumplen con los requerimientos del formato de la revista es aceptado el artículo.
8. Si el artículo es aceptado se envía una **"Carta de aceptación"** por parte del comité editor.
9. Se procederá a realizar el pago correspondiente para la publicación.
10. El autor principal enviará el comprobante de pago junto con el nombre del artículo postulado para el proceso de confirmación del pago.
11. Se tendrán 3 días habiles para mandar la factura y constancias despues de recibido el comprobante de pago al correo de la revista.
12. Encaso de solicitar DOI el proceso de entrega de constancias es de 7 días habiles despues de recibido el comprobante de pago, por motivos de revisión del artículo por parte del índice europeo contratado.
13. El artículo se publicará hasta la fecha asignada que son el 1° julio y 2 de enero en la página oficial de la revista.
14. Se tendrán de plazo de 3 días hábiles para realizar modificaciones o adecuaciones de la página después de ser publicada la página, por lo que la edición formal será después de ese tiempo.
15. Si se presenta una contingencia gubernamental o de salud nacional las fechas de publicación pueden ser modificadas de acuerdo a las ordenes o permisos nacionales, si es que esta implicado las tecnologioas.

Contenido

Sistema de clasificador de insectos con redes neuronales 1

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.780 1

INTRODUCCIÓN 2

DESARROLLO 2

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3

OBJETO DE ESTUDIO 3

METODOLOGÍA 3

FASES DEL DESARROLLO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 7

CONCLUSIÓN 8

REFERENCIAS 8

Aplicación Batch en adsorción de Violeta Cristal y Verde Bromocresol con fruto de encino (*Quercus Rubra*) 9

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.781 9

INTRODUCCIÓN 10

DESARROLLO 10

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10

OBJETO DE ESTUDIO 10

METODOLOGÍA 10

FASES DEL DESARROLLO 1: 10

FASES DEL DESARROLLO 2: 11

FASES DEL DESARROLLO 3: 11

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 12

CONCLUSIÓN 15

REFERENCIAS 15

Transculturalización en la UTD: Usos y Consecuencias Potenciales 16

10.60968/iaet.3594-035X.793 16

INTRODUCCIÓN 17

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS 17

OBJETO DE ESTUDIO 17

METODOLOGÍA 17

REFLEXIONES FINALES 21

BIBLIOGRAFÍA 21

Diseño de un TDC con herramientas open source en tecnología CMOS 22

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.783 22

INTRODUCCIÓN 23

DESARROLLO 23

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 23

OBJETO DE ESTUDIO 23

METODOLOGÍA 23

FASES DEL DESARROLLO 24

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 28

CONCLUSIÓN 31

REFERENCIAS 31

Principios de operación de la máquina lineal de corriente directa 32

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.806 32

INTRODUCCIÓN 33

OBJETIVO GENERAL 33

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 33

OBJETO DE ESTUDIO 33

METODOLOGÍA 33

FASES DEL DESARROLLO 34

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 40

CONCLUSIÓN 43

BIBLIOGRAFÍA 43

Desgaste laboral en Médicos Internos de Pregrado 44

Occupational burnout in undergraduate medical interns 44

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.797 44

INTRODUCCIÓN 45

DESARROLLO: 45

OBJETIVO GENERAL 45

OBJETO DE ESTUDIO 45

METODOLOGÍA 45

FASES DEL DESARROLLO 45

RESULTADOS 46

DISCUSIÓN 48

CONCLUSIONES 48

BIBLIOGRAFÍA 49

Aula Invertida usando Moodle para la Materia Arquitectura de Computadoras 50

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.810 50

INTRODUCCIÓN 51

DESARROLLO 51

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 51

OBJETO DE ESTUDIO 52

METODOLOGÍA 52

FASES DEL DESARROLLO 52

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 56

CONCLUSIÓN 58

BIBLIOGRAFÍA 58

REFERENCIAS 59

Sistema automático de control de nivel de líquido utilizando Arduino y LabVIEW 60

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.811 60

INTRODUCCIÓN 61

OBJETIVO GENERAL 61

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 61

METODOLOGÍA 62

FASES DE DESARROLLO 62

RESULTADOS 67

CONCLUSIONES 68

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 68

Creación de Prototipo Interactivo Web y Móvil para la gestión de servicios ofertados por microempresarios y auto empleadores 69

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.796 69

INTRODUCCIÓN 70

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 70

OBJETO DE ESTUDIO 70

METODOLOGÍA 70

FASES DEL DESARROLLO 72

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 80

CONCLUSIÓN 80

BIBLIOGRAFÍA 80

Optimización de procesos en oficina de proyectos aplicando tecnologías de la información 81

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.809 81
INTRODUCCIÓN 83
DESARROLLO 83
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 83
OBJETO DE ESTUDIO 83
METODOLOGÍA 83
FASES DEL DESARROLLO 84
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 88
CONCLUSIÓN 90
BIBLIOGRAFÍA 90
Zanahoria negra. Una fuente de producción de aditivos alimentarios 91
DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.809 91
INTRODUCTION 92
DESARROLLO 92
OBJETIVO GENERAL 92
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 92
OBJETO DE ESTUDIO 92
METODOLOGÍA 92
FASES DEL DESARROLLO 93
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 93
CONCLUSIONES 99
REFERENCIAS 100
Retos de los docentes en formación en diseño didáctico con tecnología 103
DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.831 103
INTRODUCCIÓN 104
DESARROLLO 105
OBJETIVO GENERAL 105
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 105
OBJETO DE ESTUDIO 105
METODOLOGÍA 105
FASES DEL DESARROLLO 106
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 107
CONCLUSIONES 110
BIBLIOGRAFÍA 111

Prototipo de App CONNECT UTNG 112

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.816 112

INTRODUCCIÓN 113

DESARROLLO 113

OBJETIVO GENERAL 113

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 113

OBJETO DE ESTUDIO 113

METODOLOGÍA 113

FASES DEL DESARROLLO 113

RESULTADOS Y PROYECCIONES 116

CONCLUSIÓN 118

BIBLIOGRAFÍA 118

Análisis por CFD del flujo de aire en un destilador solar tipo torre cuadrada: Estudio de sensibilidad con mamparas a diferentes ángulos 119

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.817 119

INTRODUCCIÓN 120

DESARROLLO 120

OBJETIVO GENERAL 120

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 120

OBJETO DE ESTUDIO 120

METODOLOGÍA 121

FASES DEL DESARROLLO 121

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 124

CONCLUSIONES 131

BIBLIOGRAFÍA 131

Escenario sociocultural de comunidades rurales del Norte-Noreste de Guanajuato 132

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.818 132

INTRODUCCIÓN 133

DESARROLLO 133

OBJETIVO GENERAL 133

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 133

OBJETO DE ESTUDIO 133

METODOLOGIA 133

FASES DEL DESARROLLO 134

RESULTADOS 134

DISCUSIÓN 141
CONCLUSIÓN 142
FUENTE BIBLIOGRÁFICA 142
Sentido de pertenencia y propósito de vida. 143
DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.819 143
INTRODUCCIÓN 144
DESARROLLO 144
OBJETIVOS 144
OBJETO DE ESTUDIO 144
METODOLOGÍA 144
FASES DEL DESARROLLO 145
RESULTADOS 147
DISCUSIÓN 154
CONCLUSIÓN 156
BIBLIOGRAFÍA 157
Implementación de un Sistema Contador de pasajeros en autobuses. 158
DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.820 158
INTRODUCCIÓN 159
DESARROLLO 159
OBJETIVO GENERAL 159
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 159
OBJETO DE ESTUDIO 159
METODOLOGÍA 159
FASES DEL DESARROLLO 161
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 163
CONCLUSIÓN 165
BIBLIOGRAFÍA 165
Exploración del Uso de la Inteligencia Artificial en Aulas Universitarias: Un Estudio en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato 166
DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.821 166
INTRODUCCIÓN 167
DESARROLLO 167
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 167
OBJETO DE ESTUDIO 167
METODOLOGÍA 168

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 169
CONCLUSIÓN 170
BIBLIOGRAFÍA 171
Propuesta de sistema inteligente IoT para la clasificación y conteo de taparroscas plásticas 175
DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.822 175
INTRODUCCIÓN 176
DESARROLLO 176
OBJETO DE ESTUDIO 176
METODOLOGÍA 176
FASES DEL DESARROLLO 176
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 177
CONCLUSIÓN 178
BIBLIOGRAFÍA 178
Diseño de un controlador de iluminación manual para LEDs de0 a 10 Watts 179
DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.823 179
INTRODUCCIÓN 180
OBJETIVO GENERAL: 180
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: 180
FASE DE ESTUDIO 180
DESARROLLO- METOLODOLOGIA 180
FASES DE DESARROLLO 181
CONCLUSIÓN 186
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 186
Alternativa de Fosas Sépticas en Escuelas Rurales 187
DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.824 187
INTRODUCCIÓN 188
DESARROLLO 188
EL OBJETIVO GENERAL 188
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 188
OBJETO DE ESTUDIO 188
METODOLOGÍA 188
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 190
CONCLUSIÓN 191
BIBLIOGRAFÍA 191

Mecanismo de control de créditos para clientes, caso de aplicación en taller mecánico. 192

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.825 192

INTRODUCCIÓN 193

DESARROLLO 193

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 193

OBJETO DE ESTUDIO 193

METODOLOGÍA. 193

FASES DEL DESARROLLO. 193

CONCLUSIÓN 199

BIBLIOGRAFÍA 200

Aplicación de elementos de calidad para la construcción de Go kart 201

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.826 201

INTRODUCCIÓN 202

OBJETIVO GENERAL 202

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 202

OBJETO DE ESTUDIO 202

METODOLOGÍA. 202

FASES DEL DESARROLLO 202

DESARROLLO DE LAS 8D Y SEIS SIGMA 210

RESULTADOS 210

CONCLUSIÓN 212

BIBLIOGRAFÍA 212

Prototipo de plataforma para la democratización de la inversión en proyectos educativos mediante Blockchain 213

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.829 213

INTRODUCCIÓN 214

DESARROLLO 214

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 214

OBJETIVO GENERAL 214

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 214

OBJETO DE ESTUDIO 214

METODOLOGIA 214

FASES DE DESARROLLO 215

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 221

CONCLUSIÓN 222

BIBLIOGRAFÍA 222

Evaluación de Factibilidad para una plataforma informática enfocada a la gestión de servicios ofertados por microempresarios y auto empleadores 223

INTRODUCCIÓN 224

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 224

OBJETO DE ESTUDIO 224

METODOLOGÍA 224

FASES DEL DESARROLLO 225

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 231

CONCLUSIÓN 233

BIBLIOGRAFÍA 233

La educación: El conocimiento, su aplicación y el impacto en la sustentabilidad 234

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.795 234

INTRODUCCIÓN 235

OBJETIVO GENERAL 235

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 235

OBJETO DE ESTUDIO 235

METODOLOGÍA 236

FASES DEL DESARROLLO 236

ANTECEDENTES 236

DESARROLLO 237

RESULTADOS 242

CONCLUSIONES 242

BIBLIOGRAFÍA 242

Sistema embebido para la monitorización en tiempo real de niveles de agua en dispensadores 244

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.812 244

INTRODUCCIÓN 245

DESARROLLO 245

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 245

OBJETO DE ESTUDIO 245

METODOLOGÍA 245

FASES DEL DESARROLLO 248

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 251

CONCLUSIÓN 252

BIBLIOGRAFÍA 252

Actualización del control de un centro de maquinado vertical de CNC 253

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.813 253

INTRODUCCIÓN 254

DESARROLLO 254

OBJETIVO GENERAL 254

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 254

OBJETO DE ESTUDIO 254

METODOLOGÍA 254

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 261

CONCLUSIÓN 261

BIBLIOGRAFÍA 261

Inclusión de infancias de medios rurales en áreas STEM 262

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.841 262

INTRODUCCIÓN 263

DESARROLLO 263

OBJETIVO GENERAL 263

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 263

OBJETO DE ESTUDIO 263

METODOLOGÍA 263

FASES DEL DESARROLLO 264

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 268

CONCLUSIÓN 274

BIBLIOGRAFÍA 274

REFERENCIAS 274

Nivel de aplicación de herramientas estadísticas en empresas manufactureras de la zona industrial de Tula- Tepeji en el estado de Hidalgo, México 275

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.827 275

INTRODUCCIÓN 276

OBJETIVO GENERAL 276

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 276

OBJETO DE ESTUDIO 276

METODOLOGÍA 276

FASES DE DESARROLLO 277

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 277

CONCLUSIONES 279

BIBLIOGRAFÍA 279

Sistema automatizado para la clasificación de tornillos mediante visión artificial 280

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.828 280

INTRODUCCIÓN 281

DESARROLLO 281

OBJETIVO GENERAL: 281

OBJETIVOS ESPECÍFICOS: 281

OBJETO DE ESTUDIO 281

METODOLOGÍA 281

FASES DEL DESARROLLO 281

METODOLOGÍA 285

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 289

CONCLUSIÓN 289

BIBLIOGRAFÍA 289

Consultoría y Asesoría de Alta Dirección a AstraZeneca. Caso: Fracaso de la Vacuna contra el Covid-19 o SARS-CoV-2 en el periodo de la pandemia 2020-2021 290

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.839 290

INTRODUCCIÓN 292

DESARROLLO 292

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 293

OBJETO DE ESTUDIO 293

METODOLOGÍA 295

FASES DEL DESARROLLO 295

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 296

CONCLUSIÓN 296

BIBLIOGRAFÍA 296

Implementación de un Plan de Autoprotección de Emergencia para una empresa de la Región Cinco Manantiales del Estado de Coahuila, basado principalmente en la NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, 297

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.843 297

INTRODUCCIÓN 297

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN 298

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 298

METODOLOGÍA 298

DESARROLLO 298

FASES DEL DESARROLLO 298

CONCLUSIONES 312
BIBLIOGRAFÍA 312
Efecto de la salinidad sobre el desarrollo temprano de plántulas de repollo 313
DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.840 313
INTRODUCCIÓN 314
DESARROLLO 314
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 315
OBJETO DE ESTUDIO 316
METODOLOGÍA 316
FASES DEL DESARROLLO 316
RESULTADOS 317
DISCUSIÓN 318
CONCLUSIÓN 318
BIBLIOGRAFÍA 319
Efecto de una intervención en el bienestar espiritual de personas con VIH 323
DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.847 323
INTRODUCCIÓN 324
DESARROLLO 325
OBJETIVO GENERAL: 325
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: 325
OBJETO DE ESTUDIO 325
METODOLOGIA 325
FASES DEL DESARROLLO 326
RESULTADOS DISCUSIÓN 329
CONCLUSIÓN 329
BIBLIOGRAFÍA 330
Tecnologías 3D para el desarrollo de un mundo virtual universitario empleando la metodología TRES-D, caso: DACSyH 331
INTRODUCCIÓN 332
DESARROLLO 332
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 332
OBJETO DE ESTUDIO 332
METODOLOGÍA 332
FASES DEL DESARROLLO 333
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 338

CONCLUSIÓN 341
BIBLIOGRAFÍA 342
Aplicación de CRISP-DM para detectar variables relevantes de la cardiopatía isquémica crónica 343
INTRODUCCIÓN 344
DESARROLLO 344
OBJETIVO GENERAL 344
OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 344
OBJETO DE ESTUDIO 344
METODOLOGÍA 344
FASES DEL DESARROLLO 345
RESULTADOS 352
CONCLUSIÓN 352
***BIBLIOGRAFÍA* 352**
Aplicación de IA en Rehabilitación y Educación Física, Experiencia y Reflexión 353
INTRODUCCIÓN 354
DESARROLLO 354
OBJETIVO GENERAL 354
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 354
OBJETO DE ESTUDIO 354
METODOLOGÍA 355
RESULTADOS 358
DISCUSIÓN 358
CONCLUSIÓN 359
REFERENCIAS 359
Conociendo la Inteligencia Artificial: historia, ámbitos y tendencias emergentes 361
INTRODUCCIÓN 362
DESARROLLO 362
OBJETIVO GENERAL 362
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 362
OBJETO DE ESTUDIO 362
METODOLOGÍA 362
FASES DEL DESARROLLO 362
CONCLUSIÓN 366
BIBLIOGRAFÍA 367

Integración de entornos de desarrollo en R y Python para creación de código con IA generativa 368
INTRODUCCIÓN 369
DESARROLLO 369
OBJETIVO GENERAL 371
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 371
OBJETO DE ESTUDIO 372
METODOLOGÍA 372
FASES DEL DESARROLLO 372
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 374
CONCLUSIÓN 375
BIBLIOGRAFÍA 375
La influencia tecnológica actual en la profesión contable.376
INTRODUCCIÓN 377
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 377
OBJETO DE ESTUDIO 377
METODOLOGÍA 377
FASES DEL DESARROLLO 378
CONCLUSIÓN 379
BIBLIOGRAFÍA 379
La innovación de la Realidad Virtual como apoyo en la educación actual. 381
INTRODUCCIÓN 382
DESARROLLO 382
OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS 382
OBJETO DE ESTUDIO 382
METODOLOGÍA 382
FASES DEL DESARROLLO 383
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 385
CONCLUSIÓN 391
REFERENCIAS 391
La Inteligencia Artificial como revolución de la experiencia turística del viajero. 393
INTRODUCCIÓN 394
DESARROLLO 394
OBJETIVO GENERAL 394
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 394
OBJETO DE ESTUDIO 394

METODOLOGÍA 394
FASES DEL DESARROLLO 395
CONCLUSIÓN 397
REFERENCIAS 398
Marco conceptual de un modelo metodológico para la gestión de la enseñanza 399
INTRODUCCIÓN 400
DESARROLLO 400
OBJETIVO GENERAL 406
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 406
OBJETO DE ESTUDIO 406
METODOLOGÍA 406
FASES DEL DESARROLLO 406
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 407
CONCLUSIÓN 407
REFERENCIAS 407
Modelo de red neuronal con auto-atención para detección de ataques de red del tipo DDoS 410
INTRODUCCIÓN 411
DESARROLLO 411
OBJETIVO GENERAL 411
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 411
OBJETO DE ESTUDIO 411
METODOLOGÍA 411
FASES DEL DESARROLLO 412
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 414
CONCLUSIÓN 416
BIBLIOGRAFÍA 416
Modelo de red neuronal convolucional con atención jerárquicapara un sistema de detección de intrusos evaluado con datos reales de flujo de red 417
INTRODUCCIÓN 418
OBJETIVO GENERAL 418
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 418
OBJETO DEL ESTUDIO 418
METODOLOGÍA 419
FASES DEL DESARROLLO 419
RESULTADOS PRELIMINARES Y DISCUSIÓN 432

CONCLUSIÓN 433

Modelo de Transformación Digital para la Gestión de Documentos Académicos de la UJAT Mediante Contratos Inteligentes de Blockchain 434

INTRODUCCIÓN 435

DESARROLLO OBJETIVOS 435

OBJETO DE ESTUDIO 435

METODOLOGÍA 436

FASES DEL DESARROLLO 436

RESULTADOS ESPERADOS 437

CONCLUSIÓN 437

BIBLIOGRAFÍA 437

Modelo GatedTabTransformer para el diagnóstico de la Nefropatía Diabética en pacientes con Diabetes Mellitus 438

INTRODUCCIÓN 439

DESARROLLO 440

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 440

OBJETO DE ESTUDIO 441

METODOLOGÍA 441

FASES DEL DESARROLLO 441

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 447

CONCLUSIÓN 447

BIBLIOGRAFÍA: 448

REFERENCIAS: 448

Propuesta de Implementación de una inteligencia de negocios para la toma de decisiones de una Asociación religiosa. caso: Territorio Norte de Chiapas 449

INTRODUCCIÓN 450

DESARROLLO 450

OBJETIVO GENERAL 450

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 450

OBJETO DE ESTUDIO 451

METODOLOGÍA 451

FASES DEL DESARROLLO 451

RESULTADOS 456

CONCLUSIÓN 457

REFERENCIAS 457

Reconocimiento Facial Mediante Deep Learning: Avances Recientes y Tendencias Emergentes 458

INTRODUCCIÓN 459
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 459
OBJETO DE ESTUDIO 459
METODOLOGÍA 459
FASES DEL DESARROLLO 463
RESULTADOS Y DISCUCIÓN 464
CONCLUSIÓN 464
BIBLIOGRAFÍA 465
¿Cómo impacta la gestión del tiempo en logística de transporte? 466
INTRODUCCIÓN 467
OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS 467
OBJETO DE ESTUDIO 467
METODOLOGÍA 467
FASES DEL DESARROLLO 467
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 467
CONCLUSIÓN 469
BIBLIOGRÁFIA 470
Impacto de la introducción de internet en una comunidad rural Caso: Santa María Quelites, Estado de Hidalgo 471
INTRODUCCIÓN 472
DESARROLLO 472
OBJETIVO GENERAL 472
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 472
OBJETO DE ESTUDIO 472
METODOLOGIA 473
FASES DEL DESARROLLO 473
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 474
CONCLUSIÓN 477
BIBLIOGRAFÍA 477
Responsabilidad Social en Empresas Purificadoras de Agua de Durango, Dgo. 479
INTRODUCCIÓN. 480
DESARROLLO 480
OBJETIVO GENERAL 480
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 480
OBJETO DE ESTUDIO 480

METODOLOGÍA 480
DESARROLLO 480
FASES DEL DESARROLLO 480
CONCLUSIÓN 487
BIBLIOGRAFÍA 488
Propuesta de Dispositivo Para la Rehabilitación de Mano Mediante Smartphone 489
INTRODUCCIÓN 490
DESARROLLO 490
OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS 490
OBJETO DE ESTUDIO 490
METODOLOGÍA 490
FASES DEL DESARROLLO 490
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 498
CONCLUSIÓN 499
BIBLIOGRAFÍA 500
Dimensiones y Tolerancias para la inspección de partes 501
INTRODUCCIÓN 502
DESARROLLO 504
OBJETIVOS 504
OBJETO DE ESTUDIO 504
METODOLOGÍA 504
FASES DEL DESARROLLO 504
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 507
CONCLUSIÓN 507
BIBLIOGRAFÍA 507
Innovación tecnológica aplicada en la gestión de servicios administrativos de un área institucional de educación superior. 508
INTRODUCCIÓN 509
DESARROLLO 509
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 510
OBJETO DE ESTUDIO 511
METODOLOGÍA 511
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 512
BIBLIOGRAFÍA 513
Automatización de ventana residencial mediante IoT 515
INTRODUCCIÓN 516

DESARROLLO 516
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 516
OBJETO DE ESTUDIO 516
METODOLOGÍA 516
FASES DEL DESARROLLO 519
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 522
CONCLUSIÓN 522
BIBLIOGRAFÍA 522
REFERENCIAS 523
Métodos y Técnicas de Diseño para Fabricación 524
INTRODUCCIÓN 525
DESARROLLO 525
OBJETIVOS 527
OBJETO DE ESTUDIO 527
METODOLOGÍA 528
FASES DEL DESARROLLO 528
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 530
CONCLUSIÓN 531
BIBLIOGRAFÍA 532
Aplicación para Gestión del mantenimiento de equipo de cómputo 533
INTRODUCCIÓN 534
DESARROLLO 534
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 534
OBJETO DE ESTUDIO 535
METODOLOGÍA 535
FASES DEL DESARROLLO 535
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 539
CONCLUSIÓN 541
BIBLIOGRAFÍA 541
Inserción Sociolaboral de Personas con Trastorno Mental en una Empresa Ordinaria 542
INTRODUCCIÓN 543
DESARROLLO 543
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 543
OBJETO DE ESTUDIO 543

METODOLOGÍA 543
FASES DEL DESARROLLO 544
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 544
CONCLUSIÓN 547
BIBLIOGRAFÍA. 547
Lean Enterprise y la simulación de procesos para maximizar la cartera de clientes en una empresa de servicios 548
INTRODUCCIÓN 549
DESARROLLO 549
OBJETIVO GENERAL 549
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 549
OBJETO DE ESTUDIO 549
METODOLOGÍA 549
FASES DEL DESARROLLO 550
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 557
CONCLUSIÓN 557
BIBLIOGRAFÍA 557
Enseñanza de la Lógica de Programación 558
INTRODUCCIÓN 559
DESARROLLO 559
OBJETO DE ESTUDIO 559
METODOLOGÍA 559
FASES DEL DESARROLLO 561
RESULTADOS 568
CONCLUSIONES 569
REFERENCIAS 570
Factores que Influyen en el Desarrollo de Lesiones en Porteros 571
INTRODUCCIÓN: 572
DESARROLLO 572
OBJETO DE ESTUDIO 572
METODOLOGÍA 572
FASES DEL DESARROLLO 573
RESULTADOS 573
CONCLUSIÓN 578
BIBLIOGRAFÍA 579

Desarrollo de aplicación para el cálculo de propiedades geométricas de secciones transversales de elementos en flexión y flexocompresión 580
INTRODUCCIÓN 581
DESARROLLO 581
OBJETIVO 581
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 581
OBJETO DE ESTUDIO 581
METODOLOGÍA 582
RESULTADOS 590
CONCLUSIONES 593
BIBLIOGRAFÍA 593
Relación entre el género, la percepción de reconocimiento laboral y los motivos de ausentismo y rotación en una empresa: Un análisis para la mejora de la gestión del talento humano. 594
INTRODUCCIÓN 595
DESARROLLO 595
OBJETIVO GENERAL 595
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 595
OBJETO DE ESTUDIO 595
METODOLOGÍA 595
FASES DEL DESARROLLO 595
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 596
CONCLUSIÓN. 597
BIBLIOGRAFÍA. 598
Desarrollo de la Cultura Emprendedora en universitarios a través de recursos digitales bajo el modelo Aula Invertida 599
INTRODUCCIÓN 600
DESARROLLO 600
OBJETIVO GENERAL 601
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 601
METODOLOGÍA 602
FASES DEL DESARROLLO 604
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 605
CONCLUSIÓN 606
REFERENCIAS 607
Degradación del microcontaminante amoxicilina en medio acuoso aplicando métodos fotoquímicos 609
DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.845 609

INTRODUCCIÓN 610
DESARROLLO 610
Objetivo general 610
Objetivos específicos 610
OBJETO DE ESTUDIO 610
METODOLOGÍA 611
FASES DEL DESARROLLO 611
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 612
CONCLUSIÓN 615
REFERENCIAS 615

Análisis comparativo entre el método tradicional y la tecnología BIM (*Buiding Information Modeling*) en la cuantificación de acero de refuerzo en zapatas corridas para una edificación tipo 616

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.853 616

INTRODUCCIÓN 617
DESARROLLO 617
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 617
OBJETO DE ESTUDIO 617
METODOLOGÍA 617
FASES DEL DESARROLLO. 618
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 626
CONCLUSIONES. 627
REFERENCIAS 627

Simulación por Dinámica de Fluidos Computacional de Flujo de Aire en una Esfera 628

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.857 628

INTRODUCCIÓN 629
METODOLOGÍA 629
CONCLUSIONES 634
REFERENCIAS 634

Sistema Fotovoltaico Autónomo con Monitoreo Remoto: Innovación en la Gestión Energética 635

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.852 635

INTRODUCCIÓN 636
DESARROLLO 636
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 636
OBJETO DE ESTUDIO 636
METODOLOGÍA 637

FASES DEL DESARROLLO 637
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN 641
CONCLUSIONES 644
BIBLIOGRAFÍA 644
Evaluación de la Satisfacción con la Vida y su Impacto en los Niveles de Motivación Académica 645
INTRODUCCIÓN 646
DESARROLLO 646
OBJETIVO GENERAL 646
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 646
OBJETO DE ESTUDIO 646
METODOLOGÍA 646
FASES DEL DESARROLLO 647
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 648
CONCLUSIÓN 653
BIBLIOGRAFÍA 653
Introducción a las Métricas de Calidad de Software en los Pequeños Negocios 654
DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.858 654
INTRODUCCIÓN 655
DESARROLLO 655
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 655
OBJETO DE ESTUDIO 655
METODOLOGÍA 655
FASES DEL DESARROLLO 656
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 673
CONCLUSIÓN 674
BIBLIOGRAFÍA 674
Transformación digital para la prestación de servicios de salud pública. 675
INTRODUCCIÓN 676
DESARROLLO 676
OBJETIVO GENERAL 676
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 676
OBJETO DE ESTUDIO 676
METODOLOGÍA 676
FASES DEL DESARROLLO 677

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 680
CONCLUSIÓN 680
REFERENCIAS 681
CAD de la estructura mecánica de una Máquina de Medición de Coordenadas en SolidWorks para optimización de costos. 682
DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.854 682
INTRODUCCIÓN 683
DESARROLLO 683
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 683
OBJETO DE ESTUDIO 684
METODOLOGÍA 684
FASES DE DISEÑO 684
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 689
CONCLUSIÓN 690
REFERENCIAS 690

Sistema de clasificador de insectos con redes neuronales

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.780

Armando Fragoso Alameda [1], Omar Barragán Pérez [2].

[1]*TecNM: Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli/ dafitubi@gmail.com*
[2] *TecNM: Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli/ omar.bp@cuautitlan.tecnm.mx*

Línea de investigación: Tecnologías de la Información

RESUMEN

En el mundo de la Inteligencia Artificial (IA) a diferencia de los enfoques de programación tradicionales, las redes neuronales son capaces de aprender patrones y características complejas directamente de los datos. Este enfoque se conoce como aprendizaje automático o aprendizaje profundo (deep learning), Las redes neuronales pueden aprender automáticamente las características relevantes de los datos de entrenamiento.
Las redes neuronales son efectivas para procesar datos no estructurados, como imágenes, texto o audio, las redes neuronales pueden aprender representaciones jerárquicas de los datos, lo que significa que pueden identificar características simples en las capas iniciales y combinarlas para reconocer patrones más complejos en capas posteriores, las redes neuronales tienden a mejorar su rendimiento a medida que se les suministra más datos de entrenamiento. A través del entrenamiento con grandes conjuntos de datos, la red neuronal puede aprender patrones más robustos y generalizar mejor a nuevas instancias.
Flexibilidad y adaptabilidad se define como una red neuronal que puede adaptarse y ajustarse a diferentes conjuntos de datos. Puede generalizar patrones y características aprendidos durante el entrenamiento para clasificar correctamente objetos no vistos en el conjunto de prueba.
En resumen, entrenar una red neuronal para la clasificación, permite que un sistema sea más flexible y capaz de manejar problemas de clasificación de manera más eficiente, gracias a la capacidad de la red neuronal para aprender patrones complejos y características automáticamente de los datos.

ABSTRACT

In the world of Artifitial Intelligence (AI), unlike traditional programming approaches, neural networks are capable of learning complex patterns and features directly from data. This approach is known as machine learning or deep learning. Neural networks can automatically learn relevant features from training data.
Neural networks are effective at processing unstructured data such as images, text or audio, neural networks can learn hierarchical representations of data, meaning they can identify simple features in the initial layers and combine them to recognize more complex patterns in layers. Subsequently, neural networks tend to improve their performance as they are fed more training data. Through training with large data sets, the neural network can learn more robust patterns and generalize better to new instances.
Flexibility and adaptability A neural network can adapt and adjust to different data sets. It can generalize patterns and features learned during training to correctly classify unseen objects in the test set.
In summary, training a neural network for classification allows a system to be more flexible and able to handle classification problems more efficiently, thanks to the neural network's ability to learn complex patterns and features automatically from the data.

INTRODUCCIÓN

En la era digital actual, la inteligencia artificial (IA) se ha convertido en un catalizador revolucionario, transformando la forma en que interactuamos con el mundo que nos rodea. Uno de los campos más fascinantes y prometedores de aplicación de la IA es la clasificación de imágenes, donde algoritmos avanzados trabajan incansablemente para interpretar y categorizar imágenes con una precisión. (Rajalingappaa Shanmugamani, 2018).

McCulloch y Pitts (1943): Warren McCulloch y Walter Pitts propusieron el modelo de una neurona artificial, estableciendo las bases teóricas para las redes neuronales. Su trabajo influyó en el desarrollo posterior de las redes neuronales.
Perceptrón (1957): Frank Rosenblatt desarrolló el perceptrón, un modelo simple de red neuronal de una capa, capaz de realizar clasificaciones lineales. Aunque tenía limitaciones en la resolución de problemas no lineales, marcó el comienzo del interés en las redes neuronales para la clasificación. (Minsky, M., & Papert, S., 1969)
Declive de interés (1970-1980): Durante estas décadas, el interés en las redes neuronales disminuyó debido a limitaciones percibidas en su capacidad para resolver problemas complejos y la aparición de métodos de aprendizaje automático más tradicionales (Sejnowski, T. J. 2018).
Redescubrimiento y Desarrollo de Backpropagation (1986): El redescubrimiento y desarrollo eficiente del algoritmo de retropropagación (backpropagation) por Rumelhart, Hinton y Williams marcó un renacimiento en la investigación de redes neuronales. Este algoritmo permitió el entrenamiento eficiente de redes profundas.
Auge de las Redes Neuronales (2010 en adelante): El interés en las redes neuronales se disparó con el auge del aprendizaje profundo (deep learning). Avances en hardware, grandes conjuntos de datos y algoritmos eficientes permitieron el entrenamiento exitoso de redes neuronales profundas. (Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, 2016).
Redes Neuronales Convolucionales (CNN) para Visión por Computadora: A principios de la década de 2010, las redes neuronales convolucionales (CNN) demostraron un rendimiento excepcional en problemas de visión por computadora, incluida la clasificación de objetos en imágenes. Estas redes fueron fundamentales para el éxito en competiciones como ImageNet. (Rajalingappaa Shanmugamani, 2018).
Transformación de la Investigación en Aplicaciones Prácticas (2010 en adelante): A medida que las redes neuronales se volvieron más poderosas y accesibles, comenzaron a aplicarse con éxito en una amplia gama de campos, desde reconocimiento de voz hasta procesamiento de lenguaje natural y clasificación de objetos en imágenes. (Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, 2016)
En la actualidad, las redes neuronales son una tecnología fundamental en el campo de la inteligencia artificial, y su capacidad para clasificar objetos ha llevado a avances significativos en la automatización y comprensión de datos complejos, como imágenes y texto.

DESARROLLO

Para el reconocimiento de imágenes en Python generalmente implica el uso de bibliotecas y herramientas específicas. Aquí hay algunas herramientas comunes:
Bibliotecas de Aprendizaje Profundo (Deep Learning Libraries):
TensorFlow: Una biblioteca de código abierto desarrollada por Google para construir y entrenar modelos de aprendizaje profundo. (Umberto Michelucci, 2021).
PyTorch: Una biblioteca de aprendizaje profundo desarrollada por Facebook, que también es muy popular en la comunidad de investigación y desarrollo. (Stevens, E., Antiga, L., & Viehmann, T, 2019))
Keras: es una interfaz de alto nivel que se puede utilizar con TensorFlow o Theano. Permite construir y entrenar modelos de aprendizaje profundo de manera más fácil y rápida.(Chollet, F, 2017)
Jupyter: Notebooks son muy útiles para el desarrollo interactivo y la visualización de resultados. Puedes utilizarlos para experimentar con tu código y visualizar los resultados paso a paso. (Toomey, D., 2018).
GPU (Unidad de Procesamiento Gráfico):
Para entrenar modelos de manera más rápida, especialmente modelos grandes de aprendizaje profundo, se recomienda el uso de una GPU. TensorFlow y PyTorch pueden aprovechar GPUs para acelerar el entrenamiento. . (Umberto Michelucci, 2021).

Conjunto de datos:
Necesitarás un conjunto de datos etiquetado para entrenar tu modelo. Asegúrate de tener un conjunto de datos representativo y suficiente para el problema que estás abordando.
Hardware adecuado:
Dependiendo del tamaño de tus datos y la complejidad de tu modelo, puede ser beneficioso tener acceso a un hardware potente, como una estación de trabajo con GPU o utilizar servicios en la nube que ofrecen recursos de cómputo acelerado.
Recuerda que la elección de las herramientas dependerá del problema específico que estás abordando y de tus preferencias personales. Puedes encontrar tutoriales y documentación detallada para cada una de estas herramientas en línea para ayudarte en tu proceso de entrenamiento.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo General:

- Entrenamiento de imágenes para clasificar objetos, desarrollando un sistema inteligente que puedan comprender y procesar información visual de manera automatizada, lo que abre un amplio abanico de posibilidades en la aplicación de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en diversos campos, siendo el campo de los insectos el que nos compete en este articulo.

Objetivos Específicos:

1. Realizar entrenamiento de imágenes de tres tipos de insectos.
2. Usar una muestra de un aproximado de 2 millones de imágenes para un mejor entrenamiento
3. Realizar pruebas, catalogando e identificando el tipo de imágenes sobre el entrenamiento
4.

OBJETO DE ESTUDIO

Entrenar una red neuronal que sea capaz de clasificar insectos, con el lenguaje de programación Python y usando las librerías **Keras** y **TenzoFlow**.

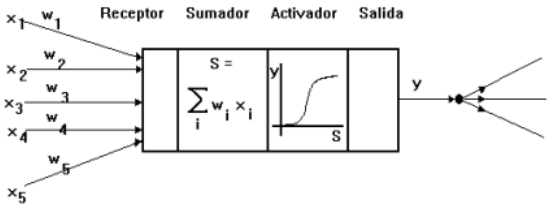
METODOLOGÍA

Este estudio se basa en el entrenamiento de una red neuronal, entrenada por imágenes de insectos, abejas, avispas y mariposas, mostrando paso a paso la configuración, haciendo uso de comandos linux para acceder a muestras y definir tamaño de la muestra, la importación de librerías, imagenes, entrenamiento de la red neuronal y hasta la identificación de objetos con la red entrenada.

La red neuronal artificial es una unidad procesadora con cuatro elementos funcionales, como se muestra en la **Figura 1**:

Figura 1

Esquema de una red neuronal artificial



1. El elemento receptor, a donde llegan una o varias señales de entrada xi, que generalmente provienen de otras neuronas y que son atenuadas o amplificadas cada una de ellas con arreglo a un factor de peso wi que constituye la conectividad entre la neurona fuente de donde provienen y la neurona de destino en cuestión.
2. El elemento sumador, que efectúa la suma algebraica ponderada de las señales de entrada, ponderándolas de acuerdo con su peso, aplicando la siguiente expresión: S = S wi xi (1) .
3. El elemento de función activadora, que aplica una función no lineal de umbral (que frecuentemente es una función escalón o una curva logística) a la salida del sumador para decidir si la neurona se activa, disparando una salida o no.
4. El elemento de salida que es el que produce la señal, de acuerdo con el elemento anterior, que constituye la salida de la neurona. (Felipe Lara, s.f.)

Finalmente se tiene que considerar un tipo de aprendizaje para poder realizar el entrenamiento de la red neuronal y poder visualizar sus resultados

1. Aprendizaje supervisado, que requiere la presencia de un tutor externo y una serie de patrones de aprendizaje. El tutor conoce el vector de respuesta correcto ante cada vector de entradas y, con la respuesta real de la red, genera un vector de error, que retroalimenta a ésta. La red, con base en el vector de error, actualiza los pesos de sus interconexiones de manera que el error tienda a desaparecer. Con un número suficiente de sesiones de entrenamiento, la red converge, produciendo las respuestas deseadas. Este tipo de aprendizaje es el aplicado tanto en el Perceptrón, como en la Adaline.

2. Aprendizaje no supervisado, que utiliza datos de entrenamiento no etiquetados previamente y no necesita tutor externo. Los datos son presentados simplemente a la red, que de acuerdo con ellos configura cúmulos internos que comprimen los datos de entrada en cierto número de categorías de clasificación. Este tipo de aprendizaje es el aplicado en las Redes de Kohonen. En este capítulo se resumirán otros modelos de aprendizaje relevantes para las Redes Neuronales que entran en una de estas categorías. (Felipe Lara, s.f.)

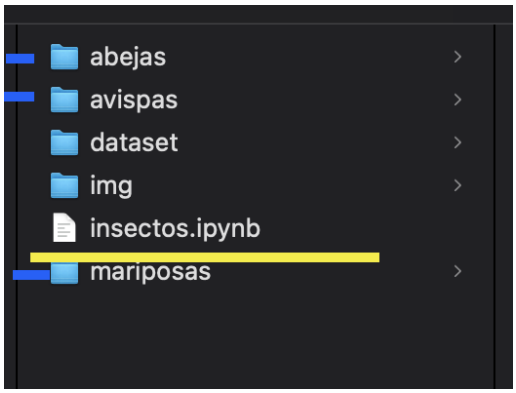
.
Donde el tipo de aprendizaje seleccionado el es el supervisado para que por medio de librerías e imágenes se pueda generar la clasificación de insectos deseada.

FASES DEL DESARROLLO

Creación de carpetas: Ejecutamos los siguientes códigos para generar las carpetas correspondientes, como se muestra en la **Figura 2**. Estas carpetas se crean al mismo nivel donde se guarda el proyecto.

Figura 2

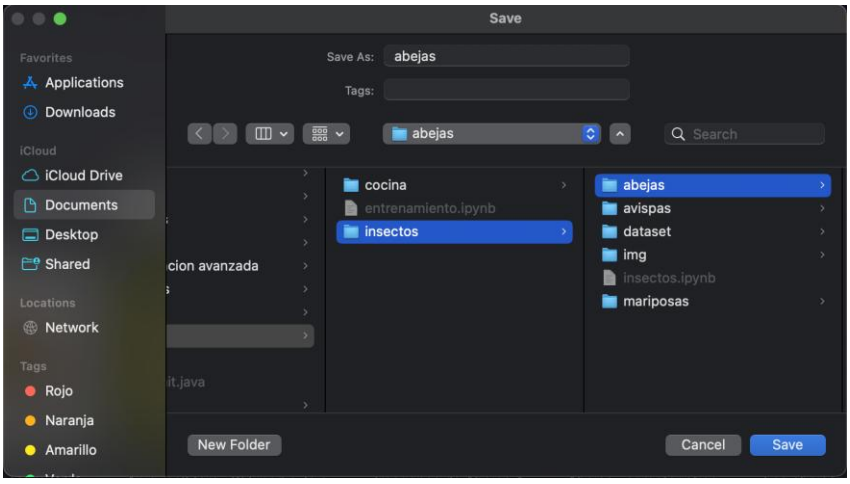
Creación de carpetas abejas, avispas, mariposas



Las imágenes se descargan directamente a través de una búsqueda extensa en Google Imágenes, utilizando la extensión ZIP para Google Chrome. Esta herramienta permite la descarga de un archivo comprimido que contiene todas las imágenes encontradas durante la búsqueda, en la **Figura 3** se muestra cómo almacenar.

Figura 3

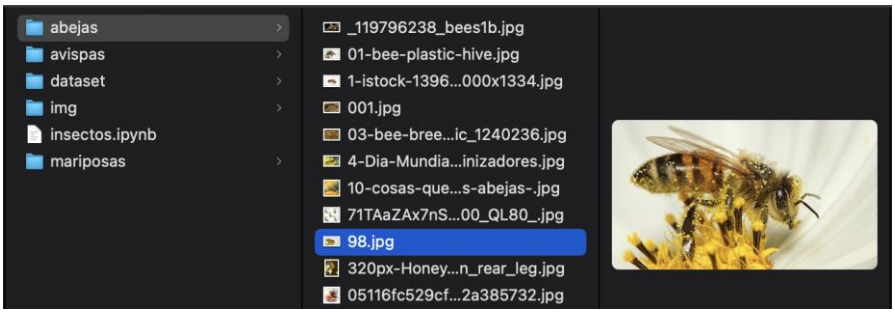
Descargar imagenes comprimidas en subcarpeta correspondiente



Descomprimimos las imágenes con las siguientes líneas de código, entrar en cada carpeta y descomprimir el archivo zip, en la **Figura 4** se observa que todo fue descomprimido con éxito.

Figura 4

Descompresión de imágenes exitosamente

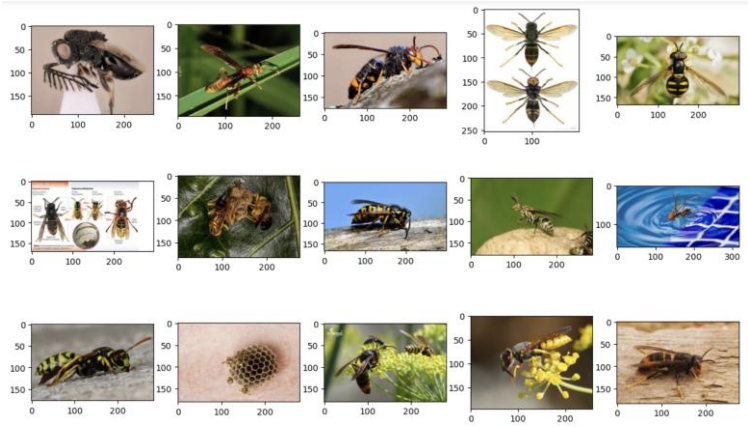


Se realiza una verificación para asegurar que la extensión sea compatible con el formato deseado (JPG). En caso de que la información no se ajuste a este formato, se elimina, y posteriormente se verifica que las imágenes coincidan con su respectiva categoría.

Para verificar que se accede adecuadamente a las carpetas imprimimos las primeras 15 imágenes, en la **Figura 5** se observan las imágenes de la carpeta abejas :

Figura 5

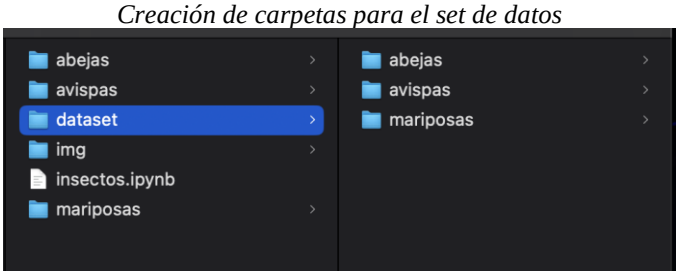
*Imágenes impresas por la clase **matplotlib.pyplot** y su función **imshow()***



Creamos las carpetas para hacer el set de datos, en la **Figura 6** se muestran al nivel que debemos crearlas

Figura 6

Creación de carpetas para el set de datos



Es necesario transferir las imágenes desde la carpeta original a la del conjunto de datos, asegurándose de que todas las carpetas contengan la misma cantidad de imágenes, con un límite máximo de 400 por carpeta.
Se evalúa el contenido de las nuevas carpetas dentro del conjunto de datos para confirmar que el tamaño sea uniforme en todas ellas.
Para lograr que el conjunto de datos sea más diverso y robusto, se implementa un aumento de datos mediante el uso de ImageDataGenerator. Esta herramienta permite aplicar diversas transformaciones al conjunto de datos, como estiramiento, zoom, rotación, cambio de posición, entre otras. Dichas transformaciones no solo enriquecen la variedad de muestras disponibles, sino que también mejoran la capacidad del modelo para generalizar a situaciones diversas.

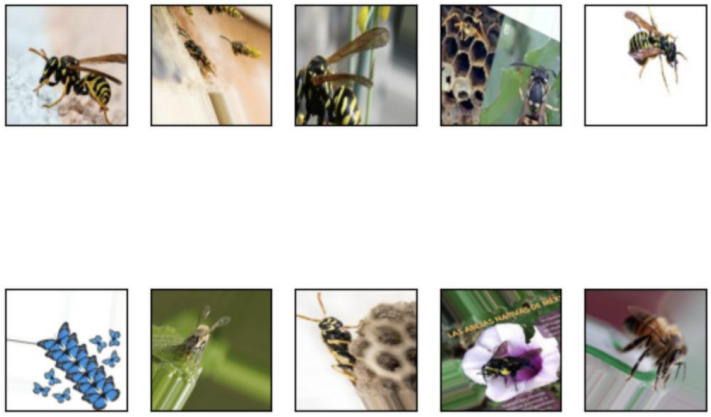
Además, se establece el parámetro **validation_split** para asignar un 20% del conjunto de datos a fines de prueba. Esta práctica ayuda a evaluar la eficacia del modelo en datos no vistos durante el entrenamiento, asegurando así una evaluación más objetiva de su rendimiento.
Se emplean generadores para la creación de conjuntos de entrenamiento y pruebas mediante la función flow_from_directory. Al utilizar esta función, se proporciona como parámetro la ruta de la carpeta que contiene todas las imágenes del conjunto de datos. Esta herramienta no solo facilita la carga de imágenes de manera eficiente, sino que también permite la redimensión automática de las mismas a 224 x 224 píxeles, contribuyendo así a un formato uniforme.

Asimismo, se especifica la opción de uso aleatorio durante este proceso. Esta elección asegura una mayor variabilidad en las muestras presentadas al modelo durante el entrenamiento, fomentando una mejor capacidad de generalización y adaptación a diversas situaciones.
Con el propósito de visualizar las modificaciones realizadas en nuestro nuevo conjunto de datos, se lleva a cabo la impresión de algunas imágenes generadas a partir del conjunto de entrenamiento. Esta práctica se realiza con el objetivo de verificar la correcta aplicación de las transformaciones a las imágenes. Al observar visualmente las muestras generadas, se asegura una comprensión inmediata de cómo las transformaciones, como estiramiento, zoom, rotación, entre otras, han afectado a las imágenes, permitiendo así una evaluación rápida y efectiva del proceso de aumento de datos, en la **Figura 7** se observa las modificaciones .

Figura 7

Visualización de imágenes transformadas.

```
Found 960 images belonging to 3 classes.
Found 240 images belonging to 3 classes.
```



Se emplea un modelo pre entrenado como base, específicamente **MobileNetV2**, el cual será modificado según nuestras necesidades. Para realizar pruebas, se utiliza el concepto de "feature vectors", que consiste en aprovechar la red sin incluir su última capa. Esta estrategia nos permite utilizar las características aprendidas por el modelo base sin incorporar la capa de salida, lo que resulta útil en escenarios de evaluación y ajuste fino, facilitando la adaptación del modelo a tareas específicas sin afectar las características previamente aprendidas.

Para congelar los parámetros, como pesos y sesgos, de un modelo, simplemente se asigna el valor False a la variable trainable en el código. Esta acción tiene el efecto de inmovilizar los pesos y otros parámetros asociados, impidiendo que se actualicen durante el proceso de entrenamiento. Al congelar ciertos componentes del modelo, se preserva el conocimiento previamente adquirido en esas capas, lo que puede ser crucial en situaciones de ajuste fino o transferencia de aprendizaje.
Después de completar la configuración previa, se procede a la creación del modelo utilizando la interfaz **Sequential** de **Keras**. En este proceso, se toma el objeto **MobileNetV2** como parámetro, y se agrega una nueva capa densa con 3 neuronas, seguida de una función de activación softmax. Este enfoque permite adaptar el modelo base MobileNetV2 a la tarea específica que estamos abordando, incorporando

una capa final que produce la salida deseada con una activación **softmax**, comúnmente utilizada en problemas de clasificación para obtener probabilidades normalizadas.

Softmax: es una función de activación utilizada comúnmente en la capa de salida de un modelo de red neuronal, especialmente en problemas de clasificación multiclase.
Procedemos a imprimir el modelo con el objetivo de visualizar el tamaño final de los datos a entrenar. Esta práctica nos proporciona información esencial sobre la arquitectura del modelo, incluyendo el número total de parámetros, capas, y otras características relevantes. La observación del resumen del modelo es crucial para comprender la complejidad de la red y asegurarnos de que se alinee adecuadamente con los requisitos de la tarea que estamos abordando.

El número de parámetros a entrenar son : 2,257,984

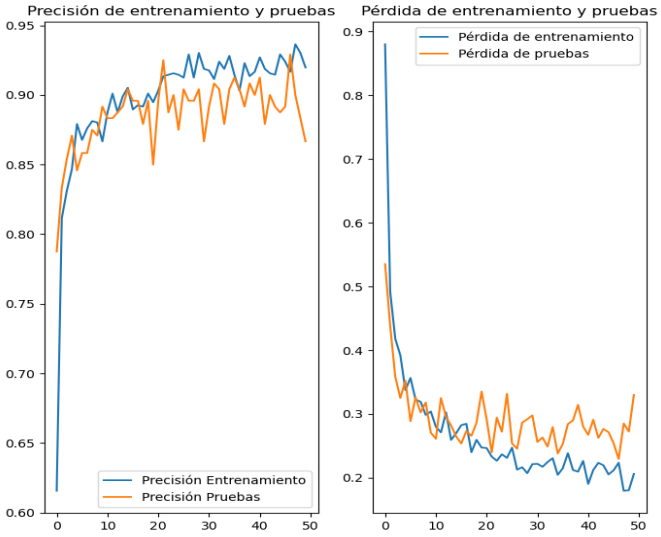
Una vez el modelo compilado, el siguiente paso consiste en iniciar el proceso de entrenamiento del modelo, estableciendo un número de épocas igual a 50. Durante este período, el modelo aprenderá de los datos de entrenamiento, ajustando sus pesos y parámetros para minimizar la función de pérdida. (Triunfa Emprendiendo, 2024)
El número de épocas representa la cantidad de veces que el modelo procesa la totalidad del conjunto de entrenamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de entrenamiento, se lleva a cabo la representación gráfica de la precisión tanto en el conjunto de entrenamiento como en el conjunto de pruebas, así como de la pérdida en el conjunto de entrenamiento. Estas visualizaciones proporcionan una perspectiva clara del rendimiento del modelo a lo largo de las épocas, en la **Figura 8** se puede observar el comportamiento.

Figura 8

Grafica de precision de entrenamiento y pruebas, grafica de perdida de entrenamiento y pruebas



Concluido la precision de entrenamiento y pruebas, y perdida de entrenamiento y pruebas Se crea una función para categorizar nuestra imagen por medio de una URL aplicando las normalizaciones necesarias para poder predecir.

Figura 9

Imagen de la URL proporcionada a el codigo



1/1 [==============================] - 0s 269ms/step ***Avispa***

La eficiencia en los resultados del entrenamiento de imágenes utilizando TensorFlow y Keras es notable. Estas herramientas, que son ampliamente reconocidas en el campo de la inteligencia artificial, demuestran su eficacia al acelerar el proceso de entrenamiento. Uno de los inconvenientes es la limitación de muestras asignadas para el entrenamiento, pero el aumento de estas requiere un mayor procesamiento de cómputo.

CONCLUSIÓN

La combinación de TensorFlow y Keras no solo ofrece un marco robusto para el desarrollo de modelos de redes neuronales, sino que también optimiza significativamente el tiempo y los recursos necesarios durante la fase de entrenamiento de imágenes.

El desarrollo se presenta altamente adaptable a una diversidad de problemas específicos relacionados con el reconocimiento de imágenes, desde identificar tipo de objetos hasta encontrar patrones en sistemas médicos, como identificación temprana de enfermedades

Previo a la implementación definitiva, resulta esencial llevar a cabo pruebas más exhaustivas con el objetivo de minimizar cualquier sesgo de errores y garantizar una predicción más precisa. Estas pruebas adicionales son fundamentales para afinar el modelo y mejorar su capacidad predictiva, contribuyendo así a la obtención de resultados más precisos y confiables.

Finalmente, el entrenamiento de imágenes con inteligencia artificial proporciona soluciones prácticas y efectivas para abordar problemas cotidianos como medicina, seguridad y vigilancia, interacción hombre máquina, etc… mejorando la eficiencia y la calidad en diversas áreas de la vida.

REFERENCIAS

Adam Gibson, Josh Patterson. (2017). Deep Learning: A Practitioner's Approach. Primera edición. O'Reilly Media

Aurélien Géron. (2019). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. Segunda edición. O'Reilly Media

Chollet, F. (2017). Deep Learning with Python. Primera edición. Manning Publications.

Felipe Lara, (s.f.), Fundamentos de Redes Neuronales Artificiales, Laboratorio de Cibernetica Aplicada Centro de Instrumentos UNAM.

Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. (2016). Deep Learning Número de edición: Primera edición. MIT Press

Ivan Vasilev, Daniel Slater. (2019). Python Deep Learning. Primera edición. Packt Publishing

Manning Publications Co.(2021). Deep learning with Python. Segunda edición. Manning

Maxim Lapan. (2018). Deep Reinforcement Learning Hands-On Número de edición: Primera edición. Packt Publishing

Minsky, M., & Papert, S. (1969). Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry. Primera edición. MIT Press

Paul Fergus • Carl Chalmers. (2022). Applied DeepLearning. Primera edición. Springer

Rajalingappaa Shanmugamani. (2018). Deep Learning for Computer Vision Número de edición. Primera edición. Packt Publishing

Ragav Venkatesan and Baoxin Li (2018). Convolutional Neural Networks in Visual Computing. Primera edición. Crc press

Triunfa Emprendiendo (2024). Guia completa sobre el entrenamiento de máquinas con inteligencia artificial. https://triunfaemprendiendo.com/como-se-entrena-a-una-maquina-para-aprender-con-inteligencia-artificial/.

Sejnowski, T. J. (2018). The Deep Learning Revolution. Primera edición. The MIT Press.

Seth Weidman. (2019). Deep Learning from Scratch. Segunda edición. o'reilly

SHIH-CHIA HUANG , TRUNG-HIEU LE. (2021). Principles and Labs for Deep Learning. Primera edición. Academic Press

Stevens, E., Antiga, L., & Viehmann, T. (2019). Deep Learning with PyTorch. Primera edición. Manning Publications.

Toomey, D. (2018). Jupyter for Data Science. Primera edición. Packt Publishing.

Umberto Michelucci. (2021). Applied DeepLearning With tensorFlow 2. Segunda edición. Apress

Aplicación Batch en adsorción de Violeta Cristal y Verde Bromocresol con fruto de encino (*Quercus Rubra*)

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.781

Erika García Domínguez[1], Rosalba Ramírez Noriega[2]

[1]*Tecnológico Nacional de México-Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso/e-mail: erikagarcia.tessfp@gmail.com*
[2]*Tecnológico Nacional de México-Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso/e-mail: rrosal.no@gmail.com*

Línea de investigación: Ciencia básica en Ingeniería Química

Resumen

Se evaluó el comportamiento de adsorción de los colorantes Verde Bromocresol y Violeta Cristal con respecto al tiempo de contacto con la biomasa del fruto de encino (*Quercus Rubra*) en experimento batch. Se prepararon las disoluciones acuosas a concentración a 0.01g/500mL respectivamente para cada colorante. Se pesaron 2g de la biomasa se colocaron en vasos de precipitado con 50 mL de las disoluciones de cada colorante respectivamente, y se pusieron en agitación a 120 rpm durante 15, 30 y 60 minutos, posteriormente se filtraron y el efluente se llevó al espectrofotómetro UV para el Violeta Cristal a 590 nm y el Verde Bromocresol a 615 nm. El mejor porcentaje de adsorción fue para el Violeta Cristal con un 95% a la concentración de 0.01g/500 mL y para el Verde Bromocresol fue de 87% a la misma concentración y ambos colorantes al tiempo de contacto de 30 minutos. Concluyendo que la biomasa presenta características de adsorción para el tratamiento de aguas contaminadas con colorantes sintéticos.

Palabras clave: Adsorción, Verde Bromocresol, Violeta Cristal.

Abstrac

The adsorption behavior of the Bromocresol Green and Crystal Violet dyes was evaluated with respect to the contact time with the biomass of the oak fruit (Quercus Rubra) in a batch experiment. The aqueous solutions were prepared at a concentration of 0.01g/500 mL respectively for each dye. 2g of the biomass were weighed, placed in beakers with 50 mL of the solutions of each dye respectively, and stirred at 120 rpm for 15, 30 and 60 minutes, subsequently filtered and the effluent was taken to the UV spectrophotometer. for Crystal Violet at 590 nm and Bromocresol Green at 615 nm. The best adsorption percentage was for Crystal Violet with 95% at a concentration of 0.01g/500m L and for Bromocresol Green it was 87% at the same concentration and both dyes at a contact time of 30 minutes. Concluding that biomass presents adsorption characteristics for the treatment of water contaminated with synthetic dyes.

Keywords: Adsorption, Bromocresol Green, Crystal Violet.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se continua con la búsqueda del tratamiento del agua residuales principalmente contaminada por colorantes sintéticos. En la búsqueda de tratamientos sustentables, se encuentra el fruto del árbol encino (*Quercus Rubra*), que se considera como un residuo debido a que tiene la característica que cuando va madurando pierde humedad hasta queda totalmente seco y en verde tiene un sabor amargo. De acuerdo con García, D. E, y col., (2018). se evaluaron la eficiencia de adsorción de la biomasa del fruto del encino (*Q. Rubra*) en base seca, mediante el diseño de una columna de lecho empacado a tres arreglos diferentes (membrana-biomasa) y a 3 alturas de 10, 15 y 20 cm con un diámetro de 3 cm, para soluciones acuosas Rojo Congo (RC) y Azul de Metileno (AM) a concentraciones de 100 ppm, respectivamente. Donde la biomasa remueve hasta 99% de la concentración inicial del colorante AM, con la columna empacada a 15 cm y el 99 % de remoción del RC a una altura de empacado de 20 cm, presentando características de adsorción la biomasa. y que estos sean eficientes y económicos, así como con ventajas ambientales. De acuerdo con García y col., (2023), emplearon columnas de lecho fijo empacadas con residuos del fruto de encino (*Q. Rubra*) para evaluar la capacidad de adsorción de disoluciones acuosas de Violeta Cristal y Verde Bromocresol. Presentándose los mejores resultados para el violeta cristal con el 96.04%.

Por lo que el propósito de esta investigación fue la evaluación de capacidad adsorbente de residuos del fruto de encino (*Q. Rubra*) sobre disoluciones acuosas de Violeta Cristal y Verde Bromocresol. Los experimentos se realizaron tipo batch a tres diferentes tiempos de contacto entre la disolución de los colorantes y la biomasa.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El objetivo general fue evaluar de capacidad adsorción de los residuos del fruto de encino (*Q. Rubra*) en tipo batch para disoluciones acuosas de Violeta Cristal y Verde Bromocresol respectivamente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar experimentos batch con las disoluciones acuosas de Violeta Cristal y Verde Bromocresol con la biomasa,
Determinar el porcentaje de adsorción de cada colorante.

OBJETO DE ESTUDIO

De acuerdo con García y col., (2023), emplearon columnas de lecho fijo empacadas con residuos del fruto de encino (*Q. Rubra*) para evaluar la capacidad de adsorción de disoluciones acuosas de Violeta Cristal y Verde Bromocresol. Presentándose los mejores resultados para el Violeta Cristal con el 96.04%. De acuerdo con estos antecedentes se tiene como propósito continuar con la investigación de esta biomasa del fruto de encino para observar su comportamiento de adsorción tipo batch en la remoción de colorantes sintéticos.

METODOLOGÍA

Esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de investigación del departamento de Ingeniería Química del Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso – Tecnológico Nacional de México. Primero se le dio un tratamiento físico a la biomasa (lavado, secado, molienda y tamizado). Se prepararon las disoluciones de los colorantes, después se desarrolló el experimento tipo batch a tres tiempos 15, 30 y 60 minutos de contacto con las disoluciones a 120 rpm.

FASES DEL DESARROLLO 1:

Tratamiento físico de biomasa.

El fruto de encino (*Q. Rubra)* se recolecto en seco en el municipio San Felipe del Progreso, en mayo-julio, el tratamiento consistió en la selección del fruto se le quito la cáscara y la semilla, como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Fruto de Encino (*Q. Rubra*).



Molienda y tamizado.
La molienda se realizó en un molino de discos, y se tamizo (figura 2) con la malla 30 obteniendo un tamaño de partícula de 595 micrones, después se almaceno en un frasco de vidrio.

Figura 2
Proceso de Molienda del Fruto de Encino (Q. Rubra).



FASES DEL DESARROLLO 2:

Preparación de las disoluciones acuosas de los colorantes.
Para la preparación de las disoluciones acuosas fueron a una concentración de 0.01g en 500 mL de agua destilada para cada uno de los colorantes Violeta Cristal y Verde Bromocresol, respectivamente.
Preparación de la curva de calibración.
Se realizaron diluciones a partir de la concentración inicial de cada colorante (figura 3). Posteriormente se dio lectura en el espectrofotómetro UV a 590 nm para el Violeta Cristal a y 615 nm para el Verde Bromocresol.

Figura 3
Diluciones de Violeta Cristal y Verde Bromocresol.



FASES DEL DESARROLLO 3:

Desarrollo experimental batch.
Se pesaron 2 g de la biomasa y se colocaron en vasos de precipitado, posteriormente se añadieron 50 mL de las disoluciones de cada colorante respectivamente. Se colocaron en un shaker a 120 rpm a los tiempos de 15, 30 y 60 minutos de contacto (figura 4). Para cada colorante se realizaron 3 repeticiones con un tamaño de muestra de 3, con su respectivo testigo. Pasado el tiempo se filtraron los tratamientos y el efluente se llevó a lectura en el espectrofotómetro UV para obtener los datos absorbancia.
La determinación de la longitud de onda se obtuvo a partir de la máxima absorbancia de las bandas espectrales en cada colorante para el Violeta Cristal fue a 590 nm y el Verde Bromocresol a 615 nm.

Figura 4
Experimento batch.



Para el cálculo de la capacidad de adsorción de la biomasa del fruto de encino (*Q. Rubra)*, se utilizó la ecuación (1) (Cano, y col., 2017).

$$\%\ de\ Remoción = \frac{Absi - Absf * 100}{Abs\ i} \qquad (1)$$

donde:
Abs_i es la absorbancia del colorante sin tratamiento
Abs_f es la absorbancia después del tratamiento

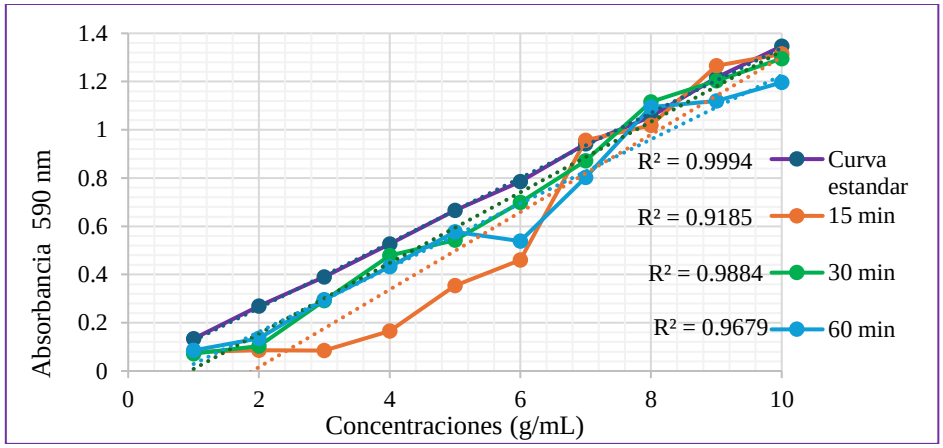
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se muestran los valores de absorbancia de la curva estándar, así como los valores de absorbancia para el Violeta Cristal a los tiempos de contacto de 15, 30 y 60 minutos. En la figura 5 que representa gráficamente los valores de absorbancia de la curva estándar del colorante Violeta Cristal y las absorbancias de los tratamientos a los tres tiempos, donde se observa que el tiempo que más se ajusta a la línea de la curva estándar con un coeficiente de correlación de $R^2 = 0.9994$ es el tiempo de 30 minutos con un $R^2 = 0.9884$.

Tabla 1
Datos de absorbancia de Violeta Cristal a 0.01 g/mL

Violeta Cristal -Absorbancia (nm)		Tiempo (minutos)		
Concentración (g/mL)	Curva estándar	15	30	60
1	0.1337	0.0790	0.0721	0.0856
2	0.2695	0.086	0.103	0.1346
3	0.3893	0.0854	0.2923	0.2957
4	0.5267	0.1652	0.4789	0.4326
5	0.666	0.3547	0.5423	0.5772
6	0.7851	0.4598	0.6989	0.5389
7	0.9415	0.9567	0.8721	0.8023
8	1.0541	1.0185	1.1156	1.0942
9	1.2168	1.2655	1.2031	1.1194
10	1.3467	1.3141	1.2952	1.1963

Figura 5
Gráfica de absorbancias del Violeta Cristal



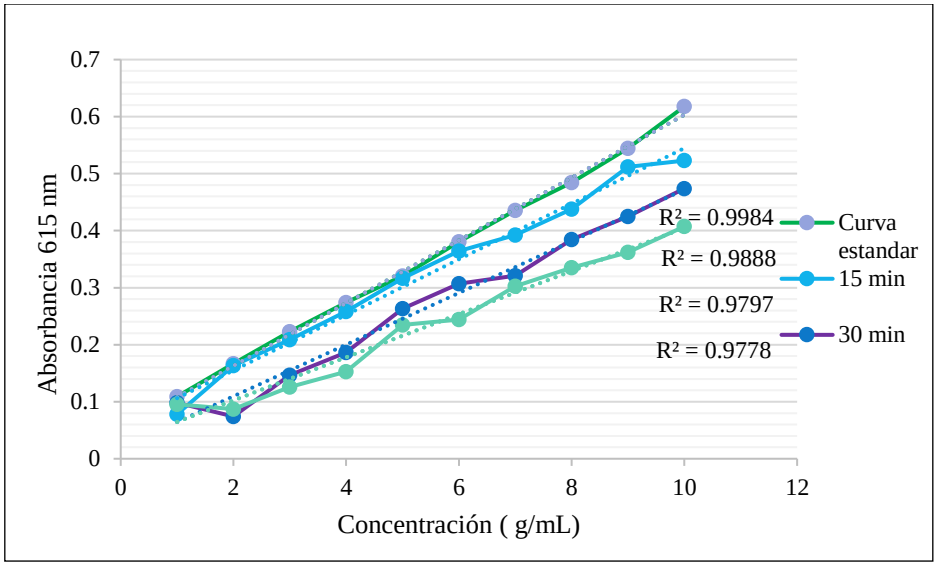
En la tabla 2, se muestran los valores de absorbancia de la curva estándar, así como los valores de absorbancia para el Verde Bromocresol a los tiempos de contacto de 15, 30 y 60 minutos. En la figura 6 que representa gráficamente los valores de absorbancia de la curva estándar del colorante Violeta Cristal y las absorbancias de los tratamientos a los tres tiempos, donde se observa que el tiempo que más se ajusta a la línea de la curva estándar con un coeficiente de correlación de $R^2 = 0.9984$ es el tiempo de 15 minutos con un $R^2 = 0.9888$.

Tabla 2
Datos de absorbancia para Verde Bromocresol a 0.01 g/mL

Verde Bromocresol -Absorbancia (nm)		Tiempo (minutos)		
Concentración (g/mL)	Curva estándar	15	30	60
1	0.109	0.0781	0.0984	0.0954
2	0.1665	0.1635	0.0742	0.0871
3	0.2227	0.2086	0.1467	0.1258
4	0.2738	0.2581	0.1862	0.1526
5	0.3207	0.3165	0.2635	0.2346
6	0.3805	0.3642	0.3073	0.2439
7	0.4357	0.3925	0.3213	0.3026
8	0.4843	0.4378	0.3847	0.3351
9	0.5444	0.5121	0.4251	0.3621
10	0.6178	0.5229	0.4739	0.4073

Figura 6

Gráfica de absorbancias del Verde Bromocresol



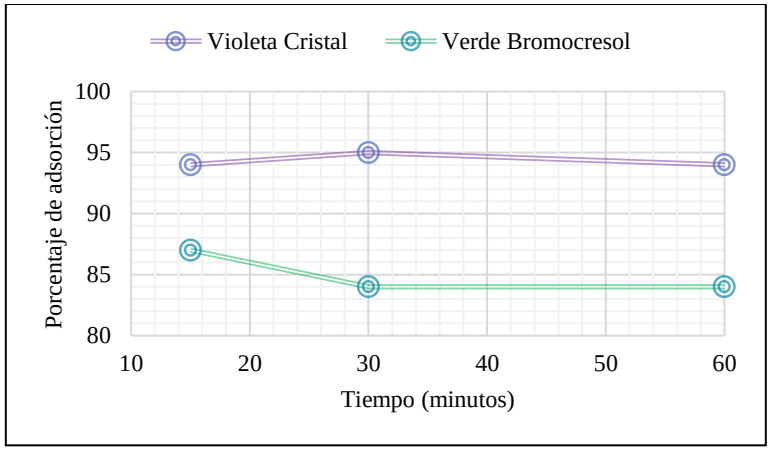
En la tabla 3, se presentan los porcentajes de adsorción de los dos colorantes, teniendo el Violeta Cristal un porcentaje del 95% al tiempo de 30 minutos y para el Verde Bromocresol el de 15 minutos con un porcentaje del 87%, así también se muestra en la figura 7 el comportamiento grafico de los porcentajes de adsorción, donde se observa que el Violeta Cristal se mantiene casi constante, el Verde Bromocresol tiende a disminuir el porcentaje conforme el tiempo de contacto con la biomasa aumenta. En la investigación por García y col., (2023), emplearon columnas de lecho fijo empacadas con residuos del fruto de encino (*Q. Rubra*) con los colorantes Violeta Cristal y Verde Bromocresol, teniendo el mayor porcentaje de adsorción el Violeta Cristal con un 96.04%

Tabla 3

Porcentajes de adsorción de los colorantes

Tratamiento	**Violeta Cristal (0.01g/500mL)**			**Verde Bromocresol (0.01g/500mL)**		
Cantidad de biomasa 2.0 g	**Absorbancia (λ = 590 nm)**			**Absorbancia (λ= 615 nm)**		
Tiempo (min)	15	30	60	15	30	60
Absorbancia del colorante sin tratamiento (Abs_i)	1.3467	1.3467	1.3467	0.6178	0.6178	0.6178
Absorbancia después del tratamiento (Abs_f)	0.0790	0.0721	0.0856	0.0781	0.0984	0.0954
Porcentaje de remoción (%)	94	**95**	94	**87**	84	84

Figura 7
Gráfica del porcentaje de adsorción de los colorantes



CONCLUSIÓN

Los residuos del fruto del árbol de encino ha sido una biomasa con características adsorbentes para el tratamiento de estos colorantes sintéticos, por lo tanto, la biomasa se puede considerar como un material sustentable en los procesos de remoción. Tal como lo menciono García y Ramírez (2023) que los residuos del fruto de encino tienen la capacidad de remover colorantes sintéticos en soluciones acuosas.

REFERENCIAS

García D. Erika, García L. Marcelo, Moreno R. Gabriel. 2018. "Remoción de colorantes sintéticos mediante una columna de adsorción empacada con biomasa del fruto de encino". Revista de divulgación Ciencia y algo más. Año 4, No. 8 julio-septiembre de 2018. ISSN 2007-8161. Pag. 18-23.

García Domínguez, E., Ramírez Noriega, R. (2023). "Perfiles de remoción de colorantes químicos en columna de lecho fijo con *Quercus Rubra*". DOI:10.60968/iaet.3594-035X.662. Pág.175-180. Revista Investigación Aplicada, un enfoque en la Tecnología. 15 de junio. Disponible en: https://www.investigacionaplicadarevista.com/revistas

Revista Indexada y Arbitrada Folio Latindex: 28438. DOI10.60968/iaet.3594-035X

García Domínguez, E., Ramírez Noriega, R. (2023). "Validación de la Remoción de colorantes Verde y Azul Bromocresol con el fruto de Encino". Congreso International de Investigación Academia Journals Chiapas. 24 junio Chiapas, México. www.academiajournals.com.

Transculturalización en la UTD: Usos y Consecuencias Potenciales

10.60968/iaet.3594-035X.793

M. Ed. José M. Hernández García.[1], Dr. Salvador Álvarez Mercado.[2]

[1]Universidad Tecnológica de Durango
Durango, México.
jose.hernandez@utd.edu.mx
[2]Universidad Tecnológica de Durango
Durango, México.
salvador.alvarez@utd.edu.mx

Línea de investigación: Inclusión e integración educativa.

Resumen

La Universidad Tecnológica de Durango (UTD) ha sido durante catorce años un faro de educación superior en la región. Sin embargo, en los últimos cinco años, se ha visto un proceso gradual pero significativo de transculturización de la educación en esta institución. Este fenómeno, que involucra la introducción de valores y enfoques de grupos étnicos de la región y alumnos extranjeros, ha traído consigo una serie de implicaciones que merecen nuestra atención. Afortunadamente, también existen soluciones que pueden ayudar a restablecer el equilibrio y preservar la identidad cultural de la UTD, uno de los aspectos más notables de la transculturización en la UTD es la creciente adopción de modelos educativos foráneos, en detrimento de las tradiciones y prácticas académicas locales. En este artículo se presenta el resumen de propuestas de solución que se hacen a lo largo del artículo, sus consecuencias, y sugerencias para tratar con dichas consecuencias.

Abstract

The Universidad Tecnológica de Durango (UTD) has been a beacon of higher education in the region for fourteen years. However, over the past five years, there has been a gradual yet significant process of transculturation of education within this institution. This phenomenon, which involves the introduction of values and approaches from ethnic groups in the region and foreign students, has brought with it a series of implications that deserve our attention. Fortunately, there are also solutions that can help restore balance and preserve the cultural identity of UTD. One of the most notable aspects of transculturation at UTD is the increasing adoption of foreign educational models, to the detriment of local academic traditions and practices. This article presents a summary of proposed solutions discussed throughout the text, their consequences, and suggestions for addressing those consequences.

INTRODUCCIÓN

La globalización ha abierto las puertas a nuevas perspectivas y enfoques educativos, ocasionando que pueda llegar a perderse de vista la importancia de mantener nuestra identidad cultural y educativa, originado con ello que un efecto que puede llevar a la pérdida de nuestra historia y valores locales, lo que a su vez podría erosionar la relación de la UTD con la comunidad a la que sirve.

En el contexto globalizado y diverso del siglo XXI, la educación universitaria se enfrenta a un desafío trascendental: cómo abordar la creciente interconexión de culturas y la diversidad cultural en el ámbito académico. Este fenómeno, conocido como *transculturización*, implica la interacción y fusión de diferentes culturas en una sociedad cada vez más interdependiente. En el ámbito de la educación superior, la transculturización plantea interrogantes fundamentales sobre la formación de ciudadanos globales, la promoción de la comprensión intercultural y la adaptación de los sistemas educativos para abrazar esta realidad.

Este trabajo se adentrará en el concepto de transculturización y explorará cómo se manifiesta en la educación universitaria, más específicamente en el caso de la Universidad Tecnológica de Durango (UTD). Abordaremos las implicaciones de la transculturización en la experiencia de aprendizaje, la diversificación de los programas académicos, la interacción entre estudiantes y docentes de diferentes trasfondos culturales, y la formación de una ciudadanía globalmente consciente. Además, se analizarán las estrategias pedagógicas y las políticas institucionales que pueden facilitar una educación universitaria efectiva y enriquecedora en un contexto transcultural. La importancia del fenómeno de transculturización en la educación universitaria es significativa por varias razones clave. Un ejemplo sería la preparación para un mundo globalizado, ya que los graduados universitarios se enfrentan a la necesidad de interactuar y trabajar con personas de diversas culturas. Por ello se dice que la transculturización en la educación universitaria les proporciona las habilidades y la sensibilidad necesarias para sobresalir en entornos internacionales y multiculturales.

Por otro lado, la transculturización en la educación universitaria fomenta la comprensión intercultural, promoviendo la comprensión y el respeto hacia las diferentes culturas. Es común en la UTD escuchar la afirmación de que los estudiantes universitarios que experimentan la transculturización están mejor equipados para comprender y comunicarse efectivamente con personas de orígenes culturales diversos, lo que es esencial para la colaboración y la resolución de problemas en un mundo global. Todo ello se manifiesta en el enriquecimiento de la experiencia de aprendizaje y conocimientos de diferentes culturas en el aula enriquece la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, con ello se les brinda la oportunidad de ver los problemas desde múltiples puntos de vista y estimula el pensamiento crítico y la creatividad.

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

Objetivo General:

Analizar las implicaciones de la transculturización en la educación universitaria de la UTD y proponer estrategias para equilibrar la diversidad cultural con la identidad institucional.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el impacto de los modelos educativos extranjeros en las prácticas académicas locales.
- Identificar los desafíos y oportunidades que enfrentan los estudiantes y docentes en un entorno multicultural.
- Proponer políticas educativas que integren elementos culturales locales en el currículo académico.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio es el proceso de transculturización en la Universidad Tecnológica de Durango, enfocándose en su impacto sobre los estudiantes, docentes y el currículo académico.

METODOLOGÍA

Se utiliza un enfoque cualitativo para analizar datos obtenidos a través de entrevistas con estudiantes y docentes, así como revisiones documentales de políticas educativas y currículos. Se realizaron estudios de caso para profundizar en experiencias específicas dentro de la UTD.

La Multiculturalidad en la Educación Universitaria, en la UTD

La Universidad Tecnológica de Durango inicia actividades académicas el 07 de septiembre de 2009, con una matrícula inicial de 159 estudiantes distribuidos en cuatro carreras: Tecnologías de la Información y Comunicación, Clasificación Arancelaria y Despacho Aduanero, Energías Renovables área Calidad y Ahorro de Energía y Mecatrónica.

En septiembre de 2010, con el objeto de atender el Programa de Fortalecimiento y Consolidación del Modelo Educativo del Subsistema de Universidades Tecnológicas, en el que señala que el diseño de los Programas Educativos deberá estar basado en Competencias Profesionales. Los Programas Educativos de Técnico Superior Universitario se integran en Familia de Carreras, por lo que la denominación de los Programas Educativos cambia de Mecatrónica a Mecatrónica Área: Sistemas de Manufactura Flexible y de Clasificación Arancelaria y Despacho Aduanero a Operaciones Comerciales Internacionales, Área: Clasificación Arancelaria y Despacho Aduanero.

Durante el mes de septiembre de 2011, se obtiene la autorización para ofrecer en la UTD nivel ingeniería, aperturando las ingenierías de: Energías Renovables, Tecnologías de la Información, Mecatrónica y Logística Internacional. Teniendo un ingreso de 76 alumnos. En septiembre 2014 se apertura la Unidad Académica Bilingüe Internacional Sustentable de la UTD, con una matrícula de 170 alumnos en las carreras de: Operaciones Comerciales Internacionales, Mecatrónica y Desarrollo de Negocios.

La Universidad UTD cuenta con instalaciones de primer nivel, lo que permite brindar la oportunidad a los estudiantes de tener un primer acercamiento con los mejores equipos y sistemas similares al entorno productivo y empresarial, lo que les facilitará su inserción

laboral y propicia una permanente y benéfica competitividad, la relación entre la calidad de las instalaciones y la inserción laboral de los estudiantes es directa., ya que los alumnos adquieren experiencia con herramientas y tecnologías de vanguardia, esto reduce el tiempo de adaptación en el lugar de trabajo. Por lo tanto, los graduados de la Universidad UTD tienen una ventaja competitiva en el mercado laboral, lo que les permite encontrar empleo más fácilmente y avanzar en sus carreras de manera más eficiente.

Estas condiciones genero la llegada de estudiantes de origen étnico de los estados de Durango, Zacatecas y Sinaloa, así como aspirantes de países tales como Ecuador y Bolivia; Sin embargo, se subraya que la Universidad Tecnológica de Durango (UTD) no estaba completamente preparada para recibir a estos estudiantes, lo que sugiere que no disponía de las condiciones adecuadas para atender sus necesidades específicas y proporcionarles una educación de calidad.

La integración exitosa de estudiantes de diferentes orígenes étnicos y estudiantes extranjeros en una universidad requiere una serie de condiciones de infraestructura y capital humano docente. Como son entre otras, infraestructura adecuada, espacios de estudio y áreas comunes que fomentan la interacción entre estudiantes de diferentes culturas, oficinas de asuntos internacionales o equivalentes para ayudar a los estudiantes extranjeros con visas, trámites y asuntos relacionados, servicios de asesoramiento académico y psicológico que tengan en cuenta las necesidades específicas de estos grupos de estudiantes, diversidad en el cuerpo docente y personal, programas de apoyo académico, programas de tutoría y asesoramiento académico para ayudar a los estudiantes a superar desafíos académicos y políticas y prácticas que fomentan un ambiente inclusivo y libre de discriminación, desde luego recursos financieros.

La transculturización en la educación superior: un imperativo para preparar a las generaciones futuras

A medida que nuestras sociedades continúan experimentando una creciente interculturalidad, comprender y abrazar la transculturización en la educación superior se vuelve imperativo para preparar a las generaciones futuras para un mundo cada vez más interconectado y diverso. Este trabajo busca arrojar luz sobre este importante fenómeno y proporcionar *insights* valiosos para la formulación de políticas y prácticas educativas más inclusivas y efectivas en el ámbito universitario, además, la transculturización también puede tener implicaciones económicas.

En su trabajo, López (2018), señala que la dependencia excesiva de materiales y métodos de enseñanza extranjeros puede generar experiencias de aprendizaje que no necesariamente estén vinculadas a la realidad local. Esta dependencia, además, podría provocar costos significativamente más altos para los estudiantes, presentando un obstáculo para que aquellos de recursos limitados puedan acceder a una educación de calidad. Esto representa un área de oportunidad para la UTD, pues uno de los principios fundamentales de esta universidad es brindar oportunidades de educación accesibles a todos.

Por otro lado, la transculturización puede ofrecer una experiencia homogénea de la educación superior, sin limitar la diversidad de pensamiento y enfoques. Sería importante buscar, a la par, mantener como prioridad el desarrollo de habilidades para proponer soluciones innovadoras y contextuales a los desafíos locales. La UTD debe mantenerse comprometida con la promoción de la creatividad y la diversidad de pensamiento entre sus estudiantes y docentes.

A pesar de estas implicaciones, es importante destacar que la transculturización no tiene por qué ser un proceso negativo, ya que puede enriquecer la experiencia educativa al exponer a los estudiantes a diferentes perspectivas y prácticas. Sin embargo, es esencial que este proceso sea equilibrado y se lleve a cabo de manera consciente y reflexiva.

En busca de soluciones, la UTD podría considerar la implementación de políticas que promuevan una mayor integración de elementos culturales locales en el plan de estudios. Esto podría incluir la incorporación de contenidos relacionados con la historia, tradiciones y valores regionales en los programas académicos. Además, se podrían establecer alianzas con instituciones educativas extranjeras que compartan una visión de educación global pero contextualizada, lo que permitiría un intercambio beneficioso de ideas y recursos. Es evidente que un factor a considerar es la capacitación y el desarrollo profesional continuo de los docentes quienes también desempeñan un papel fundamental en abordar la transculturización de manera efectiva. Los educadores deben estar preparados para adaptar sus métodos de enseñanza a las necesidades y contextos locales, manteniendo al mismo tiempo una perspectiva global.

Los propósitos de la investigación sobre la transculturización en la educación universitaria son diversos y abarcan una amplia gama de objetivos. Algunos de los propósitos clave incluyen:

- *Comprender la diversidad cultural*: La investigación sobre multiculturalidad en la educación universitaria busca comprender las diferentes culturas presentes en el entorno universitario, incluyendo las perspectivas culturales, valores, creencias y prácticas de los estudiantes y el personal académico.
- *Fomentar la inclusión y la equidad*: Uno de los principales objetivos es promover un ambiente educativo inclusivo y equitativo, donde los estudiantes de diversas culturas se sientan bienvenidos, respetados y valorados, y donde tengan igualdad de oportunidades para aprender y tener éxito académico.

La inclusión y la gestión de la diversidad cultural en la educación superior son fundamentales para crear un entorno en el que todos los estudiantes se sientan valorados y tengan igualdad de oportunidades, integrar perspectivas y contenidos interculturales en los planos de estudio y en la enseñanza, de manera que reflejen la diversidad cultural y promuevan la comprensión intercultural, es definitivamente una estrategia básica; sin embargo, las estrategias pueden variar según la institución y su contexto específico, pero en conjunto, ayudan a crear un ambiente educativo enriquecedor y equitativo que valora y celebra la diversidad cultural. Esta reflexión lleva a analizar la situación específica de la Universidad Tecnológica de Durango.

La transculturización en la UTD acciones e implicaciones

El problema de la transculturización de la educación en la UTD presenta una serie de características y rasgos distintivos que reflejan su complejidad y sus implicaciones en la comunidad académica. Estos rasgos resaltan la necesidad de un análisis detenido y concretos para abordar el fenómeno.

Primero, la diversidad Étnica de los Alumnos: La UTD atiende a estudiantes provenientes de diversas regiones de Durango, algunas de las cuales albergan comunidades indígenas. Esto implica la existencia de una diversidad étnica en el cuerpo estudiantil, con culturas, idiomas y tradiciones propias que deben ser respetadas y preservadas en el proceso educativo.

Segundo, alumnos Extranjeros: La UTD ha atraído un número creciente de estudiantes extranjeros que buscan obtener una educación de calidad en México. La presencia de estos alumnos enriquece la experiencia educativa, pero también plantea desafíos en términos de integración, adaptación cultural y comunicación efectiva.

Si bien es importante considerar a los alumnos, no menos importante es considerar a los profesores extranjeros, para promover la internacionalización. La UTD ha recibido a docentes extranjeros con experiencia internacional. Si bien esto puede aportar perspectivas valiosas, también puede generar tensiones en términos de métodos de enseñanza, expectativas culturales y comprensión mutua entre profesores y estudiantes locales y extranjeros. Si bien se ha buscado que los profesores ofrezcan experiencias de aprendizaje similares para todo el estudiantado, esto ha traído una tendencia hacia la adopción de modelos educativos y materiales extranjeros. Los potenciales retos para ello se han mencionado anteriormente en este trabajo, pues también esto puede conducir hacia la pérdida de la perspectiva multicultural de los estudiantes, reduciendo la adaptabilidad y la relevancia de la educación para la realidad local de la UTD.

La dependencia de recursos educativos extranjeros, como libros de texto y software, puede resultar en costos adicionales para los estudiantes, lo que a su vez puede limitar el acceso a una educación de calidad para aquellos con recursos limitados, como lo son los alumnos de origen étnico, así como la crisis de identidad cultural, ya que la UTD se encuentra en un delicado equilibrio entre la adopción de enfoques globales y la preservación de su identidad cultural y regional. La falta de una estrategia clara de transculturización puede llevar a una crisis de identidad y a la pérdida de la conexión entre la institución y su comunidad local.

Relaciones y Aspectos de Interés a Estudiar

Para abordar los retos que trae consigo la transculturización de la educación en la UTD, es esencial considerar las relaciones, situaciones y aspectos específicos que deben ser estudiados con atención. Por ejemplo, se deben analizar las relaciones entre estudiantes de grupos étnicos locales y aquellos de otras regiones y culturas, mejor llamadas como relaciones interétnicas. Esto incluye la promoción de la comprensión intercultural y la prevención de conflictos, debiendo además considerar la integración de alumnos extranjeros y su integración en la vida académica y social de la UTD, con entornos inclusivos que fomenten la diversidad.

Otro punto importante a considerar es la formación docente, evaluando la preparación y el apoyo ofrecido a los profesores extranjeros y locales para adaptar sus métodos de enseñanza a la diversidad cultural y étnica de los alumnos. Si bien plan de estudios debe respetarse, los materiales educativos a utilizar pueden ser seleccionados y adaptados para reflejar la diversidad cultural y étnica, así como su relevancia para las necesidades locales. Resulta trascendente además considerar el acceso y costos educativos, debiendo investigar los desafíos económicos que enfrentan los estudiantes y las estrategias para garantizar un acceso equitativo a la educación. En este sentido, el trabajo de la Rosa Guadalupe Mendoza Zuany (2018), muestra cómo la sensibilización de los profesores hacia la diversidad cultural permite, la formación continua, pertinencia cultural del curriculum, lengua indígena, materiales educativos, infraestructura y equipamiento, así como gestión escolar.

Cabe resaltar que la transculturización de la educación en la UTD no implica la transformación de la identidad de la institución. Resulta necesario reflexionar sobre la identidad cultural y académica de la UTD para mantenerla en un entorno de globalización educativa, sin dejar de lado el abordaje efectivo de la diversidad cultural, con un enfoque integral que busque soluciones que promuevan una educación de calidad, inclusiva y contextualizada. Como afirma Smith (2020), “es innegable que la transculturización en la educación superior plantea desafíos significativos en la preservación de la identidad cultural local” (p. 57).

Más allá de los restos que presenta la multiculturalidad en la educación universitaria, existen elementos positivos que enriquecen la experiencia educativa de todos los estudiantes. Esta diversidad cultural y étnica en la UTD aportan significativamente a la formación de los estudiantes y profesores, con beneficios que merecen ser destacados.

La multiculturalidad fomenta la apertura mental y la tolerancia. Los estudiantes que interactúan con personas de diferentes culturas, antecedentes étnicos y puntos de vista están más dispuestos a comprender y respetar las diferencias. Esto es fundamental en un mundo cada vez más globalizado, donde la habilidad para trabajar con personas de diversas procedencias se ha convertido en una competencia esencial.

García (2019), señala varias razones fundamentales por las que la diversidad étnica y la presencia de estudiantes extranjeros en instituciones educativas requieren estrategias de adaptación y respeto intercultural. El trabajo de Nieto (2016) aborda algunas de estas estrategias, y resalta la importancia de crear ambientes inclusivos y equitativos en las escuelas para abordar la diversidad cultural y étnica en el aula, la cual prevendría la formación de subgrupos o la percepción de desigualdad debido a la diversidad étnica y cultural en las instituciones educativas. Su trabajo además enfatiza temas relacionados de igual importancia, como la educación multicultural y las formas en que los educadores reconocen el origen étnico y cultural de sus estudiantes, tomándolo en cuenta en la creación del ambiente de trabajo dentro de sus sesiones de clase.

Además, la interacción con personas de diferentes culturas enriquece la experiencia de aprendizaje al proporcionar perspectivas diversas sobre los temas. Las estrategias de adaptación y respeto intercultural pueden fomentar la participación activa de los estudiantes en discusiones interculturales, lo que promueve un pensamiento crítico y una comprensión más profunda de los temas.

La adopción indiscriminada de modelos educativos extranjeros puede, en ciertas circunstancias, erosionar la relevancia de la educación para las realidades locales (López, 2018). Esta preocupación se basa en varios factores importantes. Uno de ellos el contexto cultural y social, porque los modelos educativos extranjeros a menudo se desarrollan teniendo en cuenta las necesidades, valores y contextos específicos de sus países de origen. Como lo señaló María Consuelo Niembro Domínguez (2018), si se implementan experiencias de aprendizaje sin una adaptación adecuada en un contexto local diferente, se puede llegar a omitir la realidad y social específicas de la comunidad, generando una falta de relevancia. Una adaptación adecuada implica tener en cuenta las políticas, regulaciones y estructuras educativas locales, evitando así problemas de implementación y eficacia, así como la posible perdida de identidad cultural.

El sociólogo y antropólogo mexicano, Rodolfo Stavenhagen (2006) ha investigado profundamente las cuestiones relacionadas con los derechos indígenas y la educación. En su obra *Los derechos humanos de los pueblos indígenas: Ensayos críticos* aborda temas relacionados con la educación indígena y la necesidad de políticas más inclusivas y culturalmente sensibles. Su trabajo, contextualizado en una realidad mexicana, similar a la de la UTD, señala que "las políticas en el área de educación indígena carecen de forma, medio y mecanismos que orientan la naturaleza indígena con la realidad social" (p. 24). Esta crítica refleja una serie de problemas sistémicos y deficiencias en la manera en que los gobiernos abordan la educación de las comunidades indígenas. Algunas razones clave para respaldar esta opinión crítica, son:

- *Falta de inclusión y participación indígena*: en muchos casos, las políticas educativas para comunidades indígenas se diseñan sin la participación activa y significativa de los propios indígenas. Esto lleva a una desconexión entre las necesidades y perspectivas de las comunidades y las políticas implementadas. La falta de consulta y colaboración con las comunidades indígenas a menudo perpetúa la marginación y el desinterés en la educación. Enfoque culturalmente insensible: Las políticas educativas para comunidades indígenas a menudo adoptan un enfoque monocultural, tratando de imponer un sistema educativo estándar que no tiene en cuenta las diferencias culturales y lingüísticas de las comunidades. Esto es un riesgo más que podría llevar a la pérdida de identidad cultural y la desvalorización de las prácticas y conocimientos tradicionales.
- *Recursos insuficientes*: la falta de inversión adecuada en la educación indígena conduce a la carencia de recursos, incluidos maestros capacitados, materiales educativos culturalmente relevantes y acceso a tecnología. Esto perpetúa la brecha educativa entre las comunidades indígenas y el resto de la sociedad.
- *Barreras lingüísticas*: en muchos casos, el uso de la lengua se vuelve un óbice, ya que la educación se imparte en el idioma localmente preponderante, o incluso mundialmente preponderante, como el inglés. Esto dificulta el aprendizaje y limita el acceso a la educación para los estudiantes indígenas. La promoción de la educación en lenguas indígenas es esencial para garantizar un aprendizaje efectivo y significativo. Un buen ejemplo es la Universidad Autónoma Indígena de México, la cual desde su origen cuenta con jóvenes provenientes indígenas de diversas etnias del país (ch'ol, mam, zoque, kakchikel, tzeltal, tzotzil, mazahua, zapoteco, mizteco, purépecha, nahua, cora, pima, rarámuri, yoreme de Sinaloa, yoreme de Sonora, yoreme jia'ki, entre otros), etnias de Nicaragua y de Ecuador. (2020)
- *Desconexión con la realidad socia*l: las políticas educativas a menudo no tienen en cuenta las realidades sociales y económicas específicas de las comunidades, especialmente las indígenas. Lo anterior puede resultar en un currículo que no prepara adecuadamente a los estudiantes indígenas para enfrentar los desafíos y las oportunidades en sus propias comunidades y en la sociedad en general, lo cual es una consecuencia que se ve a menudo, incluso en estudiantes no indígenas. La falta de apego del currículo a los problemas cotidianos de los estudiantes trae áreas de oportunidad que las universidades deben atender.

La transculturización en la educación superior, específicamente en la UTD, puede ser un proceso retador, pero con mucho potencial benéfico. Si se programan las condiciones necesarias para desarrollar la transculturización, es posible enriquecer el proceso de aprendizaje cuando los estudiantes se exponen a una variedad de perspectivas y enfoques, pues se les presenta la oportunidad de examinar los temas desde múltiples ángulos. Esto fomentaría un pensamiento crítico más sólido y la capacidad de ver problemas complejos desde diferentes puntos de vista, lo que es esencial para el éxito en el mundo real.

Otro aspecto positivo es que una experiencia de transculturización prepara a los estudiantes para una fuerza laboral globalizada, pues las empresas y organizaciones hoy en día buscan empleados que puedan trabajar exitosamente en equipos diversos y atender a una clientela internacional. De ahí que la importancia de interactuar con compañeros de diferentes culturas en la universidad, pues esta experiencia proporciona a los estudiantes habilidades interculturales que son altamente valoradas por los empleadores.

Por último, pero no menos importante, la transculturización enriquece la vida social y cultural en el campus. Desde luego, las celebraciones de diversas festividades, la comida internacional, las exposiciones artísticas y las actividades culturales contribuyen a un ambiente universitario vibrante y emocionante.

Se subraya que la Universidad Tecnológica de Durango (UTD) aún tiene áreas qué atender para recibir exitosamente a estudiantes indígenas y extranjeros. Será importante asegurar que existan las condiciones adecuadas para atender sus necesidades específicas. Entre algunas de las condiciones clave se incluyen: *infraestructura adecuada*, por ejemplo, alojamiento estudiantil, si es necesario, que satisfaga

las necesidades de los estudiantes internacionales; *oficina de asuntos internacionales* o equivalentes, para ayudar a los estudiantes extranjeros trámites y asesoría legal; *diversidad en el cuerpo docente y personal*, debidamente capacitado en sensibilidad cultural y competencia intercultural; *disponibilidad de materiales de estudio*, con recursos en diferentes idiomas si es necesario; y, desde luego, *políticas de admisión inclusivas*, que vuelvan a la institución una opción atractiva para todos los estudiantes, sin importar su contexto social de origen.

REFLEXIONES FINALES

La transculturización es un proceso complejo que implica la interacción y mezcla de diferentes culturas, a lo largo de este proceso, surgen una serie de desafíos y riesgos que pueden tener un impacto significativo en la identidad cultural de los grupos involucrados. La idea central es que todos los retos de la transculturización conllevan el riesgo de una pérdida de identidad cultural. Uno de los desafíos más evidentes en la transculturización es que las influencias de una cultura dominante se imponen en una cultura más pequeña o menos influyente, existe una tendencia a perder las características distintivas y tradiciones que hacen única a una comunidad. Esto puede llevar a la desaparición gradual de idiomas, prácticas, creencias y valores culturales únicos, lo que resulta en una pérdida de la riqueza cultural que enriquece nuestra diversidad global.

El proceso de la transculturización de la educación en la Universidad Tecnológica de Durango es un fenómeno que debe ser abordado con cuidado y consideración, si bien puede aportar beneficios, las implicaciones negativas deben ser mitigadas para preservar la identidad cultural y garantizar que la educación siga siendo accesible y relevante para todos. Se puede considerar que, con políticas adecuadas y un enfoque equilibrado, la UTD puede continuar siendo un bastión de excelencia académica arraigada en su contexto local y abierto al mundo.

Es de considerar que la diversidad étnica y la presencia de estudiantes extranjeros en instituciones educativas como la UTD son oportunidades valiosas, pero también requieren un enfoque consciente en la promoción del respeto intercultural y la adaptación. Esto no solo beneficia a los estudiantes y al personal, sino que también contribuye a la creación de un entorno educativo más enriquecedor y equitativo.

La transculturización en la educación universitaria puede contribuir a la creación de campus más inclusivos y tolerantes, ya que al fomentar la diversidad y la igualdad, se establece un ambiente en el que todos los estudiantes se sientan valorados y respetados, sin importar su origen cultural. La UTD se manifiesta en este sentido con su Unidad Académica *Bilingual International Sustainable*, en la cual los programas educativos son ofrecidos en su mayoría en inglés por personal docente calificado y certificado, con el objetivo de atender con más eficiencia las necesidades y exigencias de los mercados globales. De esta manera, la Universidad Tecnológica de Durango acepta y enfrenta el reto de para formar profesionistas competentes con educación superior pública bilingüe de calidad en las diferentes áreas de especialidad. Desde luego que no ha sido tarea sencilla, fue necesario que los alumnos alcanzaran ciertos parámetros y estándares como los niveles de dominio del idioma inglés a la par de los conocimientos de la carrera de su elección.

Esta modalidad ha creado un impacto positivo y benéfico no solo en los estudiantes sino en la comunidad en general. Se ha observado que los egresados desarrollan habilidades interculturales, de liderazgo, sociales, de trabajo en equipo, de comunicación, entre otras. Adicionalmente el aprendizaje de un segundo, idioma como es el inglés, les genera confianza e incrementa y mejora sus habilidades y competencias para enfrentarse a un mundo cada vez más competitivo y globalizado.

La transculturización ayuda a formar ciudadanos que están comprometidos con cuestiones globales y tienen la capacidad de abordar problemas complejos a nivel internacional, como los desafíos medioambientales, económicos y sociales, aportando con ello una tangible contribución a la ciudadanía del estado, con un enfoque global. En la Universidad Tecnológica de Durango, es una oportunidad que nos motiva a estar preparados y listos para enfrentar desafíos de integración.

Sin embargo, es justo señalar que la transculturización en la educación Universitaria, aporta además la preparación para un mundo globalizado y diverso, donde la interacción con personas de diferentes culturas es cada vez más común en la vida laboral y personal, proporcionando también la oportunidad del desarrollo de habilidades interculturales, como la comunicación efectiva, la empatía, la tolerancia y la resolución de conflictos en contextos multiculturales, adicionando la contribución a la tolerancia y la inclusión. Siempre es importante promover la tolerancia y la inclusión en el campus universitario y en la sociedad en general, fomentando un ambiente en el que todas las culturas son valoradas y respetadas.

En adición, los resultados indican que la transculturización ha enriquecido la experiencia educativa al fomentar el pensamiento crítico y la creatividad entre los estudiantes. Sin embargo, también ha planteado desafíos significativos, como la posible erosión de las prácticas académicas locales. La discusión se centra en cómo equilibrar estas dinámicas mediante políticas que promuevan tanto la diversidad cultural como el respeto por las tradiciones locales.

BIBLIOGRAFÍA

Gamio, M. (2017). *Forjando Patria*. Editorial Porrúa, México.

García, A. (20202). *El aprendizaje personalizado en las aulas inclusivas* (Spanish Edition). Editorial Graó.

López, L. (1997). *La diversidad étnica, cultural y lingüística latinoamericana y los recursos humanos que la educación requiere*. Revista Iberoamericana de Educación.

Stavenhage, R. (2006). *Los derechos humanos de los pueblos indígenas: Ensayos críticos*. Instituto Interamericano de Derechos Humanos, San José, Costa Rica.

Niembro D. (2018) *La educación indígena en Veracruz: diagnóstico y recomendaciones para la política educativa*. Universidad Veracruzana.

Diseño de un TDC con herramientas open source en tecnología CMOS

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.783

Juan Vargas Ferrer[1], Luis Carlos Alvarez Simón[2], Margarita Galindo Mentle[3], Luis Ángel Blas Sánchez[4], Marlon Licona González[5]

[1] *Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez,e-mail: juan.vargas@utixcotepec.edu.mx*
[2] *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, e-mail: lcalvarez@inaoep.mx*
[3] *Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez,e-mail: margarita.galindo@utxicotepec.edu.mx*
[4] *Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez,e-mail: luisangel.blas@utixcotepec.edu.mx*
[5] *Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez,e-mail: marlon.licona@utixcotepec.edu.mx*

Línea de investigación: Mecatrónica

Resumen

El presente trabajo propone el diseño de un TDC (convertidor de tiempo a digital) mediante el lenguaje de descripción de hardware verilog con la intención de tener un dispositivo que se pueda acoplar a sensores con salida en tiempo, para ello se realizó el diseño de algunos módulos como lo es un contador, una máquina de estados y un transmisor de RS232 mediante el uso de herramientas open source como icarus y openlane, para posteriormente integrar dichos módulos y de esa forma poder generar y materializar el chip mediante el programa educativo Tiny Tapeout. Todo lo anterior se hizo haciendo uso de la metodología de prototipado ya que esta nos permite ir haciendo pruebas de cada módulo pudiendo generar distintas versiones del producto final hasta llegar a la versión definitiva, es por ello que para poder probar los módulos se hizo uso de una tarjeta de desarrollo AMIBA2 la cual cuenta con un FPGA Spartan 6 XC6SLX9. Como resultado de todo lo anterior se obtuvo el layout del chip a fabricar así como también diagramas de tiempo de las simulaciones que se hicieron dentro ModelSim, pero para ello fue necesario incorporar un módulo extra el cual genera un pequeño PWM haciendo referencia a una posible señal de entrada de algún sensor, hasta el momento no se cuenta con un sensor ya que se sigue en busca de alguno accesible en lo que el chip es terminado de fabricarse y enviarse esperando que para finales de este año ya se cuente con el de manera física.

Palabras clave: Openlane, TDC, Tiny Tapeout, Verilog.

Abstract (En esta sección se traduce al inglés el resumen anterior)

The present work proposes the design of a TDC (time-to-digital converter) using the verilog hardware description language with the intention of having a device that can be coupled to sensors with output in time, for this the design of some modules such as a counter, a state machine and an RS232 transmitter through the use of open source tools such as icarus and openlane, to later integrate said modules and thus be able to generate and materialize the chip through the Tiny Tapeout educational program. All of the above was done using the prototyping methodology since it allows us to test each module, being able to generate different versions of the final product until we reach the final version, which is why in order to test the modules we used an AMIBA2 development board which has a Spartan 6 XC6SLX9 FPGA. As a result of all of the above, the layout of the chip to be manufactured was obtained as well as timing diagrams of the simulations that were done within ModelSim, but for this it was necessary to incorporate an extra module which generates a small PWM referring to a possible signal. input of some sensor, so far there is no sensor since we are still looking for one that is accessible while the chip is finished being manufactured and shipped, hoping that by the end of this year it will be physically available.

Keywords: Openlane, TDC, Tiny Tapeout, Verilog.

INTRODUCCIÓN

El proyecto consiste en el diseño de un circuito Front end o interfaz para convertir a digital la señal proveniente de un sensor con salida en tiempo. La industria nos proporciona un sinfín de sensores para medir o monitorear diferentes variables físicas, dichos sensores pueden proporcionar su señal en diferentes formas; voltaje, corriente, frecuencia, tiempo (ancho de pulso), entre otras. El bloque que se propone se enfoca en la conversión de tiempo (definido entre el flanco de subida y bajada de un pulso) a un formato digital, también conocidos como circuitos TDC (Time to Digital Converter), para posteriormente enviarlo vía RS232 para que pueda ser monitoreado en una PC o dispositivo compatible con el protocolo RS232.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El objetivo general es diseñar un convertidor de tiempo a digital haciendo uso de herramientas open source, mediante el lenguaje de descripción de hardware Verilog, para dispositivos que requieran tomar como parámetro el tiempo para la conversión de información a digital. Para ello se requiere cumplir con los siguientes objetivos específicos:

- Investigar lo referente a TDC.
- Diseñar la propuesta del TDC.
- Programar cada uno de los módulos que intervienen en el diseño.
- Integrar módulos del TDC.
- Realizar pruebas de integración de módulos de TDC.

OBJETO DE ESTUDIO

La propuesta del proyecto es poder tener un dispositivo el cual pueda implementarse a sensores que midan tiempo y convertir la información a digital. La solución propuesta se diseñó con el lenguaje de descripción de hardware Verilog debido a que es una opción más amigable que VHDL además de tener similitudes con el lenguaje de programación C, el cual es uno de los populares y básicos dentro de la programación. Para poder desarrollar el proyecto se hizo uso de herramientas open source como icarus y openlane las cuales fueron implementadas en Ubuntu para la programación, compilación y simulación.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada al desarrollo del trabajo fue la de Prototipado o Prototyping, debido a que mediante esta se puede modelar el producto final, que en nuestro es la codificación de una aplicación permitiéndonos efectuar un test sobre determinados bloques de código sin necesidad de que esté concluida la aplicación. Es decir, que mediante esta metodología podemos ir probando nuestros modelos o bloques de la aplicación.

Las fases o etapas que se utilizaron fueron las siguientes:

- **Requisitos de desarrollo**: en esta fase lo que se hizo fue analizar el problema, se buscó información y se documentó sobre el TDC para poder obtener el listado de requerimientos, así como las posibles entradas y salidas que se usarían.
- **Modelaje y desarrollo del código:** una vez que se recabaron los requerimientos se inició con la programación del bosquejo en el lenguaje de descripción de hardware Verilog.
- **Evaluación:** teniendo los primeros bloques de código se inició con la evaluación del código para determinar si cumplía con lo que se mencionaba en la documentación.
- **Modificación:** dado que no resulto fácil comprender el funcionamiento, se tuvieron que hacer modificaciones y adecuaciones a los bloques de código, generando una iteración de estas etapas hasta dar con lo esperado.
- **Pruebas:** una vez que se tuvieron las modificaciones se procedió a la prueba de los bloques en una FPGA para poder determinar y validar el trabajo propuesto.

Algunas de las razones y ventajas por las cuales se usó esta metodología son:

- requerimientos cambiantes
- desconocimiento del funcionamiento del TDC
- pruebas de la tecnología elegida

La elección de la metodología también trajo algunas desventajas mencionadas a continuación:

- muchas iteraciones
- desconocimiento de cuando el producto o aplicación es aceptable

Convertidores de tiempo a digital (TDC)

Un convertidor de tiempo a digital como lo menciona *Juan José Carazo Céspedes* en su trabajo *desarrollo de un convertidor de tiempo a digital* es un sistema que permite medir un dato de tiempo, cuyo valor es de carácter continuo, el cual se discretiza y se representa en un formato digital que puede ser binario o de codificación personalizada.

Verilog

Jorge Chávez en su *Manual de Verilog* menciona que Verilog es un lenguaje para la descripción de sistemas digitales (HDL: Hardware Description Language). Los sistemas pueden ser descritos:

- **Nivel estructural** empleando elementos de librería o bien elementos previamente creados, se realiza la interconexión de unos con otros. Sería similar a una captura esquemática donde la función del diseñador es instanciar bloques y conectarlos entre sí.
- **Nivel de comportamiento** el diseñador describe la transferencia de información entre registros (nivel RTL: Register Transfer Level).

Estos dos niveles de descripción pueden mezclarse, dando lugar a los denominados diseños mixtos1. Existen multitud de lenguajes HDL en el mercado (de hecho, inicialmente cada fabricante disponía de su propio lenguaje), sin embargo, la necesidad de unificación ha hecho que en la actualidad solo existan dos grandes lenguajes: VHDL y Verilog. Ambos están acogidos a estándares IEEE (VHDL en 1987 y Verilog en 1995). Existen defensores y detractores de cada uno de ellos. Con carácter general se dice que es más fácil aprender Verilog al ser un lenguaje más compacto. Verilog nació en 1985 como un lenguaje propietario de una compañía (Cadence Design System), pero en 1990 se formó OVI (Open Verilog International) haciendo dicho lenguaje de dominio público, permitiendo a otras empresas que pudieran emplear Verilog como lenguaje, con objeto de aumentar la difusión de dicho lenguaje.

Openlane

Efabless Corporation en su documentación de OpenLane describe que es una biblioteca de infraestructura potente y versátil que permite la construcción de flujos de implementación de ASIC digitales basados en herramientas EDA comerciales y de código abierto. Incluye un flujo de referencia (BETA) que se construye íntegramente utilizando herramientas EDA de código abierto y permite a los diseñadores abstraer las herramientas subyacentes y configurar su comportamiento con un único archivo de configuración. OpenLane también admite la capacidad de ampliar o modificar flujos libremente utilizando scripts y utilidades de Python.Classic

Actualmente, OpenLane y su flujo predeterminado admiten todas las variantes del PDK de código abierto Skywater y algunas variantes del PDK de código abierto GlobalFoundries.

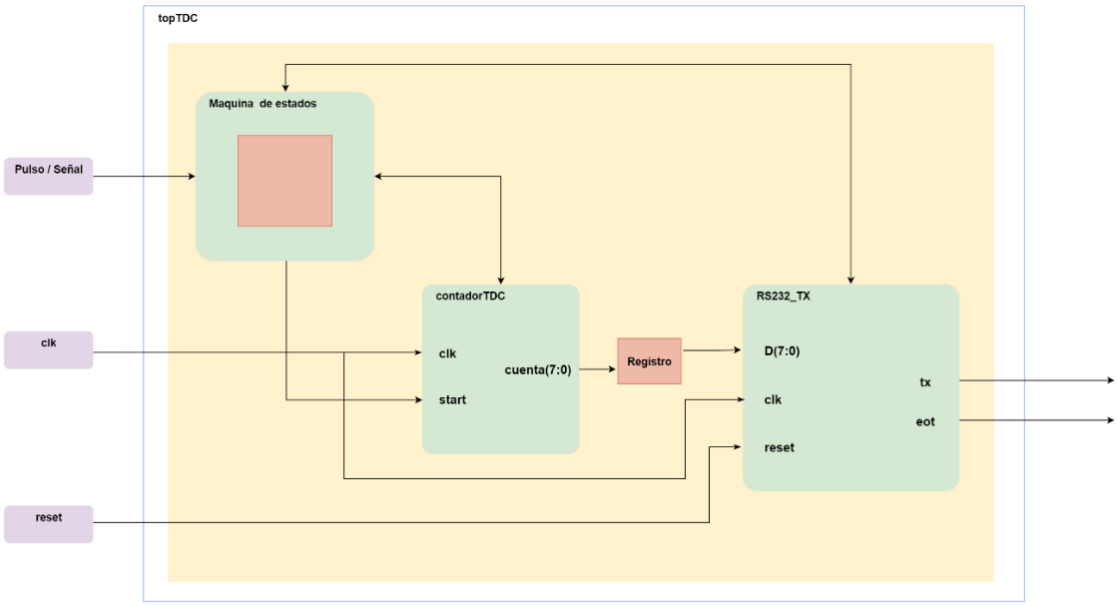
Estos son algunos de los beneficios clave de utilizar OpenLane:

- Flexibilidad y extensibilidad: permite a los diseñadores personalizar los flujos para satisfacer sus necesidades específicas.
- Código abierto: significa que está disponible gratuitamente para su uso y modificación. Esto lo convierte en una buena opción para los diseñadores que buscan una solución transparente y rentable.
- Soporte de la comunidad: Esto significa que hay una gran cantidad de recursos disponibles para ayudar a los diseñadores a comenzar y solucionar cualquier problema que encuentren.

Descripción General del Proceso de Elaboración.

En la figura 1 se muestra el diagrama a bloques del sistema, como se observa se compone de un bloque llamado **contadorTDC**, el cual se encarga de realizar el conteo una vez que se recibe un pulso de entrada, cuando el pulso finaliza se guarda el dato generado en un registro y posteriormente se envía en al exterior en forma serial mediante el bloque **RS232_TX**. El bloque RS232_TX funciona a una velocidad de 9600 baudios con 8 bits de datos y paridad impar, de tal manera que en la PC o dispositivo usado para visualizar la información debe configurarse de la misma manera. El funcionamiento del sistema está controlado por la **máquina de estados**, cuyo funcionamiento es de la siguiente manera: cuando se recibe el flanco de subida del pulso de entrada el contador se activa y, al finalizar el pulso se pasa a un estado que hace que se almacene el valor del contador, posteriormente este valor es enviado al transmisor para que sea enviado de manera serial por el módulo **RS232_TX**, finalmente el sistema regresa al estado inicial para poder recibir un nuevo pulso.

Figura 1. Diagrama a bloques del TDC.

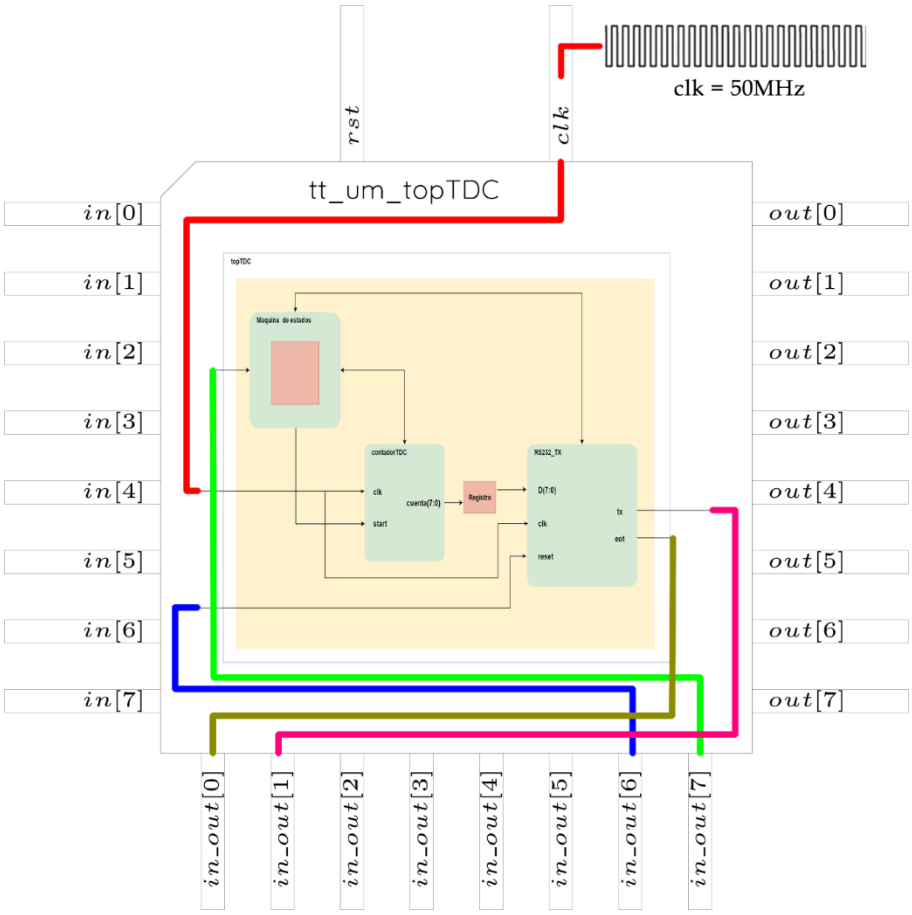


Fuente. Imagen de Elaboración Propia, 2023

En la figura 2 se muestra el diagrama de conexión del sistema con los pines del Frame del chip y a continuación se proporciona una descripción de las señales en cada una de ellas.

- **clk -> clk**.- Señal de reloj del sistema, la cual será de 50MHz.
- **in_out[7] -> Pulso/señal**.- En este pin de entrada se introducirá el pulso de entrada que será convertido a digital por el sistema. El ancho del pulso debe estar entre 40ns a 5.1us. Este pulso puede ser proporcionado por un *generador de funciones* o la señal proveniente de un *sensor en forma de pulsos*.
- **in_out[6] -> reset**.- Este pin de entrada produce el *reset del módulo transmisor*, el cual debe ser activado para inicializar dicho múdulo, se recomienda conectar un *push button* configurado en pull down.
- **in_out[1] -> tx**.- Pin de salida por el cual se envía el dato digital de manera serial, dicho dato corresponde al valor digital del ancho del pulso de entrada, con una resolución igual al periodo de la señal de reloj. Para poder capturar el dato en una computadora mediante un monitor serial, se deberá conectar este pin a la terminal RX del módulo RS232 que recibirá el dato; el cual deberá tener la siguiente configuración:
- Baud rate: 9600
- Data bits: 8 bits
- Paridad: impar (odd)
- **in_out[0] -> eot**.- Pin de salida que permite monitorear la bandera que indica el final de una transmisión, en este pin puede ser conectado un *led*. Sin embargo, debido a la velocidad de transmisión éste será casi imperceptible, por lo que es opcional. Aun así, podemos conectar un *osciloscopio* para su mejor visualización.

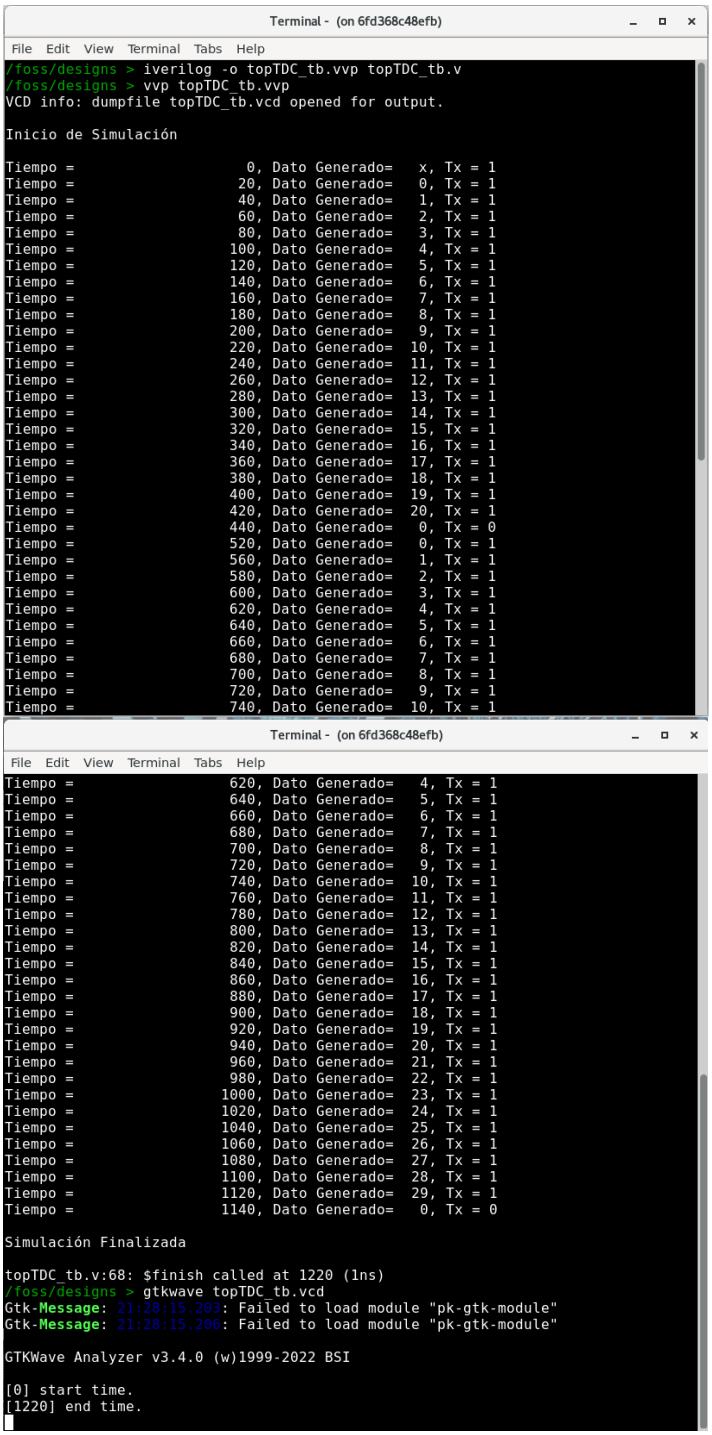
Figura 2. Diagrama a bloques del TDC dentro del área definida.



Fuente. Imagen de Elaboración Propia, 2024

Una vez que se tuvo el bosquejo se procedió a la programación de los bloques en el lenguaje de descripción de hardware Verilog, esto se hizo dentro de una máquina virtual la cual contaba con una distribución de Linux donde se montó openlane, terminada la codificación se realizó la programación de un banco de pruebas o testbench el cual se muestra en la figura 3.

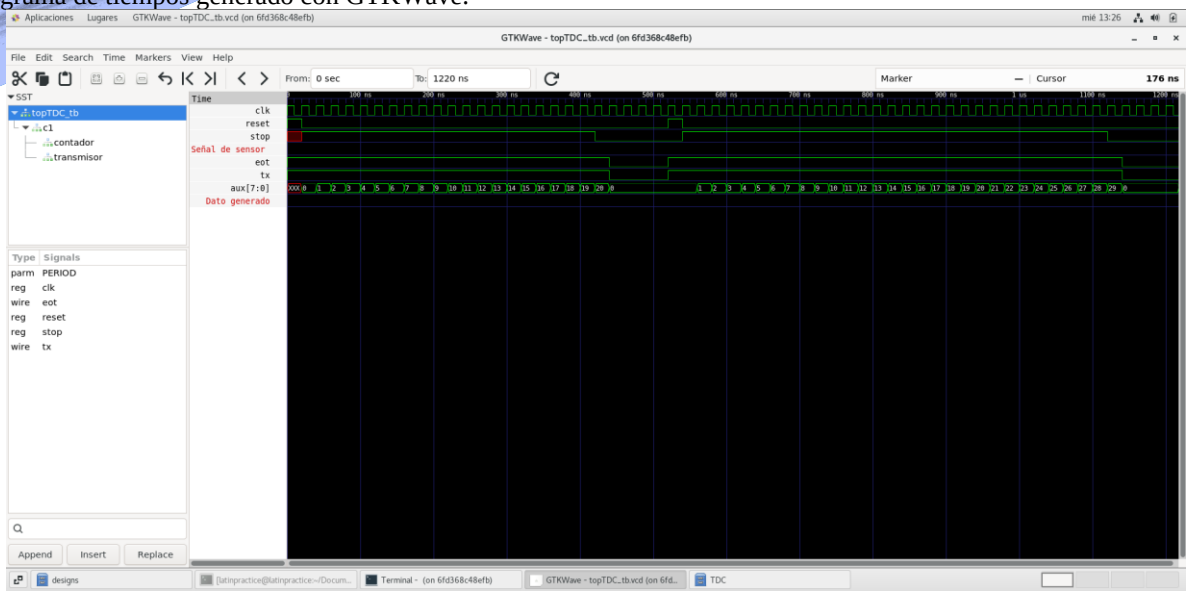
Figura 3. Banco de pruebas.



Fuente. Imagen de Elaboración Propia, 2024

Finalizada esa primera simulación se procedió a visualizar el diagrama de tiempos que genero dicha simulación, lo cual se muestra en la figura 4:

Figura 4. Diagrama de tiempos generado con GTKWave.

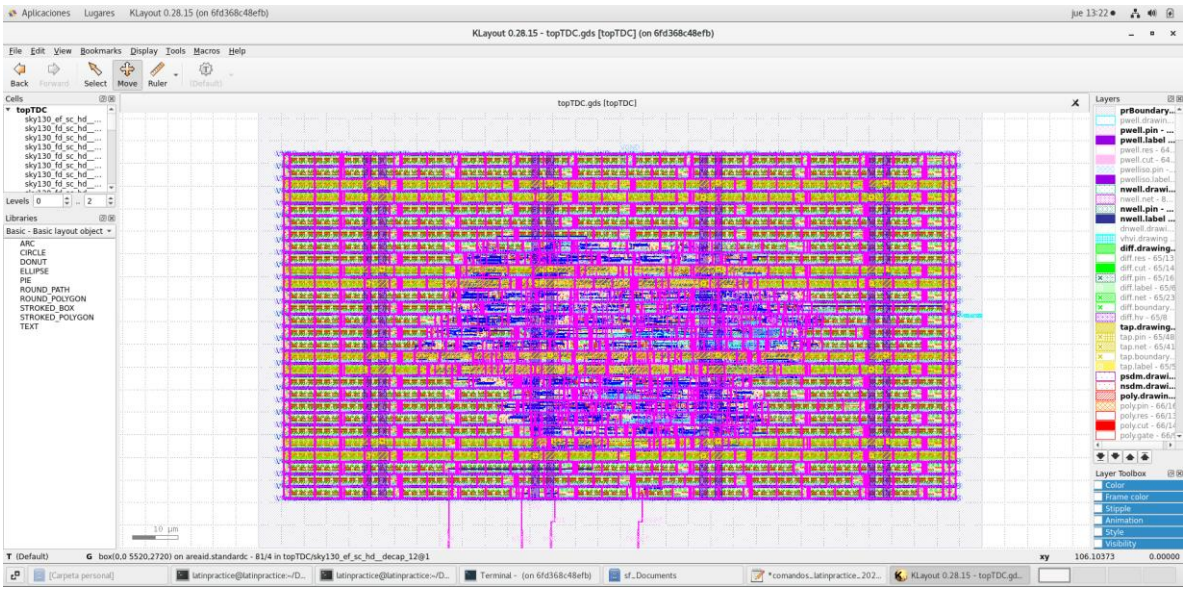


Fuente. Imagen de Elaboración Propia, 2024

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos fue la síntesis de un TDC dando como resultado el layout del chip a fabricar el cual se muestra en la figura 5:

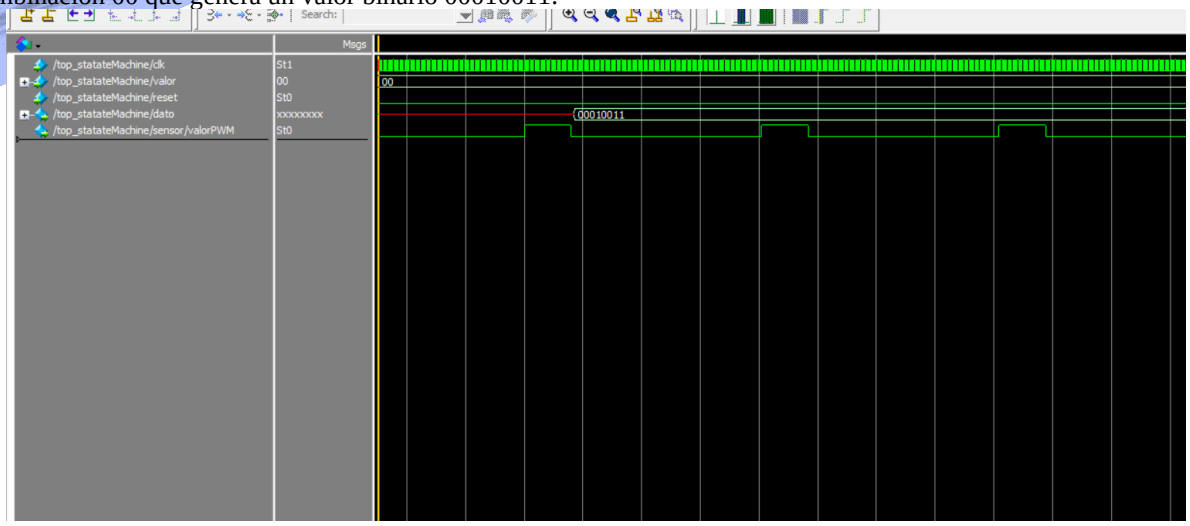
Figura 5. Layout de chip generado en openlane.



Fuente. Imagen de Elaboración Propia, 2024

Para probar lo anterior se realizaron pruebas en Modelsim en su versión gratuita, para ello se hizo una adecuación generando un pequeño módulo PWM dentro de la aplicación para simular lo que sería la señal de un sensor, para este caso se optó por generar cuatro valores de PWM los cuales generan cuatro valores distintos que se transmiten por RS232, en la figura 6 se muestra la primer combinación de PWM que corresponde a una combinación 00 y que genera un valor binario 00010011.

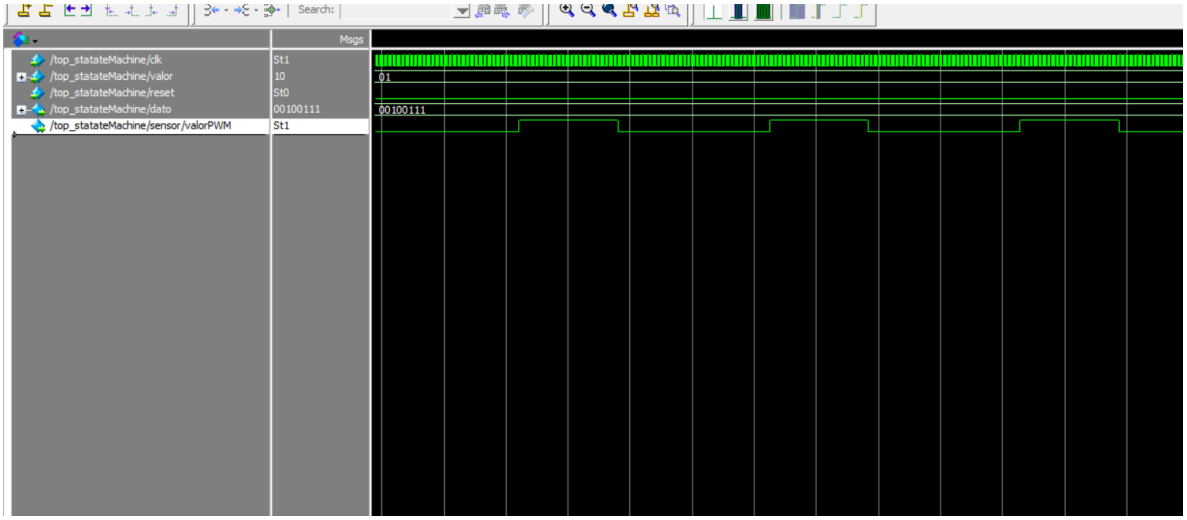
Figura 6. Combinación 00 que genera un valor binario 00010011.



Fuente. Imagen de Elaboración Propia, 2024

El siguiente valor de prueba fue la combinación 01 la cual genero un valor binario 00100111 y dicha simulación se puede observar en la figura 7, en dicha figura se puede observar cómo cambia el ancho de pulso que hace que se genere dicho valor binario.

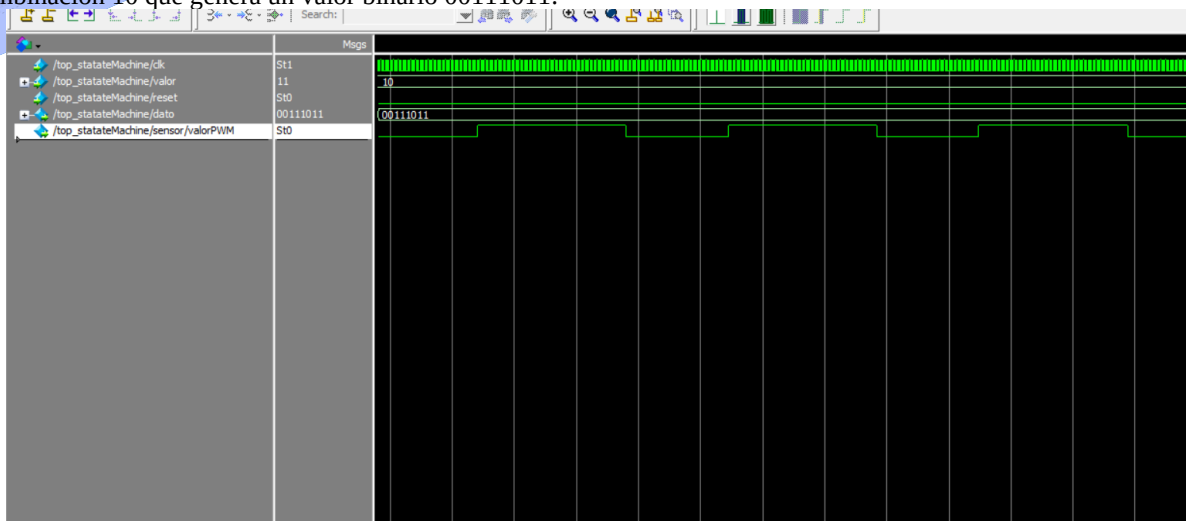
Figura 7. Combinación 01 que genera un valor binario 00100111.



Fuente. Imagen de Elaboración Propia, 2024

A continuación, el siguiente valor de prueba fue la combinación 10 la cual genero un valor binario 00111011 y dicha simulación se puede observar en la figura 8, en dicha figura se puede observar cómo cambia el ancho de pulso que hace que se genere dicho valor binario.

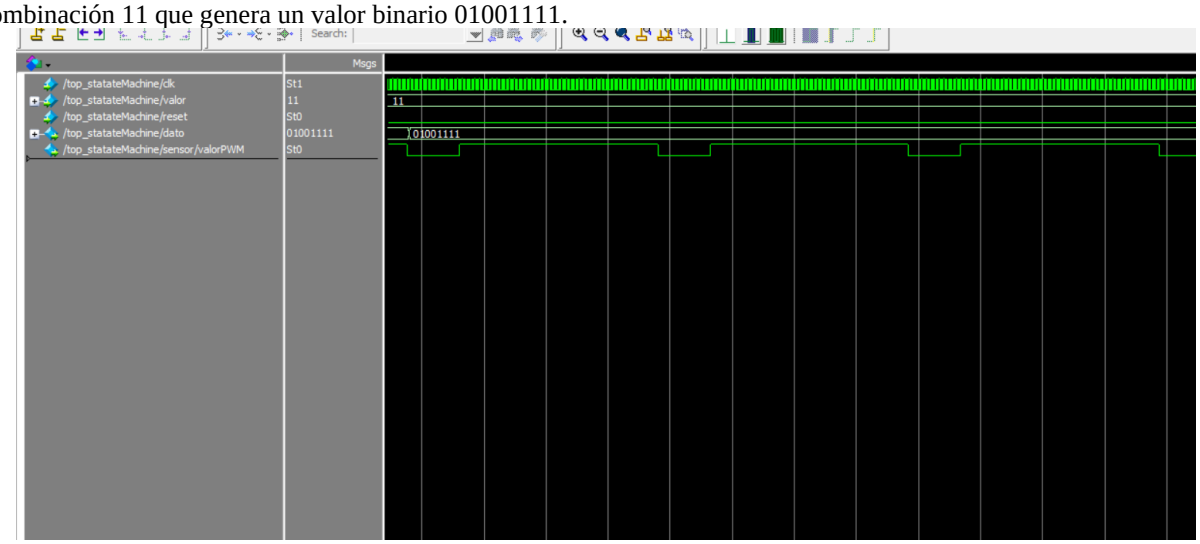
Figura 8. Combinación 10 que genera un valor binario 00111011.



Fuente. Imagen de Elaboración Propia, 2024

Para finalizar la última combinación 11 genero un valor binario 01001111 y dicha simulación se puede observar en la figura 9, en dicha figura se puede observar al igual que las anteriores como cambia el ancho de pulso que hace que se genere dicho valor binario.

Figura 9. Combinación 11 que genera un valor binario 01001111.



Fuente. Imagen de Elaboración Propia, 2024

Para finalizar la etapa de pruebas se optó por realizar una prueba en una tarjeta de desarrollo AMIBA 2, la cual cuenta con un FPGA Spartan 6 XC6SLX9, 216/576 Kb de Block RAM, un oscilador de 50 MHz, convertidor USB/RS232 (FTDI FT2232HL), leds de propósito general, switch de dos posiciones de propósito general, etc. En el siguiente enlace (https://www.youtube.com/watch?v=AC0O6wIpQp8) se podrá observar un video en el cual se muestran las distintas combinaciones simuladas anteriormente y además se puede ver el valor enviado por el puerto serial, el cual es monitoreado mediante la aplicación Serial Debug Assistant, como recurso extra se hizo uso de los leds de propósito general como apoyo para poder visualizar el valor generado y a su vez poder ver este valor en el monitor serial, que en nuestro caso se muestra en hexadecimal corroborando lo generado con lo enviado.

TEXTO E IMÁGENES RECOPILADOS EN: https://tinytapeout.com/runs/tt06/tt_um_topTDC
EL PROYECTO DEBE DE SER DE AUDITORÍA PROPIA.

CONCLUSIÓN

Como conclusión se puede decir que el lenguaje de descripción de hardware verilog es mucho más amigable que VHDL, lo que hizo más fácil la creación de lo módulos involucrados en el TDC, de igual forma el uso de herramientas libres ayuda en gran medida a la realización de este tipo de proyectos ya que son herramientas que no consumen muchos recursos computacionales.

Se logró el desarrollo y creación de un TDC mediante verilog pudiendo permitir la fabricación del mismo a través de Tiny Tapeout el cual es un proyecto educativo que hace que sea más fácil y más barato fabricar los diseños en un chip real.

La importancia del conocimiento del lenguaje de descripción de hardware resulta vital para el desarrollo de este tipo de aplicaciones, es por ello que dentro de las instituciones de educación superior deberían enfocarse más en este tipo de temas o materias, ya que cada vez se van olvidando de ellas y no le dan la importancia necesaria, de igual forma es de gran utilidad dar a conocer plataformas como Tiny Tapeout para poder materializar ideas a un costo accesible.

Como actividad a futuro quedara el conseguir sensores con salida en tiempo para poder implementar el convertidor, hasta el momento no se ha podido conseguir un sensor accesible para pruebas reales, pero se sigue trabajando para poder conseguir alguno e implementarlo en lo que llega el chip.

La propuesta de esta aplicación servirá también como difusión a las tecnologías utilizadas ya que en la institución y en la región no hay mucha difusión sobre ellas, se espera que con este tipo de trabajos los estudiantes y demás catedráticos incursionen en los temas referentes al lenguaje de descripción de hardware mediante herramientas opensourse.

REFERENCIAS

Carazo Céspedes Juan José, 2013. DESARROLLO DE UN CONVERTIDOR DE TIEMPO A DIGITAL SOBRE UNA TARJETA DE DESARROLLO CON FPGA VIRTEX-5. Recuperado de https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3052

D. S. Henzler, Time-To-Digital Converters, New York: Springer, 210.

Efabless Corporation. The OpenLane 2 Documentation. Recuperado de https://openlane2.readthedocs.io/en/latest/

Juan José Carazo Céspedes. DESARROLLO DE UN CONVERTIDOR DE TIEMPO A DIGITAL. Recuperado de https://studylib.es/doc/8294650/desarrollo-de-un-convertidor-de-tiempo-a-digital.

Jorge Chávez. Manual de Verilog. Recuperado de https://marceluda.github.io/rp_dummy/EEOF2018/verilog.pdf

Piña Martínez Manuel, 2020. Diseño de un Convertidor de Tiempo a Digital para la estimación del Tiempo de Vuelo de fotones. Recuperado de https://idus.us.es/handle/11441/103335

Matthew David Venn. Tiny Tapeout: A Shared Silicon Tapeout Platform Accessible To Everyone. TechRxiv. July 09, 2024. DOI: 10.36227/techrxiv.172055642.27780676/v1

Wu Gao, Deyuan Gao, Christine Hu-Guo, Yann Hu, 2014. Integrated High-Resolution Multi-Channel Time-to-Digital Converters (TDCs) for PET Imaging. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/221909947_Integrated_High-Resolution_Multi-Channel_Time-to-Digital_Converters_TDCs_for_PET_Imaging?enrichId=rgreq-119d2eb478f196e4960cab0ab9ba9c69-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIyMTkwOTk0NztBUzoxMDIxMzk0NjAzMjUzNzZAMTQwMTM2MzM1MzA0MQ%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf

Principios de operación de la máquina lineal de corriente directa

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.806

Juan Carlos Martínez Jiménez[1], Domitilo Martínez Hernández[2] , José Armando Olmos López[3], Javier Loranca Coutiño[4], Eligio Flores Rodriguez[5], Cruz Ernesto Aguilar Rodríguez [6]

[1]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, e-mail: juan.martinezj@ujat.mx*
[2]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, e-mail: domitilo.martinez@ujat.mx*
[3]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, e-mail: armando.olmos@ujat.mx*
[4]*Universidad panamericana de Guadalajara, e-mail: jloranca@up.edu.mx*
[5]*Instituto tecnológico de los Reyes Michoacán, e-mail: eligio.fr@losreyes.tecnm.mx*
[6]*Instituto tecnológico de los Reyes Michoacán, e-mail: ernesto.ar@losreyes.tecnm.mx*

Línea de investigación: Enseñanza de la Ingeniería

Resumen

Las máquinas eléctricas tienen una amplia variedad de aplicaciones que han permitido históricamente facilitar y automatizar procesos requeridos en diversos sectores de la industria: metalúrgica, petrolera, eléctrica, electrónica, hidráulica, generación de energías limpias, solo por mencionar algunas. Debido a la importancia de su uso es importante para estudiantes de los programas educativos de licenciatura de las áreas eléctrica, electrónica, mecánica y afines conocer los principios de funcionamiento que rigen la operación de estos dispositivos con base a fundamentos y leyes teóricas establecidas en la bibliografía. En particular el principio de operación de la máquina de corriente directa se fundamenta con leyes establecidas del electromagnetismo, sin embargo, resulta complicado para los estudiantes entender estos principios únicamente con aspectos teóricos que no permitan el entendimiento de las variables eléctricas y físicas involucradas en su operación. En este trabajo se diseñó una máquina de corriente directa lineal como material didáctico que permite el entendimiento de los principios eléctricos y magnéticos involucrados en su operación. Para la medición de las variables de corriente y voltaje que provocan el movimiento del eje de la máquina se implementó una interfaz mediante la tarjeta de desarrollo Arduino y el software LabVIEW. Los resultados demuestran que el comportamiento obtenido durante la operación de la máquina es consistente con los estipulado de manera teórica, permitiendo comprobar lo estudiado en el aula con mediciones e interpretación física de las variables.

Palabras clave: Electromagnetismo, Interfaz, Maquina C.D. lineal.

Abstract

Electrical machines have a wide variety of applications that have historically allowed to facilitate and automate processes required in various sectors of industry: metallurgy, oil, electrical, electronics, hydraulics, clean energy generation, to mention a few. Due to the importance of their use, it is important for students of undergraduate educational programs in the electrical, electronic, mechanical and related areas to know the principles of operation that govern the operation of these devices based on fundamentals and theoretical laws established in the literature. In particular, the principle of operation of the direct current machine is based on established laws of electromagnetism, however, it is difficult for students to understand these principles only with theoretical aspects that do not allow the understanding of the electrical and physical variables involved in its operation. In this work, a linear direct current machine was designed as a didactic material that allows the understanding of the electrical and magnetic principles involved in its operation. For the measurement of the current and voltage variables that cause the movement of the machine shaft, an interface was implemented using the Arduino® development board and LabVIEW® software. The results show that the behavior obtained during the operation of the machine is consistent with those stipulated in a theoretical way.

Keywords: electromagnetism, interface, Linear C.D. Machine.

INTRODUCCIÓN

El estudio de las máquinas eléctricas es de importante para los estudiantes de ingeniería eléctrica, electrónica, mecánica y afines; donde el objetivo principal es proporcionar al futuro ingeniero los conceptos de conversión de energía eléctrica a mecánica (acción motora) y conversión de energía mecánica a eléctrica (acción generadora); ambas aplicaciones son de relevante importancia debido a su amplio uso a nivel industrial (H. Monier & Fatih et al., 2023). Entender los conceptos y principios de funcionamiento ha sido un reto con los que se enfrentan los estudiantes durante su formación académica debido a que requiere el conocimiento de leyes del electromagnetismo, que en ocasiones resultan difícil comprender únicamente de manera teórica sin visualizar el efecto que ocasionan al interactuar con elementos y variables físicas; por lo que, es importante proveer las herramientas necesarias que permitan la comprensión y análisis de los fenómenos electromagnéticos.

En general existen dos tipos de máquinas que trabajan conforme el tipo de energía con la que se alimentan o suministran: corriente alterna y corriente directa; siendo esta última la primera en fabricarse a principios del siglo XIX y que actualmente tiene múltiples aplicaciones desde nivel residencial hasta industrial, por lo que sin duda ha sido objeto de diversos estudios e investigaciones. Existen estudios de máquinas de corriente directa lineal que están basados en el diseño para cargas especificas (Govindure & Hipparagi et al. 2018), otros estudios se enfocan en el diseño del posicionamiento preciso para aplicaciones industriales (Yajima & Wakiwaka et al., 2000). Una de las máquinas más sencillas de fabricar es la máquina de corriente directa lineal la cual permite comprender el funcionamiento de las máquinas de mayor escala, debido a que opera con los mismos principios eléctricos y magnéticos con los que funcionan los motores y generadores de corriente directa en la industria, esta permite observar el efecto de las variables eléctricas que ocasionan la acción motora o generadora ante las condiciones necesarias. El comportamiento de la máquina está representado por la aplicación de cuatro ecuaciones básicas: la ecuación del voltaje inducido en un conductor que se mueve en un campo magnético, la ecuación de fuerza sobre un conductor que se encuentra en un campo magnético, ley de Kirchhoff de los voltajes en una malla, ley de Newton aplicada a la barra que se encuentra en los rieles de la máquina. Comprendiendo estas ecuaciones y su efecto ocasionado es sencillo explicar los dos casos posibles que se pueden presentar: la acción motora que se ocasiona cuando se produce una fuerza sobre un eje conductor por el cual circula una corriente y que está inmerso en un campo magnético constante, con base en la dirección que resulta de la aplicación de la regla de la mano derecha, por otro lado, el efecto generador que se presenta cuando un eje se mueve a cierta velocidad inmerso también en un campo magnético constante; ambos casos se pueden representar y explicar en la máquina de corriente directa lineal.

OBJETIVO GENERAL

Comprobar experimentalmente la teoría básica de la máquina de corriente directa lineal basado en un prototipo didáctico para enseñanza en las ingenierías.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar las bases teóricas de la máquina de corriente directa lineal.
- Desarrollar un prototipo funcional basado y apegado en el modelo teórico.
- Realizar una interfaz que permita la medición de parámetros eléctricos.

OBJETO DE ESTUDIO

La enseñanza de las máquinas eléctricas resulta compleja de entender únicamente con la teoría plasmada en la bibliografía y el aula, dado que se requiere el entendimiento de ecuaciones matemáticas con leyes y teorías del electromagnetismo. Debido a que es indispensable en la formación del ingeniero eléctrico, electrónico, mecánico y afines, conocer estos principios es importante complementar la teoría aprendida mediante prototipos que permitan visualizar el efecto causado por las variables eléctricas y magnéticas involucradas.

La construcción de una máquina de corriente directa lineal implica aplicar los conocimientos adquiridos en la teoría para entender conceptos fundamentales como lo son: campo magnético permanente, elementos conductores, dirección de la corriente, solo por mencionar algunos. El objeto de estudio del trabajo es la construcción de una máquina de corriente lineal que permita al estudiante interactuar de manera didáctica con los principios fundamentales de construcción de las máquinas eléctricas y la medición de las variables eléctricas involucradas para el entendimiento de las leyes y teorías que rigen el comportamiento de estos dispositivos.

METODOLOGÍA

Estudio del fenómeno electromagnético en la máquina de corriente directa lineal.

En esta etapa se realizó un estudio de la bibliografía para comprender el fenómeno de la conversión de la energía eléctrica en mecánica basado en la teoría matemática de cuatro ecuaciones fundamentales que rigen el comportamiento de la máquina de corriente directa lineal, se comprendió como se relacionan estas ecuaciones.

Selección de componentes.
Se seleccionó los componentes requeridos para la construcción de la máquina de corriente directa lineal, realizando pruebas comparativas con dos tipos de imanes: neodimios adquiridos en el mercado y de ferrita adquiridos por elementos reciclados, las pruebas realizadas demostraron que el mejor comportamiento se obtiene con imanes de ferrita. Por otro lado, se realizó la selección de materiales para fabricar la estructura requerida de la máquina, finalmente la selección de la electrónica necesaria para la medición de los parámetros de corriente y voltaje mediante una interfaz.

Construcción de la máquina de corriente directa lineal.
Se realizó el ensamble de los componentes respetando los criterios teóricos establecidos, se eligió la mejor orientación física de los imanes dado que el campo magnético debe estar orientado en una sola dirección, se realizó la programación de una tarjeta de desarrollo Arduino Uno® para medición de parámetros eléctricos.

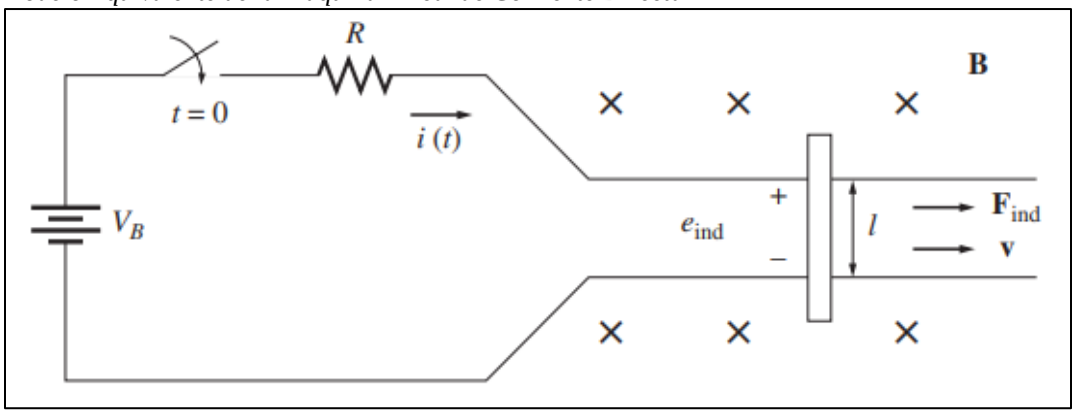
Diseño de interfaz gráfica en el software LabVIEW para medición de parámetros.
Se programó en el software LabVIEW el esquemático requerido para la visualización de los parámetros eléctricos medidos y observar el comportamiento de la máquina de corriente directa lineal.

Análisis de resultados.
Se analizaron los resultados obtenidos para corroborar el correcto funcionamiento de la máquina, con especial enfoque en el comportamiento del voltaje y la corriente.

FASES DEL DESARROLLO

Modelo teórico del funcionamiento.
La máquina lineal de corriente directa es la versión más sencilla y fácil de entender de una máquina de cd, ya que opera con los mismos principios y presenta la misma conducta que los generadores y los motores reales. Por ello sirve como un buen punto de partida en el estudio de las máquinas. La figura 1 muestra una máquina lineal de cd, que consta de una batería y una resistencia conectadas a través de un interruptor a un par de rieles lisos, sin rozamiento. En el lecho de esta "vía férrea" hay un campo magnético constante de densidad uniforme, dirigido hacia dentro de la página, sobre esta pista se coloca una barra conductora. (Chapman, 2012).

Figura 1.
Modelo Equivalente de la Máquina Lineal de Corriente Directa



Nota. Tomada del libro Máquinas eléctricas (p.29), por Steve J. Chapman, 2012, Editorial Mc. Graw Hill.
El comportamiento de la máquina se puede explicar con cuatro ecuaciones fundamentales: ecuación de la fuerza sobre una barra conductora por la que circula una corriente y se encuentra inmersa en un campo magnético, ecuación del voltaje inducido sobre una barra que se mueve a cierta velocidad inmersa en un campo magnético, ley de voltajes de Kirchhoff y segunda ley de Newton (Ngwako & Nyandoro et al., 2019).

Ecuación de la fuerza sobre una barra conductora por la que circula una corriente inmersa en un campo magnético.
La ecuación para la fuerza que se genera en un conductor inmerso dentro de un campo magnético constante está dada por:

$$\boldsymbol{F} = i(\boldsymbol{l}\ x\ \boldsymbol{B}) \qquad (1)$$

Donde:

i = corriente que circula en el conductor.

l = vector trayectoria.

B = vector de campo magnético.

De acuerdo con (1) la fuerza es un vector que estará orientado perpendicular al plano formado por el vector campo magnético **B** y trayectoria ***l***.

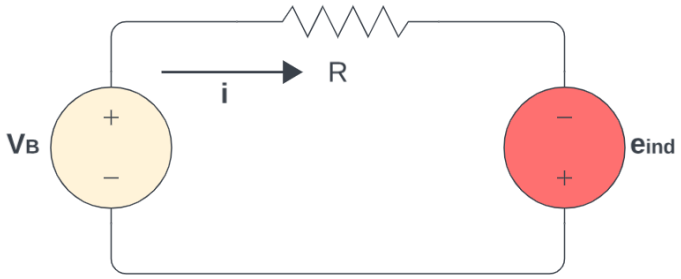
Ecuación del voltaje inducido en la barra inmersa en un campo magnético.
La ecuación del voltaje inducido está definida por (2) y explica el voltaje generado cuando existe una barra conductora en los rieles que se mueve a una velocidad constante.

$$e_{ind} = (\boldsymbol{v}\ x\ \boldsymbol{B}) \cdot \boldsymbol{l} \qquad (2)$$

Donde:
e_{ind} = voltaje inducido en la barra.
v = velocidad con la que se mueve el alambre.
B = vector de densidad del flujo magnético.
l = distancia de la barrada conductora inmersa en el campo magnético.
La segunda ecuación corresponde a la ley de voltajes de Kirchhoff, observe en la figura 2 el circuito equivalente de la máquina de corriente directa lineal, el cual corresponde a una malla.

Ley de voltaje de Kirchhoff

Figura 2.
Circuito Equivalente de la Máquina de Corriente Directa Lineal



La ley de voltaje de Kirchhoff nos dice que la suma de todas las tensiones en una malla cerrada es igual a cero, por lo que aplicando es principio al circuito equivalente de la maquina lineal obtenemos la siguiente sumatoria de caídas de voltaje:

$$V_B = iR + e_{ind} \qquad (3)$$

Segunda ley de Newton.
La segunda ley de Newton explica la fuerza neta aplicada la cual es proporcional a la aceleración y la masa del objeto, es importante mencionar que basado en (1) se provocará una fuerza necesaria que deberá vencer la inercia de la masa para provocar aceleración en el objeto y de esta forma se produzca el movimiento de acuerdo con (4).

$$F_{neta} = ma \qquad (4)$$

Arranque de la máquina lineal de corriente directa

Observe la figura 1 la cual muestra la máquina lineal de cd en el arranque, en este instante el interruptor S1 se encuentra abierto, en el momento que se cierra el interruptor circula corriente a través de la malla, la cual está dada por la ley de voltajes de Kirchhoff:

$$i = \frac{V_B - e_{ind}}{R} \qquad (5)$$

Sin embargo, al no existir velocidad en la barra, el voltaje inducido e_{ind} es cero de acuerdo con (2) por lo que (5) se reduce a:

$$i = \frac{V_B}{R} \qquad (6)$$

Es decir, la corriente que circula a través de la malla únicamente está limitada por la resistencia de los conductores y la barra, por otro lado, esta corriente provoca que se ejerza fuerza sobre la barra que de acuerdo (1) es perpendicular al plano que existe entre el vector trayectoria que sigue la corriente y el campo magnético por lo que, mediante la regla de la mano derecha es fácilmente demostrable que la fuerza es dirigida hacia la derecha.

$$F_{ind} = ilB \; hacia \; la \; derecha \qquad (7)$$

La fuerza inducida debe ser lo suficientemente grande para vencer la inercia de la barra, si esta condición ocurre entonces conforme a (2) se produce un voltaje inducido e_{ind}, este voltaje se incrementa gradualmente y provoca reducción de la corriente hasta el momento en que iguale al voltaje de la fuente VB, es decir conforme el voltaje inducido se incrementa *i* decrece.

$$i \downarrow = \frac{V_B - e_{ind} \uparrow}{R} \qquad (8)$$

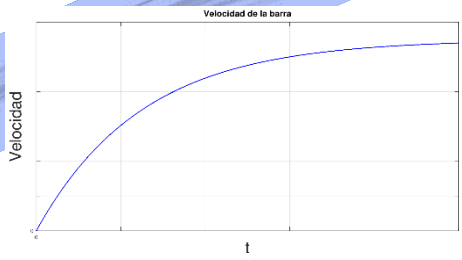
Este voltaje se incrementa hasta el valor límite de la acción motora donde e_{ind}=$V_{B,}$ en el instante que se igualan los voltajes, la barra se mueve a velocidad constante en estado estacionario v_{ee} ,dado que, al no existir corriente la fuerza neta sobre la barra es cero, esta velocidad está dada por la relación:

$$v_{ee} = \frac{V_B}{Bl} \qquad (9)$$

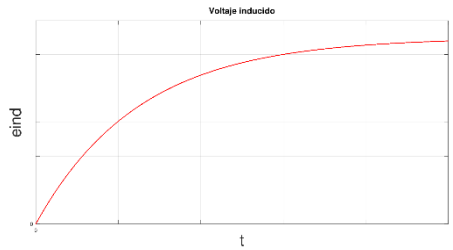
En la figura 3 se muestran las gráficas teóricas del comportamiento de la máquina de corriente directa lineal de las siguiente variables: velocidad, voltaje inducido, corriente y fuerza inducida, es importante mencionar que el comportamiento que se muestra es correspondiente con el análisis teórico anteriormente expuesto, como se observa en el inciso "b" el voltaje inducido tiene un límite, el cuál esta dado por la fuente de alimentación de la máquina y conforme este se incrementa la fuerza se reduce.

Por otro lado, como se muestra en la figura 3 inciso "c" la corriente disminuye gradualmente, pero en caso de que el eje de la máquina disminuya su velocidad la corriente se incrementará para compensar esta reducción, ocasionando un aumento de la fuerza.

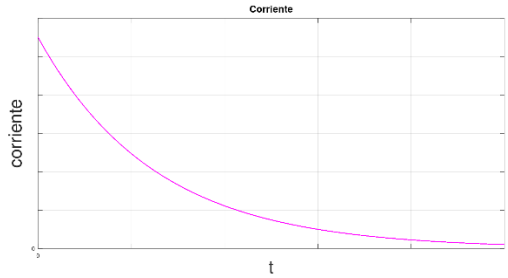
Figura 3.
Comportamiento Teórico de a) Velocidad de la Barra, b) Voltaje Inducido, c) Corriente Inducida, d) Fuerza Inducida



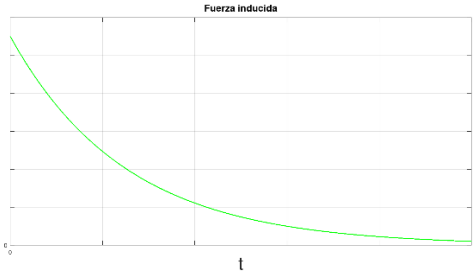
a)



b)



c)



d)

Selección de componentes

Para la construcción del prototipo de la máquina de corriente directa lineal se utilizaron materiales de bajo costo con la finalidad de que sea replicable en las instituciones dedicadas a la enseñanza de las ingenierías para la comprensión de los fenómenos electromagnéticos involucrados, los materiales seleccionados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1.

Materiales para Construcción de la Máquina de Corriente Directa Lineal.

Tipo de material
Dos tubos de cobre como rieles conductores.
Base de madera
Fuente de voltaje en corriente directa 12 V a 300 W
Imanes de ferrita
Sensor de corriente ACS712 a 20 A máximo
Dos interruptores push button
Dos interruptores deslizables
Resistencia 2.2 Ω a 25 W
Conductor calibre 14
Tarjeta Arduino Uno
Equipo de cómputo con software LabVIEW Licencia estudiantil
Tarjeta PCB perforada
Estaño
Clavos para madera

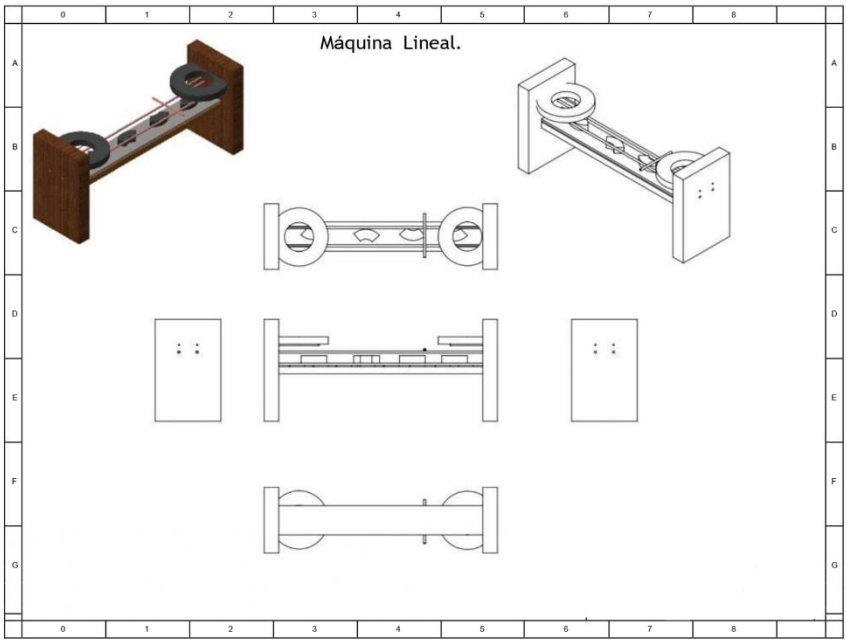
Es importante mencionar que también se requiere equipo adicional para tomar mediciones y asegurar las conexiones de la máquina tales como: multímetro, cautín, pinzas de corte, brújula para verificar orientación del campo magnético.

Construcción de la máquina de corriente directa lineal.

En la figura 4 se muestra la distribución de los imanes de ferrita y la construcción de la base de madera de la máquina de corriente directa lineal.

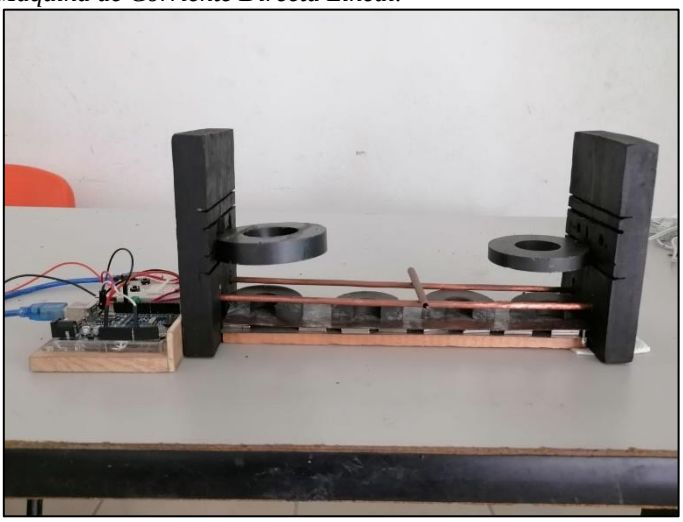
Figura 4.

Diagrama de construcción de la máquina de corriente directa lineal



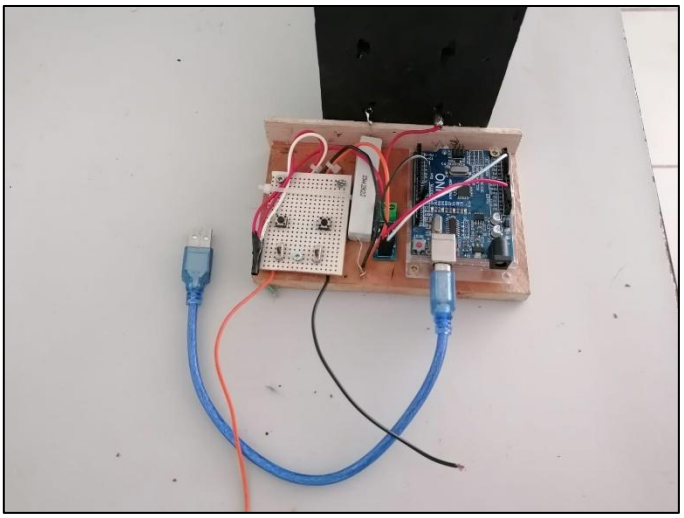
En la figura 5 se muestra la implementación física del prototipo, es importante mencionar que los rieles conductores permitirán el movimiento de la barra conductora, en la parte izquierda se muestra la interfaz que consta de una tarjeta de desarrollo Arduino® uno que permite la medición de la corriente y el voltaje al momento de cierre del interruptor.

Figura 5.
Implementación Física del Prototipo Máquina de Corriente Directa Lineal.



En la figura 6 se muestra un acercamiento de la interfaz la tarjeta, también se agregó un módulo adicional mediante interruptores el cual permite el cambio de polaridad de la fuente mediante el accionamiento de los interruptores deslizables, los conductores negro y naranja son conectados a la fuente de alimentación de 12 V a 300 W.

Figura 6.
Interfaz Para Comunicación al Software LabVIEW.

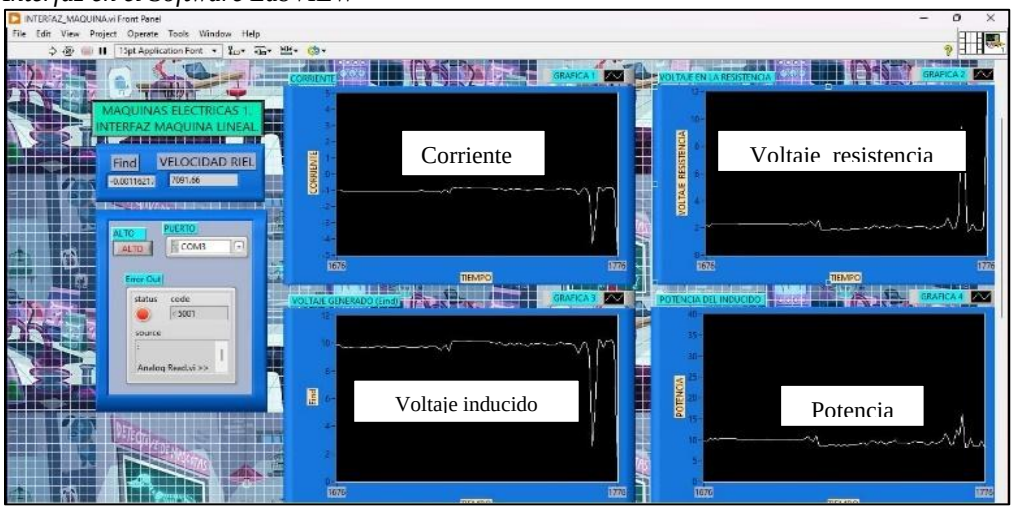


Diseño de interfaz gráfica en el software LabVIEW para medición de parámetros.
El sensor ACS712 de corriente permite la medición analógica, para la medición de los parámetros en el software se realizó la conversión analógica digital mediante el ADC de la tarjeta de desarrollo Arduino UNO® el cual tiene resolución de 10 bits a 50 kHz, el Arduino se encuentra alimentado a 5 V por lo que su resolución es:

$$Res = \frac{5\ V}{2^n - 1} = \frac{5\ V}{1023} = 4.88\ mV \qquad (10)$$

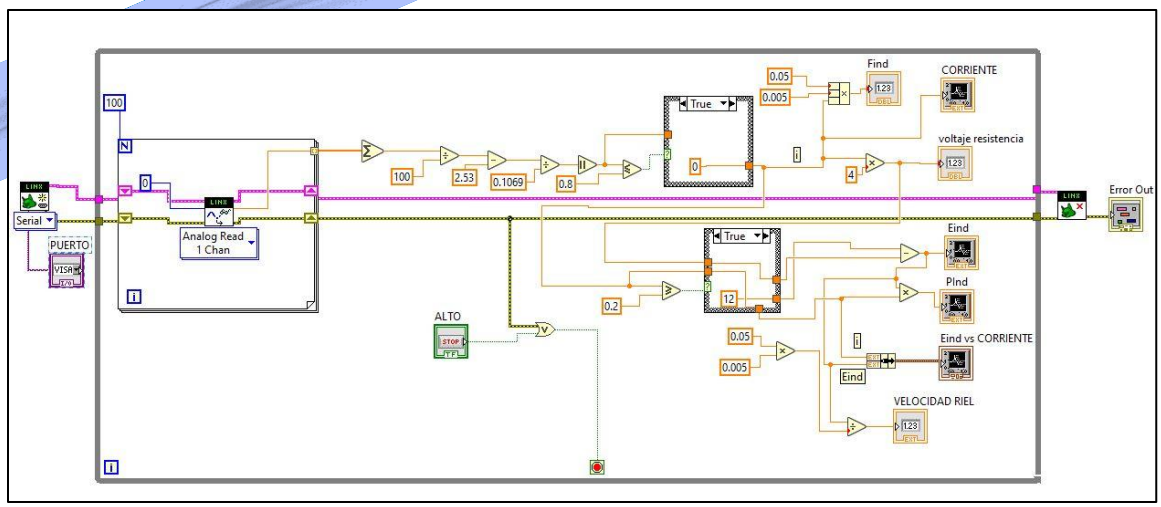
Para evitar mediciones inexactas se promediaron 300 mediciones por cada muestra mostrada en la interfaz, a partir de la medición de corriente es posible calcular F_{ind}, e_{ind} y $P_{e_{ind}}$ a partir de (1) y (2). La interfaz implementada se muestra en la figura 7.

Figura 7.
I*nterfaz en el Software LabVIEW*



En la figura 8 se muestra el diagrama a bloques implementado en la plataforma de LabVIEW, esta programación permite la medición de los parámetros mostrados en la figura 7.

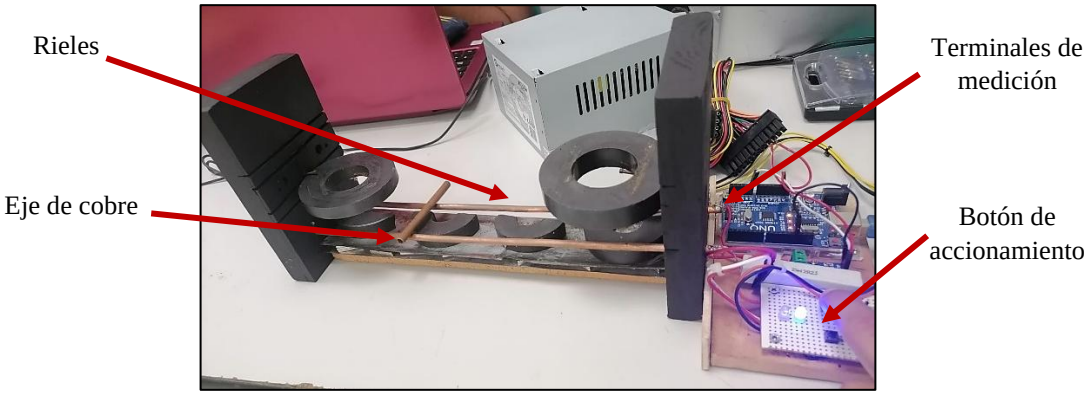
Figura 8.
Diagrama a bloques de la plataforma LabVIEW



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante pruebas de diseño se logró obtener un modelo funcional de una máquina de corriente directa lineal de la cual se validaron los resultados para corroborar la teoría planteada, para verificar si existe campo magnético se tomó lecturas con un dispositivo móvil que permite esta medición la cual se muestra en la figura 9.

Figura 9.
Medición de campo magnético cercano a los rieles



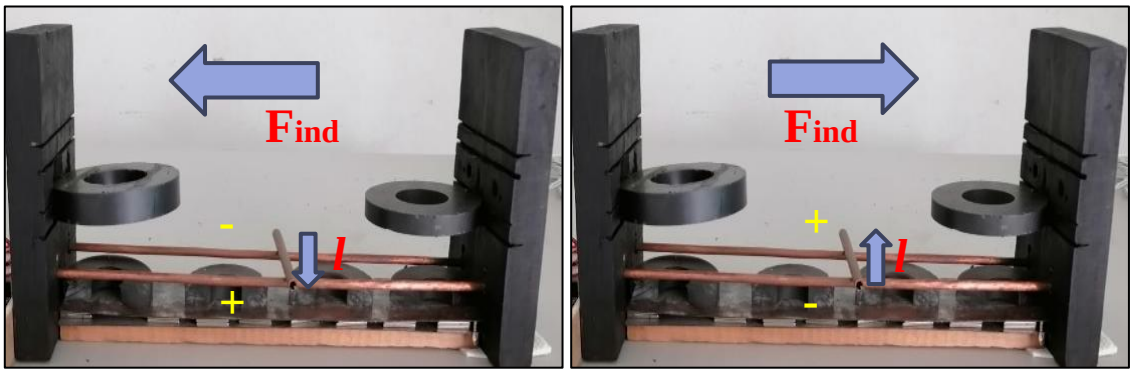
La prueba se realizó colocando sobre los rieles un eje de cobre que, al alimentar la máquina de corriente directa lineal con la fuente, permite circular la corriente a través de los elementos conductores. Si se cumplen las condiciones necesarias existirá una fuerza que permita el movimiento del eje en un sentido, el accionamiento de la fuente se realiza mediante los pulsadores que se encuentran en la tarjeta perforada, en la figura 10 se muestran los elementos mencionados para la operación del prototipo.

Figura 10.
Prueba de Funcionamiento de la Máquina de Corriente Directa Lineal



El sentido de la fuerza ejercida depende de la polaridad con la que se conecte la fuente, la figura 11 muestra el sentido en que se ejerce la fuerza sobre el eje de cobre, en la imagen izquierda se observa que con la polaridad que se muestra en los rieles la fuerza es ejercida hacia la izquierda, si la polaridad se invierte la fuerza es ejercida hacia la derecha, la utilidad de esta prueba es que permite a los estudiantes demostrar la regla de la mano derecha orientando el vector campo magnético **B** con la palma de la mano y los cuatro dedos apuntando en dirección de la trayectoria de la corriente ***I*** por convención, el prototipo demostró ser funcional para ambos casos.

Figura 11.
Dirección de la Fuerza Inducida de la Máquina de Corriente Directa Lineal



Nota: el vector campo magnético B apunta hacia la base del prototipo.
La gráfica de la interfaz de LabVIEW que se observa en la figura 12 muestra la corriente en color amarillo y el voltaje inducido en color rojo, cuando existe un incremento de corriente en los rieles el voltaje inducido se incrementa, este comportamiento es el esperado dado que el voltaje inducido se incrementará conforme el eje se mueva el cuál llegará al voltaje máximo de la fuente, en este punto la corriente se incrementa para compensar la disminución del voltaje. El comportamiento que se muestra en la figura muestra varias pruebas realizadas, es importante mencionar que los momentos en los cuales no se cuenta con medición es el instante en que se deja de alimentar los rieles, debido a que el desplazamiento máximo del eje se encuentra limitado por la distancia de los rieles.

Figura 12.
Gráfica de la Plataforma de LabVIEW Corriente (Amarillo) y Voltaje (Rojo)



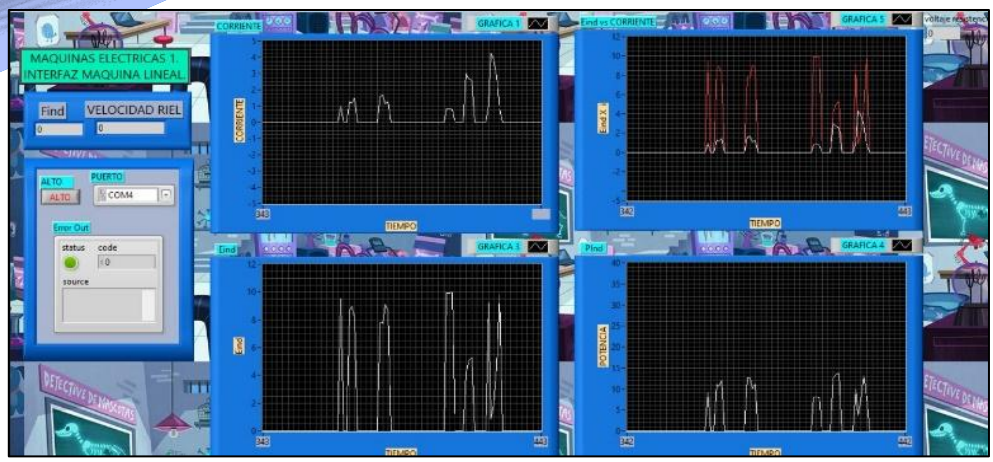
En la figura 13 se muestra un acercamiento a la gráfica cuando se opera la máquina de corriente directa lineal en un sentido, la corriente se muestra en color amarillo y el voltaje en color rojo el comportamiento es el siguiente: durante el instante t0 el eje se encuentra totalmente en reposo y sin alimentación, durante t0 y t1 se aumenta la corriente hasta alcanzar un valor máximo momento en que el eje empieza a moverse, durante t1 y t2 el eje se encuentra en movimiento y la corriente decrece aumentando el voltaje inducido hasta alcanzar el valor máximo en t2, en ese momento el eje se detiene provocando que disminuya el voltaje inducido y la corriente aumente para intentar provocar el movimiento del eje, como los rieles tiene limitaciones físicas de distancia no permite que el eje se mueva, permaneciendo la corriente en el valor máximo, con estos parámetros medidos se validó el comportamiento teórico de la máquina de corriente directa lineal.

Figura 13.
Comportamiento de la Corriente (Amarillo) y Voltaje Inducido (Rojo) de la Máquina



Nota: los tiempos fueron etiquetados para entendimiento del lector.
La figura 14 muestra las mediciones realizadas en la plataforma de LabVIEW en diferentes instantes de prueba de la máquina, el comportamiento es el mismo al caso analizado anteriormente, como se muestra en el recuadro de la esquina superior derecha, las mediciones de variables permiten entender los fenómenos involucrados para lograr que el eje se mueva ante la presencia de un campo magnético y la corriente que circula a través del elemento conductor. El prototipo permite analizar el comportamiento de las variables en el momento que se genera el movimiento, permitiendo una mayor comprensión de lo plasmado de manera teórica.

Figura 14.
Mediciones de la Interfaz de LabVIEW Durante Diferentes Pruebas



CONCLUSIÓN

El primer acercamiento del estudiante con el estudio de las máquinas eléctricas es la máquina de corriente directa lineal dado que permite establecer las bases teóricas basado en un sistema fácil de entender, sin embargo, establecer únicamente ecuaciones no permite el entendimiento de las leyes involucradas en el estudio de la misma dado que los fenómenos electromagnéticos involucrados no pueden ser visibles a simple vista y resulta complejo imaginar el comportamiento de las variables involucradas. Por lo que es importante establecer mecanismos de estudio mediante prototipos didácticos que permitan visualizar los efectos físicos y el comportamiento de las variables involucradas, esta interacción de entender la teoría aplicada a un sistema físico permite reafirmar los conocimientos adquiridos en el aula. Se demostró que es viable realizar la máquina de corriente directa lineal y entender su funcionamiento aplicando varios conocimientos de ingeniería tales como: uso de software para diseño en 3D e instrumentación, medición de variables, programación de interfaces, selección de componentes, solo por mencionar algunos. el prototipo propuesto consta de dos etapas, la máquina de corriente directa lineal que únicamente requiere materiales de fácil acceso y la interfaz de comunicación para la plataforma de LabVIEW, lo que la hace viable para ser implementado en cualquier institución educativa. El prototipo demostró ser funcional y aplicable en la enseñanza de las máquinas eléctricas demostrando en primera instancia la validez de la regla de la mano derecha para encontrar la dirección del vector fuerza, por otro lado, se obtuvo la medición de la corriente, voltaje inducido y potencia, demostrando que corresponde al estudio teórico planteado.

BIBLIOGRAFÍA

Chapman, S.; (2012). Máquinas eléctricas. Mc. Graw Hill.

Govindpure N.; Hipparagi R.; (2018). Basic Design equations of Linear Electric Machines. 2018 IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems (PEDES).; https://doi.org/10.1109/PEDES.2018.8707649.

Monier H.; Fatih A.; Yiquin X.; (2023). Analyzing the design and performance of a DC linear stepper motor. Machines. Revista electrónica de máquinas e ingeniería. 785; https://doi.org/10.3390/machines11080785.

Ngwako, M.; Nyandoro T.; Coller j.; Madahana M.; (2019). 18th IFAC Symposium on Control, Optimization and Automation in Mining, Mineral and Metal Processing, MMM. p. 195-200; https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.09.187.

Yajima, H.; Wakiwaka H.; Minegishi K.; Fujiwara N.; Tamura, k.; (2000). Design of linear DC motor for high-speed positioning. Sensors and Actuators A: Physical.; https://doi.org/10.1016/S0924-4247(99)00175-2.

Desgaste laboral en Médicos Internos de Pregrado
Occupational burnout in undergraduate medical interns

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.797

Julia Matilde Hernández-Jerónimo[1], Beatriz Eugenia Cárdenas Morales[2], María Isabel Azcona-Cruz[3], Agustín Lugo-Radillo[4], Laura Itzel Matadamas-Hernández[5].

[1]*Facultad de Medicina y Cirugía, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Oaxaca: juliahernandezj@hotmail.com*
[2 3 4 5] *Facultad de Medicina y Cirugía, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Oaxaca México: becm2013@gmail.com, malexis10@hotmail.com, alugora@conacyt.mx, laura.matadamas@gmail.com*

Línea de investigación: Educación y salud

Resumen
Introducción: El síndrome de Burnout está constituido por: agotamiento emocional, despersonalización y baja realización personal. Desarrollo: Este estudio se realizó en médicos internos de pregrado (MIP) de un hospital de segundo nivel. en la ciudad de Oaxaca. Objetivo: Conocer si los MIP de un hospital de segundo nivel presentan Síndrome de Burnout durante su internado médico rotatorio, mediante el instrumento *Maslach Burnout Inventory* (MBI) y conocer en cuál de las tres dimensiones experimentan alteraciones con mayor frecuencia. Objeto de estudio: Médicos internos de pregrado. Metodología fases: A 64 MIP antes de iniciar el Internado médico rotatorio se les aplicó la encuesta MBI y se incluyeron datos sociodemográficos, para tener una evaluación basal, posteriormente, posterior a seis meses de iniciado el Internado se realizó una segunda evaluación, comparando los cambios ocurridos entre las dos evaluaciones realizadas, Se consideró Síndrome de Burnout cuando las esferas de desgaste emocional y despersonalización presentaron el puntaje más alto y la esfera de realización personal el puntaje más bajo. Resultados: el síndrome de Burnout aumentó un 9.38%. Por dimensiones: el *desgaste emocional* de alto grado aumentó un 35.94% (p= 0 .000), y el *alto grado de despersonalización* se incrementó 18.85%; (p= 0.022) y la *falta de realización personal* de alto grado aumentó 12.5% (p= 0.019). Discusión: las extenuantes jornadas de trabajo provocan agotamiento físico y emocional en los MIP, ocasionando síndrome de Burnout o alteración en alguna de sus dimensiones, con impacto en la calidad de su trabajo con afectación a los pacientes tratados en estas condiciones de estrés laboral.

Palabras clave: desgaste laboral, médico interno de pregrado Síndrome de Burnout.

Abstract.
Introduction: Burnout syndrome consists of emotional exhaustion, depersonalization, and low personal accomplishment. Development: This study was conducted on undergraduate medical interns (MIP) at a second level hospital in Oaxaca city. Objective: To find out whether MIPs at a second level hospital present Burnout Syndrome during their rotating medical internship, using the Maslach Burnout Inventory (MBI) instrument, and to find out in which of the three dimensions they most frequently experience alterations. Object of study: Undergraduate medical interns. Methodological phases: Before starting their rotating medical internship, 64 MIPs were given the MBI survey and sociodemographic data were included to have a baseline evaluation. Subsequently, six months after starting the internship, a second evaluation was carried out, comparing the changes that occurred between the two evaluations carried out. Burnout Syndrome was considered when the emotional exhaustion and depersonalization spheres had the highest score and the personal accomplishment sphere had the lowest score. Results: Burnout syndrome increased by 9.38%. By dimensions: high-degree emotional exhaustion increased by 35.94% (p= 0.000), and high degree of depersonalization increased by 18.85%; (p= 0.022) and high degree of lack of personal fulfillment increased by 12.5% (p= 0.019). Discussion: exhausting workdays cause physical and emotional exhaustion in MIPs, causing Burnout syndrome or alterations in any of its dimensions, with an impact on the quality of their work, affecting patients treated under these conditions of work stress.

Keywords: burnout, undergraduate medical intern, Burnout syndrome

INTRODUCCIÓN

El Síndrome de Burnout (SB), se define como una reacción afectiva en respuesta al estrés laboral crónico, que puede ocasionar deterioro o disminución de los recursos emocionales y cognitivos, llevando a la persona a un estado de agotamiento en el que el trabajador duda completamente de su capacidad para realizar sus labores, mostrándose cínico sobre el valor y el sentido de estas. El término aparece en la literatura médica a mediados de los años setenta y se integra por tres dimensiones que son: a) desgaste emocional, b) despersonalización o deshumanización, y c) falta de realización personal, estas se traducen como desmotivación e insatisfacción en el trabajo. Para la medición del grado de desgaste laboral, se ha utilizado la escala *Maslach Burnout Inventory* (MBI), que fue descrita en 1981 por Maslach y Jackson, y consiste en un cuestionario de 22 ítems que debe responder la persona a entrevistar mediante una escala de Likert con 7 niveles para emitir la respuesta con valores que van del 0 al 6 (Olivares-Faúndez et al., 2017).

Este síndrome se presenta con mayor frecuencia en personal de la salud como son: médicos, enfermeras, trabajadores sociales (Grau et al., 2009). Dentro de los médicos con mayor exposición a este síndrome se encuentran los médicos becarios: los médicos internos de pregrado (MIP) y los médicos residentes. Los MIP son los estudiantes del último grado de la licenciatura de medicina que se encuentran rotando en un hospital, realizando fundamentalmente trabajo de atención a pacientes. Las actividades del año de internado rotatorio se rigen por el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-033-SSA-2023, Educación en Salud, que considera las jornadas académicas matutinas y las prácticas clínicas complementarias, también llamadas “guardias”, las cuales deben realizarse como máximo 2 veces por semana, con intervalo de por lo menos 3 días, sin exceder las 80 horas semanales (NOM 033., 2022). Sin embargo, en muchos casos los MIP están sometidos a trabajo hospitalario continuo de 36 horas o más, rebasando las 80 horas semanales consideradas en la NOM. Además de la exigencia académica diaria, y en algunos casos acoso y abusos.

Estos factores repercuten negativamente en el MIP desde el punto de vista del desgaste emocional, despersonalización o deshumanización y falta de realización personal llegando a ocasionar en estos el síndrome de Burnout. Athié y cols (2016), reportaron 16 % de Síndrome de Burnout en 141 MIP al final del ciclo de Internado. Grau (2009) encontró 14.9 % en profesionales de la salud de España, 14.4 % de Argentina 14.4%, de México y otros, entre 2.5% y 5.9%[3]. Según Vilchez (2016) el 24.2% de 582 estudiantes de medicina peruanos presentaron SB asociado a enfermedades crónicas, tabaquismo, ingesta de alcohol y procedencia de una universidad de provincia. Rodríguez Cervantes (2020) reportó un 32.1% asociado a bajo desempeño académico, Gastelo (2020) encontró 28% de SB en 138 internos de medicina y una relación inversa con el clima educativo. Joanico Morales (2019) encontró 0% de SB en MIP de nuevo ingreso, 17% en MIP con 6 meses y 43% con 12 meses de internado. Arias y Gutiérrez encontraron SB en solo 5.2 % de 109 MIP[1o], Goñi y Danza (2015) encontraron 14.7 % de SB en 145 Médicos internos.

DESARROLLO:

OBJETIVO GENERAL

Conocer si los MIP de un hospital de segundo nivel presentan Síndrome de Burnout durante su internado médico rotatorio, mediante el instrumento *Maslach Burnout Inventory* (MBI) y conocer en cuál de las tres dimensiones experimentan alteraciones con mayor frecuencia.

OBJETO DE ESTUDIO

Médicos internos de pregrado.

METODOLOGÍA

Estudio prospectivo, longitudinal y analítico.

FASES DEL DESARROLLO

Se aplicó la encuesta MBI incluidos datos sociodemográficos, a 64 MIP antes de iniciar el Internado médico rotatorio para analizar las condiciones iniciales de estos, posteriormente, pasados seis meses de iniciado el Internado se realizó una segunda evaluación, para comparar los cambios ocurridos entre las dos evaluaciones realizadas. De las puntuaciones obtenidas se han descrito tres rangos para las tres dimensiones exploradas, sin existir un punto de corte definido que indique la existencia o no del síndrome, sin embargo, para fines de este estudio se toma como Síndrome de Burnout cuando presenten el puntaje más alto en las esferas de desgaste emocional y despersonalización y el puntaje más bajo en la esfera de realización personal. Tabla 1.

Tabla 1. Puntos de Corte para Síndrome de Burnout en la Escala Maslach

Dimensión evaluada	Baja	Media	Alta: Burnout
Desgaste emocional	< 18 puntos	19-26 puntos	**≥ 27 puntos**
Despersonalización	< 5 puntos	6-9 puntos	**≥ 10 puntos**
Falta de realización personal	> 40 puntos	34-39 puntos	**≤ 33 puntos**

RESULTADOS:

Medición al Inicio del Internado

Se aplicó el cuestionario MBI, a 64 MIP que estaban iniciando el año de internado rotatorio en un hospital de segundo nivel, 33 (51.5%) hombres y 31 (48.5%) mujeres, con un promedio de edad de 22.9 años (rango de 21 a 25 años), de los cuales dos casos tenían Síndrome de Burnout (3.1%) y 5 MIP (7.8%) del sexo femenino padecían alguna enfermedad mental previa, entre ellas: ansiedad, depresión y autismo en tratamiento. Con relación a su lugar de origen 33 (51.5%) eran originarios de la ciudad de Oaxaca y 31 (48.5%) de las diferentes regiones del estado, de estos últimos el 25% (16 MIP) del total vivían en ese momento solos en la ciudad.

De los 64 MIP: El 7.81% presentaron desgaste emocional grado alto, despersonalización de grado alto 26.56% y falta de realización personal de grado alto 23.43%. Tabla 2

Tabla 2: Resultados Totales de la Primera Medición.

Dimensión evaluada	Grado Bajo	No.	%	Grado medio	No.	%	Grado Alto	No.	%
Desgaste emocional	<19	41	64.06	19-26	18	28.13	>26	5	7.81
Despersonalización	<6	31	48.44	6-9	16	25	>9	17	26.56
Falta de Realización personal	>39	31	48.44	34-39	18	28.13	<34	15	23.43

Al separar los resultados por sexo, de los 33 MIP del sexo masculino; 6.06% tuvieron desgaste emocional de grado alto, 30.30% de grado medio y 63.63% de bajo grado. Despersonalización: grado alto el 36.36%, grado medio 24.24% y grado bajo 39.39%. Falta de realización personal: 21.21% grado alto, 33.33%, grado medio y 45.45% grado bajo.

En cuanto a las 31 MIP del sexo femenino se observó desgaste emocional 12.9% de grado alto, 25.8%, grado medio y grado bajo 61.29%. Despersonalización grado alto 16.12%. grado medio 25.8% y grado bajo 58.06%. Falta de Realización personal grado alto 25.8% grado medio 22.58%, y bajo grado 51.61%,

Las MIP con ansiedad o depresión previa al inicio del Internado Rotatorio mostraron: Desgaste emocional grado alto 20%, grado medio 60% y de bajo grado 20%. Despersonalización de grado medio 40% y bajo grado 60%, y falta de realización personal alto grado 40%, grado medio 40%, grado bajo 20%.

RESULTADOS

Medición a 6 meses de iniciado el Internado.

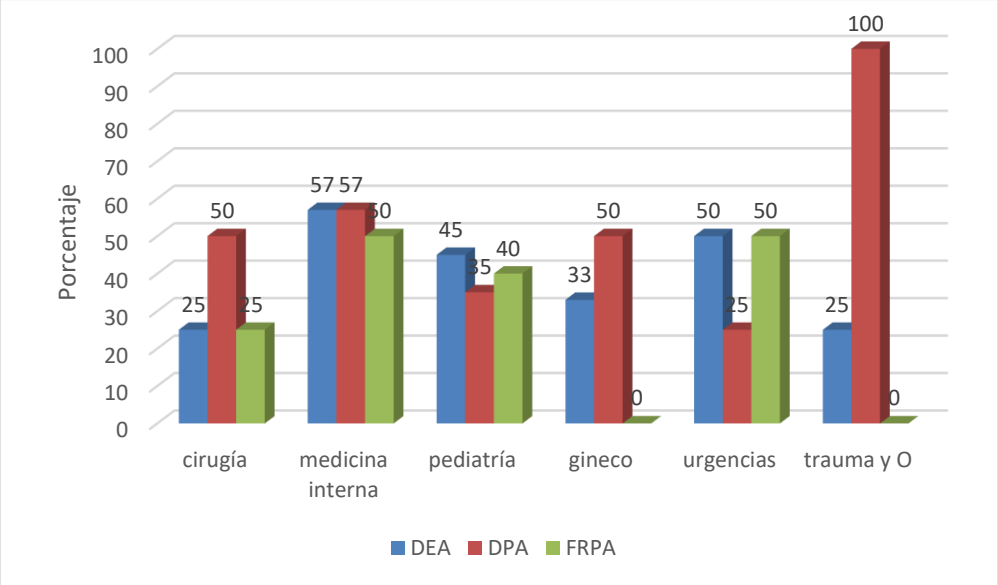
Por dimensión: Se observó desgaste emocional de alto grado: 43.75%, despersonalización de alto grado 45.31 % y falta de realización personal de alto grado 35.93%. Tabla 3.

Tabla 3: Resultados Totales del grupo de la Segunda Medición.

Dimensión evaluada	Bajo grado	No.	%	Grado medio	No.	%	Alto grado	No.	%
Desgaste emocional	<19	20	31.25	19-26	16	25	>26	28	43.75
Despersonalización	<6	21	32.81	6-9	14	21.88	>9	29	45.31
Falta de Realización personal	>39	17	26.56	34-39	24	37.5	<34	23	35.94

Al observar los resultados por sexo, se encontró en hombres desgaste emocional alto en 42.42%, grado medio en 33.33 % y grado bajo en 24.24 %, despersonalización alto grado 60.60%, grado medio 12.12 % y grado bajo 27.27 % y falta de realización personal alto grado 30.30%, grado medio 48.48% y bajo grado 21.21%.
En mujeres se observó desgaste emocional grado alto en 45.16%, grado medio 16.12 % y grado bajo 38.7%, despersonalización grado alto 29%, grado medio 32.25% y bajo grado 38.7% y falta de realización personal de alto grado 41.93%, grado medio 25,8 % y grado bajo 32.25%.
En la segunda medición fueron siete las personas identificadas con diagnóstico y tratamiento de ansiedad o depresión: Desgaste emocional grado alto: 57.14 %, grado medio 14.28% y grado bajo 28.57%. Despersonalización grado alto 57.14 %, grado medio 28-57 y grado bajo 14.28%, falta de realización personal grado alto 57.14%, grado medio 42.85 % y grado bajo 0
Se observó incremento de Síndrome de Burnout de 3.1% a 12.5 % del total de participantes (4 hombres y 4 mujeres). Por servicio de rotación, se encontró síndrome de Burnout en el 25% de los MIP que se encontraban rotando en el servicio de cirugía, el 25 % en urgencias, el 25% en medicina interna y 25% de pediatría, solo los rotantes de Ginecobstetricia y traumatología no presentaban Burnout, pero si incremento en una o dos dimensiones. Ver gráfica 1.

Grafica 1. Frecuencias de Desgaste Emocional Alto Grado (DEA), Despersonalización Alto Grado (DPA) Y Realización Personal Baja de Alto Grado (RPBA) De MIP de acuerdo con el Servicio de Rotación.



De los 18 MIP que son del interior estado y que viven solos, se encontró en la segunda medición: 4 casos de Burnout (que corresponden al 6.2 % del total de participantes y al 22.2 % de los que se encuentran en esa condición de vivienda), 3 de ellos son mujeres, además en este grupo, el desgaste emocional aumentó del 0 al 55.5%, la despersonalización del 31.2 % al 38.8% y la falta de realización personal alta pasó del 25% al 61.1%.
Se realiza comparación de las dos muestras y análisis estadístico con T de student y se observa significancia estadística con $p < a\ 0.05$ en las tres dimensiones. Tabla 4

Tabla 4. Comparación de las Dimensiones entre la Medición Inicial y la Intermedia del Internado de Pregrado.

Comparación de las 2 muestras por dimensión	**Significancia < 0.05**
Desgaste emocional 1 – Desgaste emocional 2	.000
Despersonalización 1 – Despersonalización 2	.022
Realización Personal 1 – Realización Personal 2	-019

DISCUSIÓN

El síndrome de Burnout en el personal de salud ha sido estudiado cada vez con mayor frecuencia en nuestro país, particularmente en médicos y enfermeras, y en menor frecuencia en estudiantes de medicina, entre estos a los MIP. En este estudio se encontró Síndrome de Burnout en la medición de inicio del internado en una estudiante (3.1%), incrementándose al 12.5% de los MIP (4 hombres y 4 mujeres) en la segunda medición, este porcentaje es ligeramente menor al 16% reportado por Athié (2016) al término del internado, por Vilchez (2016) 24.2 %, Rodríguez C (2020) 32.1%, Gastelo (2018) 28%, y Joanico Morales (2019) O% al inicio, 17.5% a los 6 meses y 43% al final del internado, y mayor al reportado Arias Renzo (2018) 5.2% y Goñi Mabel (2015) 4.9%. Muy probablemente la cifra hubiera sido mayor al final del internado rotario.

Al comparar a los dos grupos se encontró diferencia significativa en todas las dimensiones: En desgaste emocional (p 0.000), en despersonalización (p 0.022), y en falta de realización personal (p 0.019). Por frecuencia; en desgaste emocional de alto grado se observó un incremento de 7.8 a 43.75 %, menor al 63.3%, 58.5% y 61.4% reportados por Athié, Rodríguez[6] y Joanico respectivamente al final del internado. En el rubro de despersonalización de alto grado se observó un incremento de 26.56 al 45.35% de los y las participantes superior al reportado por Athié (40.4%) y ligeramente inferior al reportado por Rodríguez (47.1%) y Joanico (45.7%). La falta de realización personal de alto grado pasó de 23.43 a 35.93% respecto al 30.4 % de Athié, 41.5% Rodríguez y 51.4% de Joanico y cols.

Al analizar los resultados por sexo, se incrementaron e igualaron los porcentajes de desgaste emocional en hombres y mujeres con 43.42 y 45.16% respectivamente. En despersonalización; se observó mayor porcentaje en hombres que en mujeres (60. 6% vs 29%) y la falta de realización personal de alto grado fue de 30.3% en hombres y 41.93 % en mujeres.

Los resultados encontrados en de acuerdo con la rotación en los diferentes servicios, mostró Síndrome de Burnout en 25% de los MIP rotantes de los servicios de Cirugía, Urgencias, Medicina Interna y Pediatría. Por dimensión, se encontró mayor afectación en las tres dimensiones en los rotantes por Medicina Interna, seguido de Pediatría y Urgencias y mayor despersonalización en Traumatología y Ortopedia (100%), Ginecobstetricia y Cirugía, Joanico y cols reportaron mayor frecuencia de Burnout en Medicina Interna y Athié y cols reportaron en Cirugía y Medicina Familiar.

Por otro lado, en la evaluación previa al inicio del Internado de Pregrado, se encontraron 5 casos de MIP del sexo femenino con diagnóstico de depresión y ansiedad con tratamiento instalado. En la segunda evaluación realizada a mitad del Internado se sumaron dos casos del sexo masculino, y en este grupo se observó incremento de desgaste emocional de alto grado del 20% al 57.1%, despersonalización de alto grado del 0 al 57.1 % y la falta de realización personal de alto grado del 40% al 57.1 %.

De los 18 MIP que son originarios del interior estado y que viven solos, se encontraron 4 casos de Burnout (que corresponden a la mitad del total de casos de Burnout encontrados, y al 22.2 % de los que se encuentran en esa condición de vivienda), tres de ellos son mujeres, en este grupo aumentó el desgaste emocional de alto grado del 0 al 55.5%, la despersonalización de alto grado del 31.2 % al 38.8% y la falta de realización personal de alto grado pasó del 25% al 61.1 %.

CONCLUSIONES

Las largas y extenuantes jornadas de trabajo, ocasionan en el personal médico en formación, en este caso Médicos Internos de Pregrado, desgaste físico y emocional, en forma acumulativa, llegando a desarrollar Síndrome de Burnout y/o alteración en una o dos de las esferas que lo conforman, en un porcentaje significativo de médicos (Ortega et al., 2014).

Los principales factores desencadenantes de Burnout son el estrés y la deprivación de sueño; que, en forma crónica, llevan a disminución en el rendimiento en el trabajo (Daniel G., 2017), también es un factor asociado el hecho de que los MIP vivan solos lejos de sus familias, llegando a ocasionarles agudización de enfermedades psicológicas previas, ausentismo, y en algunos casos abandono del Internado Médico. De manera colateral también repercute en la calidad de la atención de los usuarios, en los resultados obtenidos en el desempeño de las unidades de salud, así como en las relaciones en el entorno familiar y social de la persona afectada. A esto hay que agregar la baja remuneración económica (beca) que no compensa el trabajo realizado, siendo el MIP el nivel más bajo de los médicos a nivel hospitalario. La limitación del estudio es que valora solo al inicio y a la mitad del Internado estas alteraciones, y muy probablemente se exacerban hacia el final de este periodo de formación clínica.

Finalmente consideramos necesaria la valoración psicológica inicial y a la mitad del año rotatorio para identificar y tratar al personal en riesgo, mediante apoyo psicológico o medicamentoso dada la repercusión no solo en los médicos en formación, sino también en las personas que reciben la atención sanitaria. También es necesario que el becario incorpore el ejercicio en su estilo de vida y, en la medida de lo posible procure mantener sus relaciones sociales (Cabello V et al, 2016), y desde luego, que en las unidades hospitalarias se procure el cumplimiento de la NOM relacionada con las actividades del Internado de Pregrado, que mandata la realización de guardias cada 4 días, y en los servicios de mayor desgaste que los tiempos de servicio no sean mayores a 24 horas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arias Renzo, Gutiérrez Ericson L. (2018). Prevalencia del síndrome de burnout en internos de medicina del Hospital Militar Central de Lima. Revista Cubana de Medicina Militar (1-7)
2. Athié Gutiérrez C, Cardiel Marmolejo L.N, Camacho Aguilera J, Mucientes Avellaneda V.M, et al (2016) Burnout en médicos internos de pregrado del Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga. Inv Ed Med (102-107).
3. Cabello Vélez N.S, Santiago Hernández G.Y. (2016) Manifestaciones del Síndrome de Burnout en estudiantes de medicina. Archivos en Medicina Familiar (77-83).
4. Daniel Guerrero A.B, Rodríguez Reyna C.A, Morales López S. (2017) Estrés emocional en estudiantes de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Humanidades Médicas (497-515).
5. Gastelo-Salazar Kenyi Yonatan, Rojas-Ramos Alfonso Percy, Díaz-Vélez Cristian, Maldonado-Gómez, Winston. (2020) Clima educativo hospitalario y síndrome de burnout en internos de medicina. Educ Med. (237-246)
6. Grau A, Flichtentrei D, Suñer R, Prats, M, Braga F. (2009) Influencia de factores personales, profesionales y transnacionales en el síndrome de burnout en personal sanitario hispanoamericano y español. Rev Esp Salud Pública (215-230).
7. Goñi Mabel, Danza Álvaro, Urgoiti Mariana, Durante Eduardo. (2015) Correlación entre clima educativo y síndrome de burnout en practicantes internos de la carrera de Doctor en Medicina de Uruguay. Rev Med Urug (272-281).
8. Joanico Morales Baltazar, Ojeda Jesús Gil, Salgado Jiménez María A, Ríos Oliveros Luis A, Villalobos Aguayo Patricia (2019). Síndrome de burnout en médicos internos de pregrado. Aten Fam. (145-149).
9. Maslach, C., & Jackson, S. (1981). The measurement of experienced burnout. *J Occup Behav*, 99-113.
10. Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-033-SSA3-2022, Educación en salud. Cd de México: SEGOB.
11. Olivares-Faúndez V. Laudatio Christina Maslach. (2017) Comprendiendo el Burnout. Universidad de Valparaíso, Ciencia & Trabajo (59-63).
12. Ortega M.E, Ortiz G.E. (2014) Burnout en estudiantes de pregrado de medicina y su relación con variables de personalidad. Terapia Psicológica (235-242).
13. Rodríguez Cervantes CB. (2020) Síndrome de Burnout y desempeño académico en médicos internos de pregrado. Tesis Maestría en Educ. ITESM (26.33)
14. Vilchez-Cornejo J, Huamán-Gutiérrez Roberto, Arce-Villalobos L, Morán-Mariños C, Mihashiro-Maguiña K, Melo-Mallma N, Eyzaguirre-Villagarcia J, Rojas-Valle C. (2016) Síndrome de burnout en estudiantes de medicina: frecuencia, características y factores asociados. Acta Med Perú. (282-288).

Aula Invertida usando Moodle para la Materia Arquitectura de Computadoras

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.810

Ma. Elena Montes Almanza[1], María Luisa Montes Almanza[2], Ma. del Consuelo Frias Maldonado[3], Miguel Ángel Guzmán Rivera[4], Pedro Celestino Ramírez[5]

[1]*TecNM-Instituto Tecnológico de Querétaro, elena.ma@queretaro.tecnm.mx*
[2]*TecNM-Instituto Tecnológico de Querétaro, luisa.ma@queretaro.tecnm.mx*
[3]*TecNM-Instituto Tecnológico de Querétaro, consuelo.fm@queretaro.tecnm.mx*
[4]*TecNM-Instituto Tecnológico de Querétaro, miguel.gr@queretaro.tecnm.mx*
[5]*TecNM-Instituto Tecnológico de Querétaro, pedro.r@queretaro.tecnm.mx*

Línea de investigación: Enseñanza de la ingeniería

Resumen

La incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el ámbito educativo cobra relevancia día a día, lo que hace imprescindible que las instituciones educativas adapten sus currículos y metodologías para maximizar sus beneficios e integren metodologías activas, como el aula invertida y el uso plataformas virtuales que favorecen experiencias de aprendizaje más personalizadas a través de una variedad de recursos, formatos y estrategias didácticas, ajustándose a las necesidades de los estudiantes en los diferentes niveles educativos.
El objetivo de este estudio es implementar y evaluar la metodología de aula invertida usando la plataforma Moodle como estrategia para apoyar el aprendizaje de la materia de Arquitectura de las Computadoras del Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Se empleó un enfoque de investigación cuantitativo con un alcance descriptivo y transversal, además se aplicó la metodología para implementar la modalidad del aula invertida diseñado por el Tecnológico Nacional de México (TecNM).
Entre los resultados se encontró que esta estrategia de aprendizaje favorece la motivación, así como la adquisición de un aprendizaje activo y significativo, además de que fomenta la comunicación e interacción entre los estudiantes y el docente, propiciando así un aprendizaje colaborativo, también se evidencio la importancia de adaptarse a las necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes, lo que resalta la importancia de adoptar un enfoque flexible, realizando ajustes en los contenidos, recursos y estrategias, asegurando que todos los estudiantes puedan beneficiarse plenamente de esta metodología.

Palabras clave: Aprendizaje Activo, Aula Invertida, Moodle

Abstract

The incorporation of information and communication technologies (ICT) in the educational field gains relevance every day, which makes it essential that educational institutions adapt their curricula and methodologies to maximize their benefits and integrate active methodologies, such as the flipped classroom and the use of virtual platforms that promote more personalized learning experiences through a variety of resources, formats and teaching strategies, adjusting to the needs of students at different educational levels.
The objective of this study is to implement and evaluate the flipped classroom methodology using the Moodle platform as a strategy to support the learning of the Computer Architecture subject of the Computer Systems Engineering Educational Program. A quantitative research approach was used with a descriptive and transversal scope, and the methodology was also applied to implement the flipped classroom modality designed by the Tecnológico Nacional de México (TecNM).
Among the results, it was found that this learning strategy favors motivation, as well as the acquisition of active and meaningful learning, in addition to promoting communication and interaction between students and the teacher, thus promoting collaborative learning, the importance of adapting to the needs and learning styles of students, which highlights the importance of adopting a flexible approach, making adjustments to content, resources and strategies, ensuring that all students can fully benefit from this methodology.

Keywords: Active Learning, Flipped Classroom, Moodle

INTRODUCCIÓN

En el contexto educativo actual, las metodologías activas han demostrado ser fundamentales para fomentar el aprendizaje significativo. Entre estos destaca el modelo del *Aula Invertida* conocida como *Flipped Classroom*, donde el aprendizaje tiene lugar tanto fuera como dentro del salón de clase.

Este enfoque pedagógico emplea la tecnología multimedia para que los estudiantes acceden y estudien previamente el contenido teórico fuera del aula, permitiendo que las clases presenciales se desarrollen de manera práctica (Sandoval et al., 2021). De tal forma que la dinámica en el salón de clase se centre en hacer comentarios, plantear preguntas, despejar dudas y puntualizar apreciaciones sobre lo observado, teniendo la guía y asesoramiento del docente para promover un aprendizaje profundo y efectivo (Acevedo, et al., 2019; Rivas, 2020).

El uso de este tipo de metodologías se incrementó notablemente a raíz de la pandemia de COVID-19, ya que en este periodo los docentes se vieron obligados recurrir a estrategias propias de la modalidad educativa a distancia. En este contexto, el Tecnológico Nacional de México (TecNM) con la finalidad de apoyar a los docentes, fomento el uso de estrategias didácticas como es el caso del *Aula Invertida*, para facilitar su aplicación elaboró el *Manual de Aula Invertida del TecNM* donde establece su marco de referencia para adaptar esta metodología al diseño instruccional y elaboración de contenidos en las materias de los programas curriculares que imparten; y a su vez, implementarla en sus institutos y centros educativos (TecNM, 2022).

El modelo de aula invertida requiere para su implementación una secuencia de acciones, en el caso del Modelo del Aula Invertida del TecNM se consideran las fases de: *Planeación, Antes de la Clase, Durante la Clase y Después de la Clase* que se describen a continuación:

En principio, en la *Fase de Planeación* se identifican los temas del programa de estudio donde se implementará la estrategia, se seleccionan los recursos, así como las actividades de aprendizaje y enseñanza que serán desarrolladas en las fases posteriores del modelo. En segundo lugar, en la *Fase Antes de Clase* el docente entrega los recursos a los estudiantes quienes revisan los conceptos teóricos relacionados con el tema. En tercer lugar, en la *Fase Durante la Clase*, se realiza una clase presencial caracterizada por la interacción entre docente y estudiantes para reforzar los conceptos. Finalmente, en la *Fase Después la Clase*, se llevan a cabo diversas actividades diseñadas para consolidar el aprendizaje del estudiante, contando siempre con la guía y apoyo continuo del docente (Hidalgo, et al., 2021; TecNM, 2022).

En la implementación de este modelo pedagógico la incorporación de entornos virtuales de aprendizaje (EVA) como la plataforma Moodle juega un papel fundamental debido a que contribuye a la organización del contenido, facilitando el acceso a los recursos de aprendizaje seleccionados por el docente para su uso antes, durante y después de las clases, también facilitan la gestión del tiempo permitiendo que los estudiantes accedan al material según su propio ritmo y necesidad, fortaleciendo así la autogestión del conocimiento y favoreciendo la creación de un entorno de aprendizaje flexible, autónomo y colaborativo. (Uliana, et al., 2020).

Es importante mencionar que, la aplicación de este modelo en estudiantes de nivel licenciatura tiene un impacto significativo en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes (Cuenca et al., 2021). Este enfoque no solo facilita una comprensión más profunda de los conceptos técnicos, sino que también permite a los estudiantes aplicar sus conocimientos en situaciones práctica, lo que es fundamental para fortalecer competencias esenciales como: trabajo colaborativo, solución de problemas, creatividad, pensamiento crítico y las habilidades reflexivas e investigativas, que son vitales en un entorno laboral cada vez más exigente y tecnológico (Madrid et al., 2018; Mercado, 2020).

Por otro lado, es importante destacar que cada disciplina exige una comprensión profunda de sus conceptos fundamentales, así como la habilidad para interiorizarlos y aplicarlos en situaciones prácticas. En este sentido, en la materia de *Arquitectura de Computadoras*, los estudiantes deben integrar el conocimiento teórico sobre los componentes de la computadora con competencias en programación y análisis de rendimiento. Esta integración entre teoría y práctica es esencial para desarrollar habilidades que les permita diseñar soluciones efectivas, creación de tecnologías innovadoras y adaptarse a un entorno tecnológico en constante evolución.

En este contexto, la implementación del modelo de aula invertida como estrategia para el aprendizaje de la Arquitectura de Computadoras, utilizando plataformas como Moodle, es especialmente relevante, dado que este enfoque proporciona un espacio para el aprendizaje autónomo y proactivo antes de las clases, permitiendo que, después de la apropiación teórica, los estudiantes participen en actividades interactivas y colaborativas. Esto no solo fomenta un aprendizaje activo, sino que también facilita el desarrollo de habilidades tanto teóricas como prácticas, lo que a su vez contribuye a una mayor comprensión de los sistemas computacionales.

Por tanto, se plantea la presente investigación con el objetivo de implementar la estrategia del aula invertida utilizando la plataforma Moodle y explorar la percepción de los estudiantes acerca del impacto de esta metodología en su proceso de aprendizaje.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo general

Implementar y Evaluar la metodología de aula invertida usando la plataforma Moodle como estrategia para apoyar el aprendizaje de la materia de Arquitectura de las Computadoras de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Objetivos específicos

- Desarrollar la metodología del aula invertida para el fortalecimiento de las competencias de la materia de Arquitectura de las Computadoras.
- Diseñar los recursos virtuales
- Diseñar el curso de la materia de Arquitectura de las Computadoras en la plataforma Moodle.
- Evaluar el impacto del enfoque del Aula invertida en el aprendizaje de los estudiantes.

OBJETO DE ESTUDIO

En la presente investigación el objeto de estudio es la implementación de la metodología de aula invertida mediante la plataforma Moodle, para optimizar el aprendizaje de la materia de Arquitectura de Computadoras. Es importante mencionar que esta materia requiere de una formación teórica sólida para poder aplicar estos conocimientos en la práctica para el diseño y control de interfaces que permitan optimizar procesos; por tanto, se deben crear las condiciones para lograr un balance entre la teoría y la práctica ofreciendo una alternativa diferente que responda a las necesidades de los estudiantes en este campo de la Ingeniería en Sistemas Computacionales.

En este contexto, integrar el enfoque del aula invertida con plataformas virtuales como Moodle resulta particularmente beneficiosa, ya que fomenta la autonomía y autorregulación del estudiante en su proceso de aprendizaje al proporcionar recursos y materiales dinámicos digitales para abordar la teoría de manera efectiva, facilitando la puesta en práctica de los conceptos aprendidos, visualizando ejemplos, realizando ejercicios, así como promover el resolver dudas entre pares y con el docente, lo que conlleva a un aprendizaje significativo.

Asimismo, esta combinación permite a los estudiantes asumir un rol activo y protagónico en el desarrollo de actividades de manera asíncrona, proporcionándoles mayor flexibilidad y control sobre su aprendizaje. Además, Moodle ofrece herramientas de comunicación como foros y chats que facilitan la interacción continua entre docentes y estudiantes, promoviendo un entorno de aprendizaje más colaborativo.

METODOLOGÍA

En el desarrollo de esta investigación se empleó el enfoque de tipo cuantitativo con un alcance descriptivo y transversal. La *población* estuvo compuesta por *72 estudiantes* de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del (TecNM), campus Querétaro, quienes cursaron la materia de Arquitectura de las Computadoras, en el periodo enero–junio de 2024. El *tamaño de la muestra* se determinó a través de la *fórmula de población finita y conocida*, con un nivel de confianza del 95% y un porcentaje de error del 5%, siendo un *total de 61 estudiantes* seleccionados, utilizando la técnica de muestreo aleatorio simple.

Para evaluar la percepción de los estudiantes en el desarrollo del Modelo de Aula Invertida, se utilizó una adaptación del instrumento "Evaluar la Percepción y Satisfacción de Estudiantes Universitarios", diseñado por Cervantes et al. (2023), estructurado en una escala de Likert con valores de 1 a 4, donde 1 es muy bajo y 4 equivale a alto, compuesto por 18 ítems organizados en tres dimensiones: *Beneficios, Satisfacción y Comunicación*.

La dimensión *Beneficios* consta de 10 ítems que exploran las ventajas que el aula invertida aporta a los estudiantes. La dimensión *Satisfacción* incluye 3 ítems orientados a medir el nivel de satisfacción de los estudiantes con la implementación del modelo en el curso. Finalmente, la dimensión *Comunicación* conformada por 5 ítems que evalúan el nivel de interacción entre el docente y los estudiantes durante la aplicación del aula invertida. Cabe señalar que, en la adaptación al cuestionario, se modificó la redacción del primer, séptimo y decimo ítem de la dimensión de *Beneficios,* por recomendación de dos expertos en el tema.

La recolección de datos se realizó mediante la distribución del cuestionario en *Google Forms*, el cual fue enviado a los estudiantes a través de sus correos institucionales.

Los datos obtenidos se analizaron utilizando técnicas estadísticas descriptivas, con la finalidad de conocer el impacto del Aula Invertida en el aprendizaje de los estudiantes, facilitando la identificación de áreas de oportunidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

FASES DEL DESARROLLO

Para la implementación de la metodología, esta se dividió en dos etapas. La *primera etapa* consistió en aplicar el enfoque pedagógico del Aula Invertida del TecNM específicamente en la materia de Arquitectura de las Computadoras, siguiendo de manera puntual las fases *de Planeación, Antes de la clase, Durante la clase y Después de la clase*. La *segunda etapa* consistió en aplicar el instrumento para evaluar la percepción y satisfacción de los estudiantes universitarios en el desarrollo del modelo de Aula Invertida.

En la *fase de Planificación* durante *la primera etapa,* se realizó la selección de los temas de las unidades temáticas del programa de la materia de Arquitectura de las Computadoras, de igual manera se planificaron de las guías de aprendizaje y el establecimiento de la secuencia didácticas con sus respectivos tiempos para llevarlas a cabo, además de la selección, diseño y producción de los recursos virtuales del Aula Invertida, así como la implementación del curso en Moodle. Lo anterior se documentó utilizando el formato establecido en el manual de Aula Invertida del TecNM, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1

Formato para la Fase de Planeación del Aula Invertida para Recursos Virtuales

Ingeniera en Sistemas Computacionales

ASIGNATURA: Arquitectura de las Computadoras **PERIODO:** Enero-Junio 2024

Unidad 1	*Competencia específica*	*Tema*	*Recurso*	*Elaborar*	*Software de diseño*	*Medio de difusión*
Arquitecturas de Cómputo	Conoce e identifica los componentes y el funcionamiento de los diferentes modelos de arquitecturas de cómputo.	1.1 Taxonomía de las computadoras	WebQuest	Si	eXeLearning	Link pág.web
			Lección	Si	Moodle	Moodle
			Crucigrama	Si	Geneally	Moodle
		1.2 Análisis de Componentes	Video	Si	Power Point	Moodle
			Simulación	Si	Blender	Moodle

Nota: Elaboración Propia

Para integrar los recursos de apoyo, que incluyen materiales de consulta sobre los temas del programa y actividades de aprendizaje y evaluación, se diseñó el curso de Arquitectura de las Computadoras en la plataforma Moodle. La estructura general del curso se organiza en varias secciones, distribuidas como se muestra en la Figura 1, y detalladas a continuación: 1) Descripción del curso, 2) Diseño didáctico, 3) Unidades del curso, 4) Criterios de evaluación, 5) Bibliografía, y 6) Material complementario.

Figura 1

Distribución del Curso de Arquitectura de Computadoras

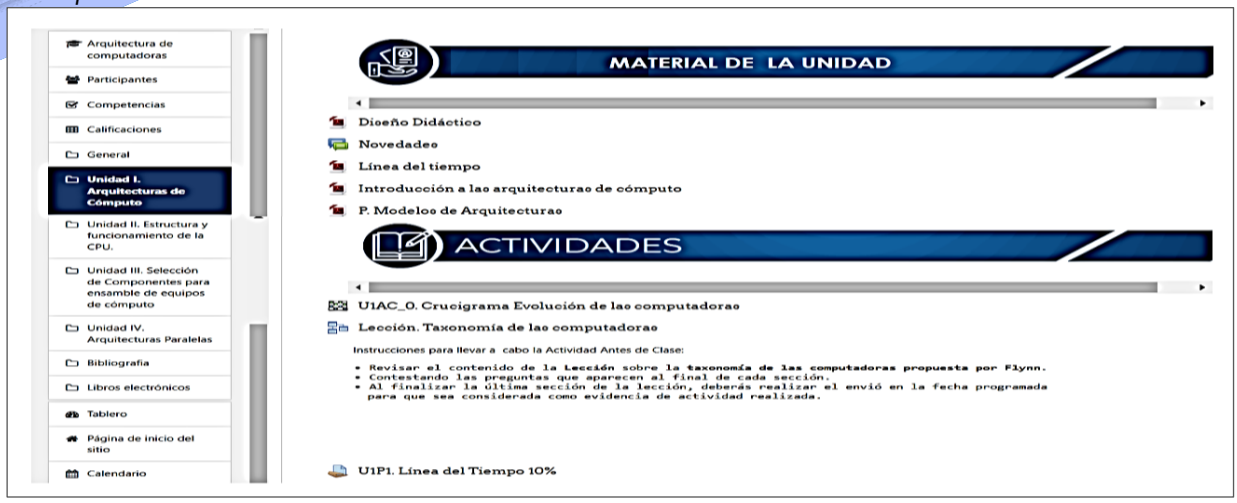


Nota: Elaboración Propia

Cada una de las unidades del curso se organizó de la siguiente manera: 1) Material de la unidad, 2) Actividades de Aprendizaje 3) Evaluación de la unidad, y 4) Material complementario, se detallan a continuación: En la sección *Material de la unidad*, se encuentran los documentos de consulta relacionados con los subtemas, a los que el estudiante accede antes de la clase. La sección *Actividades de Aprendizaje* incluye tareas de aprendizaje enfocadas en la evaluación formativa. A continuación, en la sección de *Evaluación de la unidad*, se presentan actividades y cuestionarios de evaluación sumativa para verificar el logro de las competencias. Finalmente, la sección *Material Complementario* ofrece recursos adicionales, como videos interactivos y enlaces externos, para enriquecer el estudio de los subtemas. En la figura 2, se observa la estructura de la sección *Unidades del Curso*.

Figura 2

Secciones que Conforman cada Unidad del Curso en Moodle



Fuente: Elaboración Propia.

En la fase *Antes de la clase*, se especificaron los recursos digitales que revisará el estudiante, así como las evidencias que debe presentar para su cumplimiento, en este caso se presenta a modo de ejemplo en la figura 3 una *Lección* realizada en Moodle donde se aborda el tema de la *Taxonomía de las Computadoras* que corresponde a la *Unida 1* del curso, para que sea revisada por los estudiantes previa a la clase, en las instrucciones se presenta la fecha para su realización.

Figura 3

Ejemplo de Actividad en el Momento Antes de la Clase



Nota: Lección virtual en Moodle en el curso de Arquitectura de las Computadoras. Fuente: Elaboración Propia

En la fase *Durante la clase*, se realizaron sesiones presenciales, donde el docente organizo actividades enfocadas en el aprendizaje colaborativo y sinérgico, además de resolver dudas sobre los temas previamente estudiados. Para el caso de la materia de Arquitectura de las Computadoras se planifico un debate supervisado por el docente con la finalidad de determinar las diferencias, ventajas y desventajas, aplicaciones de la Taxonomía de las Computadoras. De igual manera durante el desarrollo de la actividad se resolvieron las dudas sobre el tema, como se observa en la Figura 4.

Figura 4

Actividad Realizada en la Fase Durante la Clase

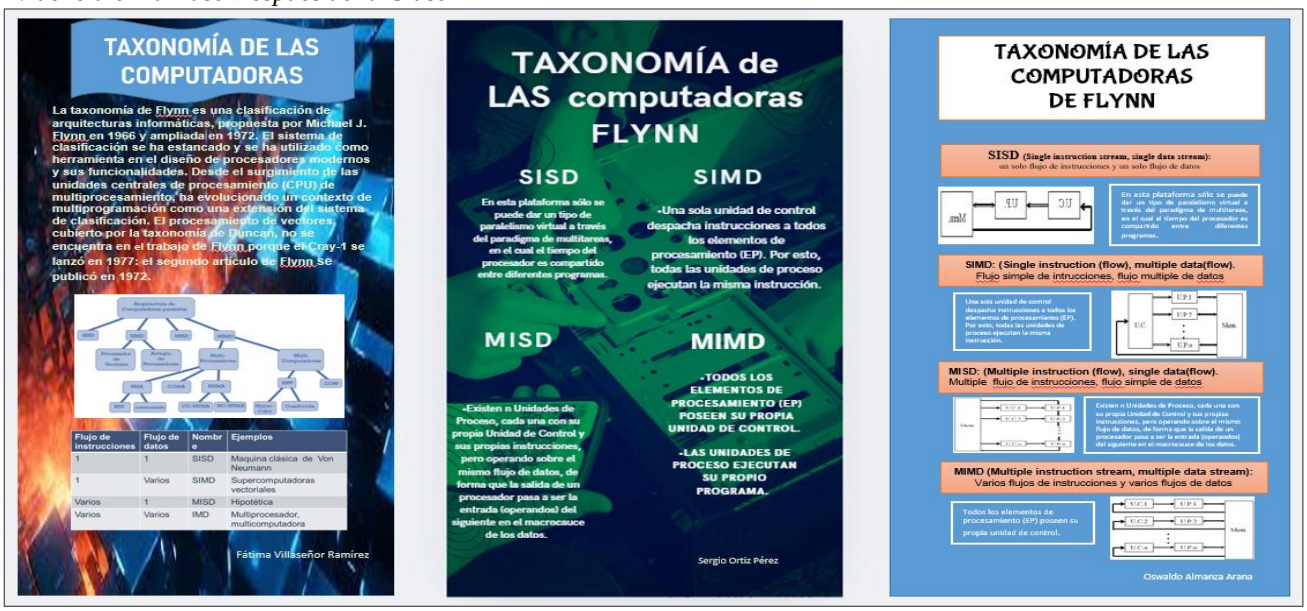


Nota: Actividad Colaborativa y de Retroalimentación del Docente en la Fase Durante de Clase

Por último, en la fase *Después de la Clase*, el docente evalúa las evidencias de aprendizaje generadas por los estudiantes mediante diversos instrumentos diseñados para obtener información sobre su desempeño y el logro de los objetivos de aprendizaje. En este caso, se solicitó a los estudiantes la elaboración de una infografía que resumiera las conclusiones del debate, como se observa en la figura 5.

Figura 5

Evidencia en la Fase Después de la Clase



Nota: Evidencia de Producto de la Actividad Realzada por los Estudiantes

En la segunda etapa se aplicó el cuestionario “Evaluar la Percepción y Satisfacción de Estudiantes Universitarios” y de procedió a realizar el análisis estadístico descriptivo donde los resultados más relevantes se detallan en la siguiente sección.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

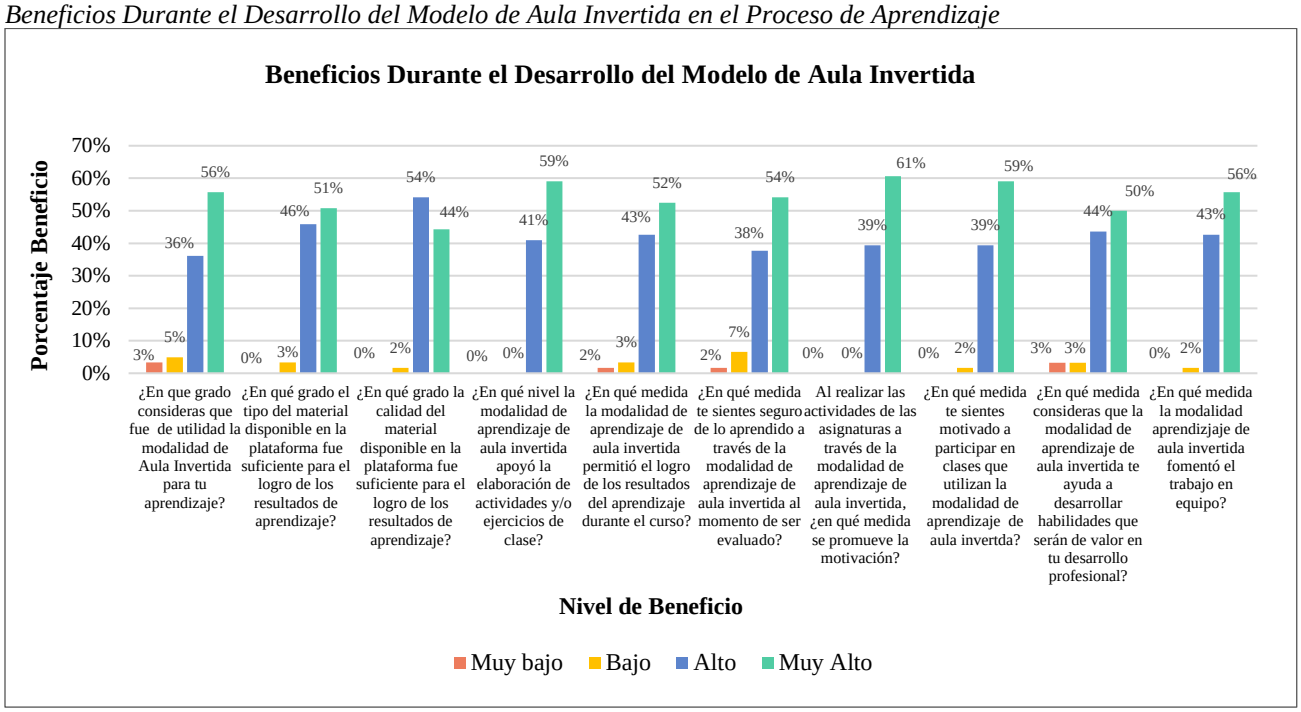
A continuación, en la figura 6 se muestran los resultados correspondientes a la *dimensión de Beneficio*, donde se observa que un 61% de los estudiantes encuestados consideró que esta modalidad fomentó su motivación en un nivel muy alto.

Asimismo, un 59% manifestó sentirse altamente *motivado para participar en las clases* con esta metodología, y el mismo porcentaje valoró que el aula invertida les brindó un gran apoyo para la *elaboración de actividades y ejercicios*. Además, un 56% de los estudiantes indicó que la modalidad *promovió el trabajo en equipo* en un nivel muy alto, y un porcentaje igual opinó que este modelo les fue *muy útil para su aprendizaje.*

Estos resultados coinciden con los hallazgos de Recio, Félix y Elorza (2021) quienes consideran que el aula invertida como estrategia, pone al alcance de los estudiantes distintos recursos y materiales didácticos digitales, aspecto que es considerado como motivador y de utilidad en su formación, debido a que potencializa la adquisición de los contenidos, favoreciendo el desarrollo de actividades previas para apoyar el trabajo colaborativo en las dinámicas de grupo.

Figura 6

Beneficios Durante el Desarrollo del Modelo de Aula Invertida en el Proceso de Aprendizaje



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 7, se presentan los resultados de *la dimensión de satisfacción* con el desarrollo del aula invertida. El 57% de los encuestados indicó tener un nivel de satisfacción muy alto tras haber trabajado en esta modalidad, mientras que un 38% manifestar un nivel alto de satisfacción al respecto.

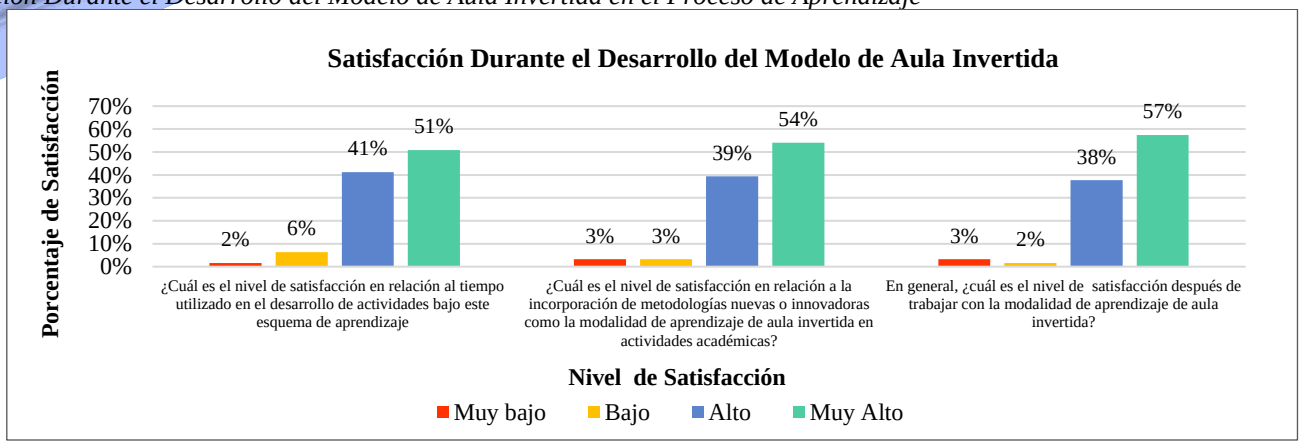
Por otro lado, el 54% de los estudiantes manifestó un nivel muy alto de satisfacción con la incorporación de metodologías nuevas o innovadoras en las actividades académicas, y un 39% expresó un nivel de satisfacción alto. Sin embargo, un 3% reportó un nivel bajo de satisfacción y el mismo porcentaje señaló un nivel muy bajo de satisfacción.

De igual manera, un 52% de los estudiantes coincidió en estar muy satisfecho con el tiempo utilizado en el desarrollo de las actividades en este modelo de trabajo, mientras que un 43% reportó un alto nivel de satisfacción en este aspecto y un 4% indicó un nivel bajo de satisfacción.

Estos resultados indican una respuesta generalmente satisfactoria hacia la implementación del aula invertida, especialmente en lo que respecta a la aceptación de enfoques pedagógicos innovadores. Esto coincide con los hallazgos de Tomás et al. (2019) y Núñez et al. (2019), quienes afirman que la integración del aula invertida con modalidades de aprendizaje como el *b-learning* facilita y ofrece flexibilidad, permitiendo a los estudiantes estudiar a su tiempo y ritmo, además de que brindan acceso a una variedad de recurso informativos en formatos innovadores en los que pueden poner en práctica distintas técnicas de estudio.Sin embargo, los porcentajes de satisfacción baja o muy baja sugieren que algunos estudiantes podrían necesitar un apoyo más personalizado, por lo que se requiere ajustar y/o mejorar las estrategias didácticas, así como los recursos de acuerdo con las necesidades de aprendizaje de estos estudiantes.

Figura 7

Satisfacción Durante el Desarrollo del Modelo de Aula Invertida en el Proceso de Aprendizaje



Fuente: Elaboración Propia

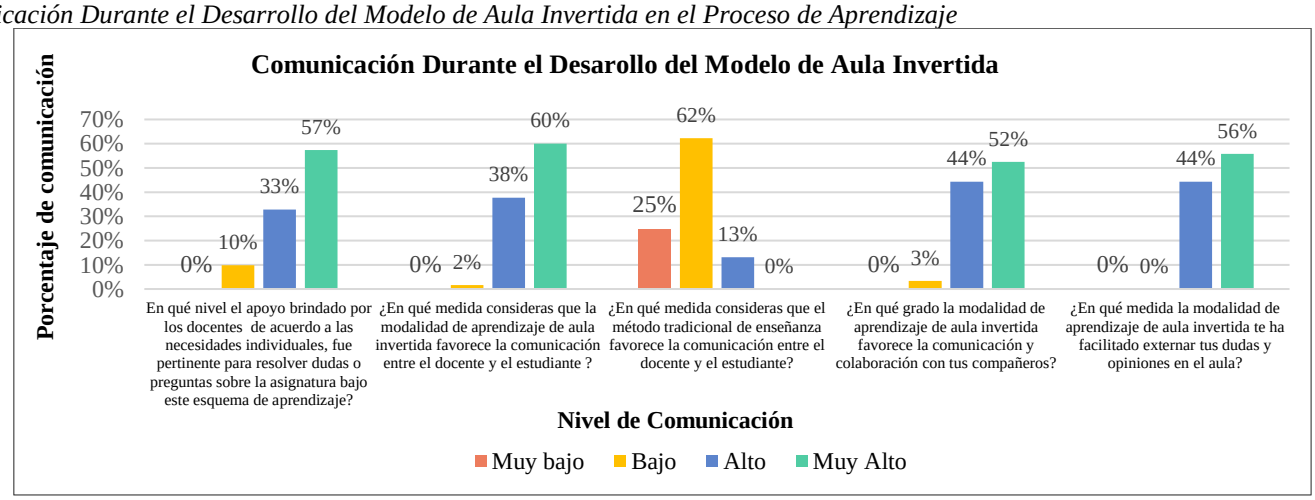
Para la dimensión *Comunicación* durante el desarrollo del aula invertida, los resultados presentados en la Figura 8, muestran que el 60% de los estudiantes encuestados consideran que esta modalidad favorece en un nivel muy alto la comunicación entre el docente y el estudiante. Además, un 38% de los estudiantes indicó que la comunicación se ve favorecida en un nivel alto, mientras que solo un 2% percibió que el impacto del aula invertida en la comunicación fue muy bajo. En contraste, respecto al método tradicional, solo el 13% de los estudiantes considero un nivel muy alto de comunicación, mientras que un 62% lo evaluó como poco favorecedor en este aspecto, indicando un nivel muy bajo de comunicación en comparación con el aula invertida; destacando así una notable diferencia con esta modalidad.

A su vez, un 57% de los encuestados considera que *el apoyo recibido para resolver dudas en el aula invertida* fue muy alto, mientras que un 33% lo calificó como alto y un 10% considero que el apoyo fue muy bajo. Asimismo, un 56% de los estudiantes indicó que esta modalidad les facilitó expresar sus dudas y preguntas al docente, y un 44% lo valoró en un nivel alto. En cuanto a la *mejora de la comunicación y colaboración* con sus compañeros en la modalidad de aula invertida, un 52% de los estudiantes manifestó que tuvo un impacto muy alto, un 44% la evaluó en un nivel alto, y un 3% indicó que el impacto en la comunicación y colaboración con sus compañeros fue muy bajo.

Lo anterior sugiere que la modalidad de aula invertida es percibida como más efectivo para facilitar la interacción y el intercambio de ideas, promoviendo un ambiente en el que los estudiantes se sientan más cómodos y motivados para comunicarse con el docente y entre ellos; coincidiendo con Cedeño y Vigueras (2020) que consideran que esta estrategia es motivadora, ya que permite a los estudiantes desarrollar habilidades intelectuales y competencias mediante un enfoque didáctico sencillo, donde los estudiantes comparten experiencias, conocimientos y recursos tecnológicos con sus compañeros potencializando de este modo un aprendizaje más significativo.

Figura 8

Comunicación Durante el Desarrollo del Modelo de Aula Invertida en el Proceso de Aprendizaje



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos en esta investigación permitieron realizar una valoración sobre el impacto del aula invertida en el aprendizaje de los estudiantes, resaltando que su implementación en la plataforma Moodle resulto en una experiencia satisfactoria con cambios positivos en la autonomía, autorregulación, así como en las habilidades de comunicación y colaboración; permitiendo a los estudiantes asumir un rol más activo en su proceso formativo y profesional. A su vez estos resultados ofrecen una base para ajustar y mejorar la implementación de la metodología del aula invertida y su integración con entornos visuales de aprendizaje para el desarrollo de ambiente más dinámico y adaptado a las necesidades del mercado laboral actual.

CONCLUSIÓN

Las conclusiones derivadas de los resultados de esta investigación evidencian que el aprendizaje autónomo, complementado con el reforzamiento del docente en clase, promueve una inmersión profunda en el conocimiento. Al emplear el análisis y la reflexión sobre los temas, se logra un incremento en el aprendizaje significativo, permitiendo a los estudiantes no solo comprender los conceptos de manera teórica, sino también los aplican en contextos prácticos y reales; Además, es importante el refuerzo del docente en clase no solo aclara dudas, sino que también crea un espacio para el debate y la interacción, donde los estudiantes pueden intercambiar perspectivas y profundizar en la comprensión de los contenidos. En conjunto, estos elementos promueven una educación más participativa y colaborativa, que no solo mejora el rendimiento académico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos en el ámbito laboral.

Sin embargo, también quedo en evidencia que, a pesar de que el aula invertida y su integración con plataformas virtuales poseen un alto potencial para fomentar el aprendizaje autónomo y activo, también plantea el desafío de adaptarse a las distintas necesidades de los estudiantes. Esto resalta la importancia de un enfoque flexible y adaptativo, que considere los diferentes ritmos de aprendizaje y niveles de autonomía, ofreciendo apoyo adicional cuando sea necesario para garantizar que todos los estudiantes puedan beneficiarse de la aplicación de esta metodología.

Lo anterior, destaca la necesidad de realizar estudios complementarios sobre la aplicación del aula invertida a través de plataformas virtuales en el proceso de enseñanza. Por tanto, es fundamental validar la propuesta didáctica a través de la retroalimentación de otros docentes del mismo campo de estudio, lo que permitirá ajustar las actividades y los recursos virtuales según las necesidades de los estudiantes y garantizar una implementación más efectiva y beneficiosa del aula invertida. A su vez, es necesario realizar un estudio longitudinal que evalúe el impacto a largo plazo de esta metodología en el rendimiento académico de los estudiantes de nivel superior, dando seguimiento a su desempeño, en diferentes etapas de su formación.

Asimismo, resultaría beneficioso llevar a cabo un estudio experimental que compare el modelo de enseñanza tradicional con la metodología de aula invertida, con el fin de obtener datos específicos sobre los índices de reprobación y evaluar la efectividad del aula invertida como estrategia pedagógica; así como, proporcionar una perspectiva detallada sobre las ventajas y posibles limitaciones del aula invertida, no solo en la asignatura de Arquitectura de Computadoras, sino en el proceso de enseñanza de la educación superior en general, permitiendo de este modo una planificación más informada y estratégica que optimice su impacto en el proceso de aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, A., Prada, D., Ramírez, J., Chia, M. y Roman, J. (2019). Aula Invertida para la mejora de la cultura financiera del estudiantado Santandereano: Caso Concurso Bolsa Millonaria (Colombia). Revista espacios Vol. 40 (44), p. 8-21. Recuperado de: https://bit.ly/3a6vbVy

Cedeño, M.; y Vigueras, J. (2020). Aula invertida una estrategia motivadora de enseñanza para estudiantes de educación general básica. Dominio de las Ciencias, 6 (3), 878-897. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7539749

Cervantes, M. J., Cruz, J., Sánchez, D. C., y Hernández, U. Z. (2023). Modelo de aula invertida: Validación del instrumento para evaluar la percepción y satisfacción de estudiantes universitarios. Revista De Ciencias Sociales, XXIX(2), p. 229-241. Recuperado de: https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/article/view/39973/45294

Cuenca, P., García, S., Ferriz, A., & Tortosa, J. (2021). Análisis comparativo de los perfiles motivacionales y el Estado de Flow entre una metodología tradicional y la metodología Flipped Classroom en estudiantes de Educación Física (Comparative analysis of motivational profiles and flow status between a tradi). Retos, 39, p. 338–344. Recuperado de: https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/78574

Hidalgo-Benites, L. E. Villalba-Condori, K. O., Arias-Chávez, D., Berrios-Espezua, M., Cano, S. (2021). Aula invertida en una plataforma virtual para el desarrollo de competencias. Campus Virtuales, 10(2), p. 185-193. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8053704

Madrid, M., Angulo, J., Prieto, M., Fernández, M., & Olivares, K. (2018). Implementación de aula invertida en un curso propedéutico de habilidad matemática en bachillerato. Revista Apertura, 10(1), p. 24-39. Recuperado de: https://doi.org/10.18381/Ap.v10n1.1149

Mercado-López, E. P. (2020). Limitaciones en el uso del aula invertida en la educación superior. Transdigital, 1(1), p. 1-31. Recuperado de: https://doi.org/10.56162/transdigital13

Nuñez-Barriopedro E, Monclúz I.M, Ravina-Ripoll R. 2019. El impacto de la utilización de la modalidad BLearning en la educación superior. Alteridad, Revista de Educación Superior 14(1): 26-39. https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/41896

Recio Moreno, D., Feliz Murias, T., & Elorza Barbajero, J. (2021). La formación de árbitros y asistentes de fútbol desde el enfoque flipped learning (Training soccer referees and assistant referees from the flipped learning approach). Retos, 39, 794–804. https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.78222

Rivas, V. R. (2020). El aula invertida una estrategia educativa en el modelo híbrido. Revista Guatemalteca de Educación Superior, 3(2), p. 136-145. DOI: https://doi.org/10.46954/revistages.v3i2.39
Sandoval, V. C., Marín, B., y Barrios, T. H. (2021). El aula invertida como estrategia didáctica para la generación de competencias: una revisión sistemática. RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24(2), p.285-308. Recuperado de: https://doi.org/10.5944/ried.24.2.29027
TecNM. (2022). El Aula Invertida del Tecnológico Nacional de México. México: TecNM. Recuperado de: https://acapulco.tecnm.mx/wp-content/uploads/2022/02/Manual_del_Aula_Invertida_del_TecN_Enero_2022.pdf
Tomas L, Evans N, Doyle T, Skamp K. 2019. Are first year students ready for a flipped classroom? A case for a flipped learning continuum. International Journal of Educational Technology in Higher Education 16(5). https://www.researchgate.net/publication/331450909_Are_first_year_students_ready_for_a_flipped_classroom_A_case_for_a_flipped_learning_continuum
Uliana, A. S., Prieto, M. C., Bergesse, A. E., Camiletti, O. F., Mariani, M. E. et al., (2020). Estrategia de aula invertida con modalidad virtual: Estudio de caso en la formación de profesionales en Ciencias Naturales. CONICET. Universidad Nacional de Córdoba. 8(2). p. 80-85. Recuperado: https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/139819

REFERENCIAS

TecNM. (2015). Modelo de Educación a Distancia del Tecnológico Nacional de México. p. 1-292. Recuperado de: https://tapachula.tecnm.mx/Modelo_Educativo/Modelo_Educacion_Distancia_TecNM.pdf

Sistema automático de control de nivel de líquido utilizando Arduino y LabVIEW

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.811

Victoriano De Luna Flores[1], Elsa Lucila Pérez Castro[2], Jesús Alfredo Ledezma Paredes[3], Isaac Padilla Salazar[4]

[1]*Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de la Región Carbonífera, 9918@rcarbonifera.tecnm.mx*
[2]*Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de la Región Carbonífera, 2910@rcarbonifera.tecnm.mx*
[3]*Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de la Región Carbonífera, 211t0266@rcarbonifera.tecnm.mx*
[4]*Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de la Región Carbonífera, 211t0273@rcarbonifera.tecnm.mx*

Línea de investigación: Automatización, Instrumentación y Control

Resumen

Este trabajo presenta el diseño y desarrollo de un sistema de control de nivel de líquido basado en un sensor ultrasónico, una válvula proporcional controlada por un servomotor, y la integración de Arduino y LabVIEW. El objetivo es proporcionar una solución automatizada que permita mantener el nivel de líquido dentro de un rango predefinido, optimizando los procesos y facilitando el monitoreo en tiempo real. A través de este prototipo, se busca una plataforma funcional que sea útil tanto para aplicaciones industriales como para el aprendizaje práctico de sistemas de control.

Palabras clave: Automatización, Control de nivel de líquido, Sistema de control

Abstract

This work presents the design and development of a liquid level control system based on an ultrasonic sensor, a proportional valve controlled by a servo motor, and the integration of Arduino and LabVIEW. The objective is to provide an automated solution that maintains the liquid level within a predefined range, optimizing processes and facilitating real-time monitoring. Through this prototype, the goal is to create a functional platform that is useful both for industrial applications and for practical learning in control systems.

Keywords: Automation, Liquid level control, Control system

INTRODUCCIÓN

El control de nivel de líquidos es un proceso crítico en diversas aplicaciones industriales, como el tratamiento de aguas, procesos químicos y gestión de recursos hídricos, donde mantener un nivel preciso y constante es esencial para la eficiencia y seguridad operativa. Los sistemas automáticos de control de nivel proporcionan una ventaja significativa sobre los métodos manuales o semiautomáticos, ya que reducen la intervención humana, mejoran la precisión y garantizan una respuesta rápida ante variaciones de nivel.

En este contexto, el uso de tecnologías como Arduino y LabVIEW ha ganado popularidad debido a su versatilidad, bajo costo y facilidad de implementación, especialmente en entornos académicos y experimentales. Arduino, como plataforma de hardware de código abierto, permite la adquisición de datos y control de actuadores, mientras que LabVIEW facilita la creación de interfaces gráficas intuitivas y el desarrollo de algoritmos de control avanzados, como el PID.

Antecedentes

Diversos estudios han abordado el desarrollo de sistemas de control automático para regular el nivel de líquido en tanques y recipientes, utilizando diferentes tecnologías y enfoques de modelado. Por ejemplo, Amaya y Quezada (2020) desarrollaron un sistema sencillo de bajo costo basado en el uso de sensores ultrasónicos (HC-SR04) para medir el tiempo de vaciado y llenado en un cilindro. Su modelo matemático, basado en el teorema de Torricelli, permite calcular la tasa de vaciado en función de la altura del líquido y el diámetro de la apertura de salida, lo que demuestra la efectividad del sensor en el monitoreo de niveles de líquido en aplicaciones educativas y prácticas (Amaya & Quezada, 2020).

Por otro lado, Loyarte et al. (2021) implementaron un sistema de control multitanque que utiliza sensores y válvulas proporcionales para regular caudales entre tanques interconectados. Este sistema permite gestionar los niveles de forma precisa mediante un modelo de ecuaciones diferenciales no lineales, lo cual es útil para entornos industriales que requieren mantener distintos niveles en varios tanques simultáneamente (Loyarte et al., 2021).

Finalmente, se han desarrollado sistemas de control de nivel automáticos que integran algoritmos de control PID y detectores de nivel capacitivos, adecuados para ambientes industriales de condiciones adversas, como las plantas de tratamiento de aguas. Estos sistemas garantizan una regulación estable y robusta del nivel de líquidos, incluso en entornos complejos, lo cual es crucial para mantener el funcionamiento óptimo de la planta (Loyarte et al., 2021).

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y desarrollar un prototipo de sistema de control automático de nivel de líquido utilizando una válvula proporcional, un sensor ultrasónico, Arduino y LabVIEW, con el fin de proporcionar una solución automatizada para el control de nivel de líquidos en diversas aplicaciones industriales. Este sistema permitirá mantener el nivel de líquido dentro de un tanque o recipiente a un valor predefinido de manera automática, optimizando el proceso y reduciendo la necesidad de intervención humana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un circuito electrónico para la interfaz entre el sensor ultrasónico, la válvula proporcional y el microcontrolador Arduino.
- Desarrollar un algoritmo de control automático que utilice retroalimentación del sensor ultrasónico para ajustar la apertura de la válvula proporcional.
- Implementar una interfaz de usuario en LabVIEW para monitorear el nivel de líquido y configurar los parámetros de control automático.
- Construir un prototipo funcional del sistema de control automático de nivel y realizar pruebas experimentales para evaluar su desempeño y precisión.

Justificación

El control automático de nivel de líquido es una necesidad crucial en múltiples sectores industriales, tales como la gestión del agua, procesos químicos, tratamiento de aguas residuales, entre otros. En estas aplicaciones, es fundamental mantener niveles precisos de líquido para evitar desbordamientos, garantizar la eficiencia en los procesos productivos y asegurar la seguridad de los sistemas. La implementación de un sistema automático de control de nivel proporciona ventajas significativas respecto a los métodos manuales o semiautomáticos. Un sistema automatizado reduce la intervención humana, mejora la precisión en el control del nivel de líquido y minimiza los riesgos de errores operacionales. Además, permite un monitoreo continuo en tiempo real, asegurando una respuesta rápida a las variaciones en los niveles del tanque o sistema.

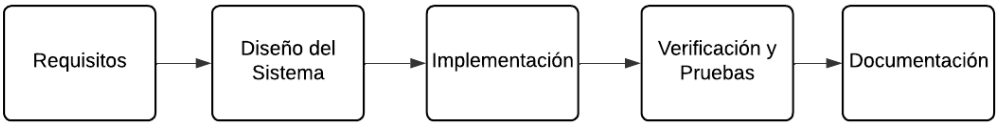
La implementación de este sistema tiene una relevancia tanto académica como industrial. A nivel académico, provee una plataforma para el aprendizaje práctico de sistemas de control y automatización, integrando electrónica, programación y diseño de interfaces gráficas. En el ámbito industrial, el sistema puede aplicarse en procesos que requieran un control preciso de niveles de líquido, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo costos.

METODOLOGÍA

Para el diseño del sistema de control de nivel de líquido, se utilizó la metodología en cascada, que permite un desarrollo estructurado y secuencial. La Figura 1 muestra cada una de las etapas de este proceso.

Figura 1

Modelo en Cascada



Fuente: Elaboración propia.

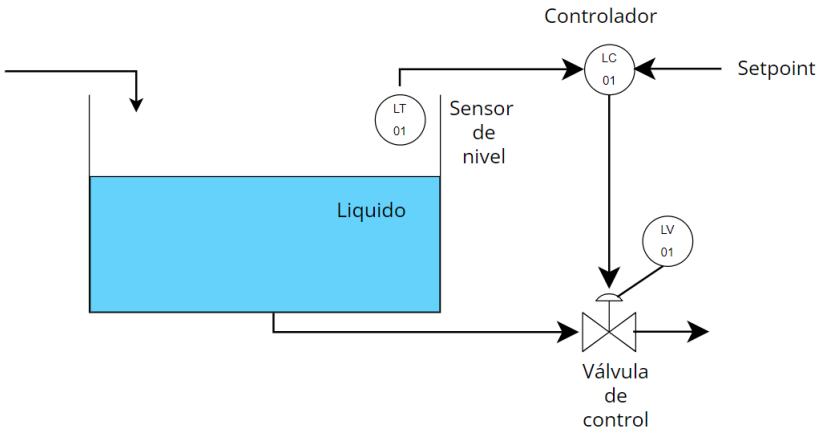
FASES DE DESARROLLO

Descripción del sistema

El propósito del sistema, figura 2, es mantener automáticamente el nivel de líquido en un tanque dentro de un rango preestablecido. Para ello, se emplea un sensor ultrasónico que mide el nivel actual de líquido en el tanque y envía esta información al controlador. El controlador recibe la señal del sensor y la compara con el nivel deseado (setpoint). A través de un algoritmo de control, como el PID, el controlador determina la acción de ajuste necesaria para alcanzar el nivel deseado de líquido. Posteriormente, el controlador emite una señal de control a la válvula de control, la cual regula el flujo de salida de líquido en el tanque para mantener el nivel establecido.

Figura 2

Esquema sistema automático de control de nivel de liquido



Fuente: Elaboración propia.

Conexión y configuración del hardware

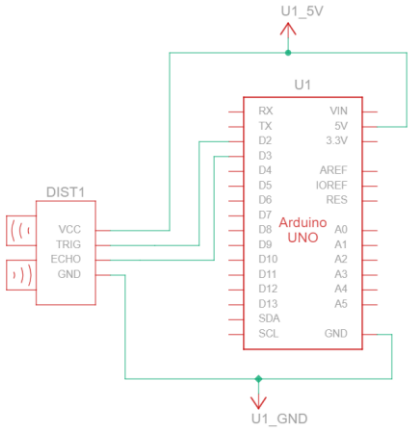
Sensor ultrasónico

Para medir el nivel de líquido, se empleó un sensor ultrasónico HC-SR04, cuyas principales características son: emisión de un pulso ultrasónico a 40 kHz, con un rango de medición de entre 2 cm y 4 m, y una precisión de ±3 mm. Este sensor funciona con un voltaje de entrada de 5V DC y consume aproximadamente 15 mA.

La Figura 3 muestra el esquema de conexión del sensor HC-SR04 a la placa Arduino UNO, donde el pin *Trigger* y el pin *Echo* del sensor se conectaron a los pines digitales 2 y 3, respectivamente.

Figura 3

Esquema de conexión sensor ultrasónico HC-SR04



Fuente: Elaboración propia.

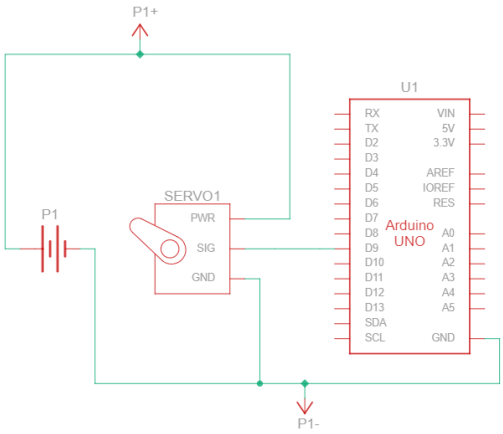
Válvula de control

Para el actuador de la válvula de control, se seleccionó un servomotor con un torque nominal de 35 kg/cm, suficiente para proporcionar una fuerza de torque robusta dentro de su rango de operación. Este servomotor funciona en un rango de voltaje de 6 a 8.4 V DC, alcanzando su torque máximo de 35 kg/cm a 8.4 V. Su tiempo de respuesta es de 0.16 segundos para una rotación de 60°, con un ángulo de giro máximo de 180°. La posición y el movimiento del servomotor se regulan mediante una señal PWM (modulación por ancho de pulso), lo que permite un control preciso de su funcionamiento en el sistema de control.

En la figura 4 se muestra el esquema de conexión del servomotor. Para su alimentación, se utilizó una fuente de 3-12 V DC con una potencia máxima de 72 W. La señal de control PWM se aplicó conectando el pin SIG del servomotor al pin 9 de la placa Arduino UNO.

Figura 4

Esquema de conexión servomotor



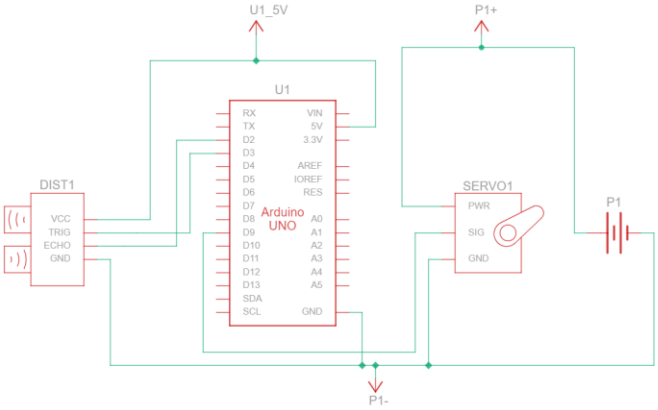
Fuente: Elaboración propia.

Placa Arduino UNO

Para el sistema de adquisición de datos se utilizó una placa Arduino UNO, la cual permite capturar la información proveniente del sensor ultrasónico y activar el servomotor encargado de ajustar la válvula de control. En la figura 5 se muestra el esquema de conexión completo de la placa de Arduino.

Figura 5

Esquema de conexión placa de Arduino



Fuente: Elaboración propia.

Programación de Arduino

Para realizar el monitoreo y ajuste en tiempo real del nivel de líquido, se implementó una comunicación bidireccional entre Arduino y LabVIEW. La estructura general del programa en Arduino, representada en la figura 6, se organiza en los siguientes bloques:

Declaración de Librerías y Variables: Se incluyen las librerías necesarias para operar el sensor ultrasónico y el servomotor. Además, se definen variables para almacenar la distancia medida (nivel del líquido), la variable de proceso (PV), la señal de control (CV) y una cadena de texto para la recepción de datos desde LabVIEW.

Configuración Inicial (setup ()): Se inicializa la comunicación serie para la conexión con LabVIEW y se asigna el pin del servomotor.

Bucle Principal (loop ()):

- Medición del Nivel de Líquido: Dentro de un intervalo de tiempo (sampleTime), el sensor ultrasónico mide la distancia al nivel del líquido. La distancia medida se convierte a un valor porcentual.
- Envío de Datos a LabVIEW: El nivel de líquido calculado se envía a LabVIEW en formato serial.
- Recepción y Aplicación de la Señal de Control: Si se recibe un valor de control desde LabVIEW, se convierte en un ángulo para el servomotor, ajustando así la posición de la válvula de control.

Evento Serial (serialEvent ()): Captura y completa las cadenas de datos recibidas desde LabVIEW. Cuando una cadena está completa, el valor se procesa y se aplica al servomotor.

Figura 6

Código en Arduino

```
#include <HCSR04.h>
#include <Servo.h>
Servo servomotor;
HCSR04 hc(2,3);
int sensorValue=0;
int pv=0;
int cv=0;
String inputString = "";
bool stringComplete = false;
unsigned long sampleTime = 60, lastTime = 0;
void setup() {
 Serial.begin(9600);
 servomotor.attach(9);
}
void loop()
{
 if((millis()-lastTime) >= sampleTime || lastTime ==0)
  {
    lastTime = millis();
    sensorValue = hc.dist();
    pv=map(sensorValue, 18, 3, 0, 100);
    Serial.print(',');
    Serial.print(pv);
  }
  if (stringComplete)
  {
      cv = inputString.toInt();
      cv = map(cv, 0, 100, 90, 0);
      servomotor.write(cv);
     inputString = "";
     stringComplete = false;
  }
}
void serialEvent() {
  while (Serial.available()) {
    char inChar = (char)Serial.read();
    inputString += inChar;
    if (inChar == '\n') {
      stringComplete = true;
    }
  }
}
```

Fuente: Elaboración propia.

Configuración de LabVIEW

Interfaz gráfica

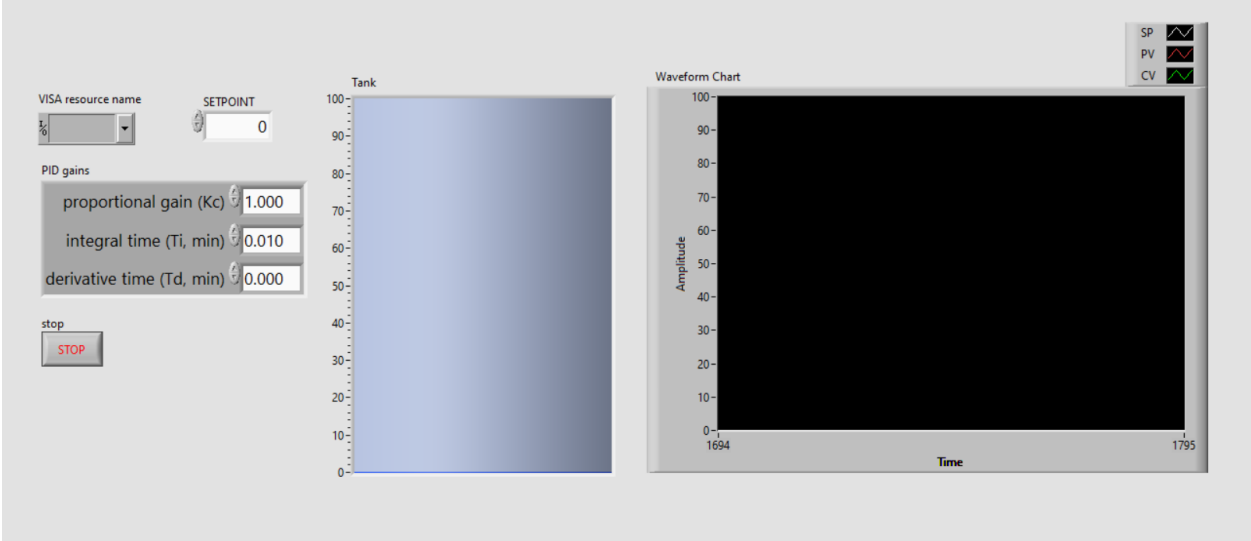
La figura 7 muestra, el panel frontal en LabVIEW para el sistema de control de nivel de líquido, el cual incluye los siguientes elementos:
Waveform Chart: Este gráfico de forma de onda permite visualizar en tiempo real tres señales clave:

- Variable de Proceso (PV): Representa el nivel actual del líquido en el tanque, medido por el sensor ultrasónico. Este valor varía según los cambios en el nivel de líquido.
- Señal de Control (CV): Muestra la salida del controlador PID, que ajusta la válvula de control para mantener el nivel deseado.
- Setpoint (SP): Indica el nivel objetivo de líquido que se desea mantener en el tanque. La línea del setpoint permanece estable mientras no se modifique el valor objetivo.

Cada señal está representada por un color distinto, lo que permite un seguimiento claro y visual del comportamiento del sistema y la respuesta del controlador PID.

Controles Numéricos para Ganancias PID: Por medio de tres controles numéricos, el usuario puede introducir los valores de las ganancias proporcional (Kp), integral (Ki) y derivativa (Kd) del controlador PID. Estos controles permiten sintonizar el controlador ajustando el comportamiento de la señal de control para lograr la estabilidad deseada en el nivel del tanque.
Control Numérico para el Setpoint: Este control permite ingresar manualmente el valor del setpoint, es decir, el nivel de líquido objetivo que se desea alcanzar y mantener. Al modificar el setpoint, el sistema ajustará la señal de control para intentar mantener el nivel deseado.
Indicador Tank: Este indicador visual representa gráficamente el tanque y su nivel de líquido en tiempo real. A medida que el nivel de líquido varía según la señal de proceso, el indicador Tank muestra el cambio en la altura del líquido. Este indicador proporciona una referencia intuitiva y fácil de entender del nivel de líquido actual en el tanque.

Figura 7
Panel Frontal (LabVIEW)



Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de bloques
En la Figura 8 se presenta el diagrama de bloques en LabVIEW para el sistema de control del nivel de líquido, que incorpora comunicación con Arduino a través del protocolo VISA. Este diagrama se compone de las siguientes secciones:
Configuración de la Comunicación Serial con VISA

- VISA Resource Name: Selecciona el puerto serial donde está conectado Arduino (por ejemplo, "COM3").
- VISA Configure Serial Port: Define los parámetros de comunicación, como la velocidad en baudios (por ejemplo, 9600), bits de datos, bits de parada y paridad, que deben coincidir con la configuración de Arduino.
- VISA Open: Inicia la comunicación con Arduino para que LabVIEW pueda enviar y recibir datos.

Lectura de Datos de Nivel desde Arduino

- VISA Read: Lee los datos enviados por Arduino, que corresponden al nivel de líquido en el tanque medido por el sensor ultrasónico. Este dato se envía como una cadena (por ejemplo, en formato ASCII).
- String to Number: Convierte la cadena recibida en un número que representa el nivel de líquido actual en el tanque, conocido como Variable de Proceso (PV).

Control PID

- Controles Numéricos para Ganancias PID: Kp, Ki, y Kd se conectan como entradas del bloque PID, permitiendo ajustar las ganancias del controlador.
- Setpoint (SP): Un control numérico que permite ingresar el nivel deseado del tanque.
- PID Control Block: Este bloque recibe el PV (nivel de proceso actual) y el SP (nivel deseado), generando una señal de control CV en función de la desviación. Esta señal ajusta la posición de la válvula para mantener el nivel de líquido cerca del setpoint.

Envío de la Señal de Control a Arduino

- Number to String: Convierte la señal de control CV en una cadena de texto adecuada para su envío.
- VISA Write: Envía la señal de control a Arduino a través del puerto serial, para que ajuste la válvula de control según el valor CV recibido.

Visualización en el Panel Frontal

- Waveform Chart: Conecta PV, SP, y CV al gráfico de forma de onda. Cada señal aparece en un color distinto, permitiendo observar el comportamiento en tiempo real.
- Tank Indicator: Conecta la PV al indicador de tanque, mostrando visualmente el nivel de líquido en el panel frontal para una representación intuitiva del sistema.

While Loop de Ejecución Continua

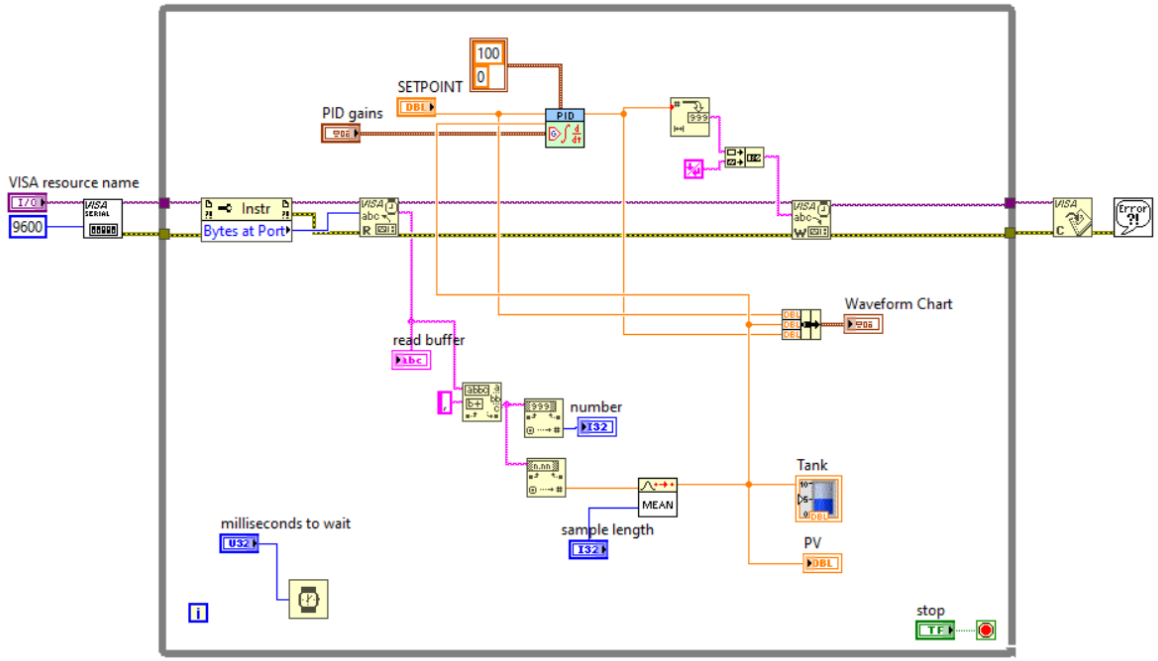
- Todo el diagrama de bloques se encapsula en un While Loop para permitir la actualización continua de las lecturas y la señal de control en tiempo real. Dentro del loop, se incluye un temporizador para definir la frecuencia de muestreo y evitar que el sistema corra demasiado rápido.

Cierre de la Comunicación VISA

- VISA Close: Al finalizar el ciclo While Loop, se utiliza el bloque VISA Close para cerrar la comunicación y liberar el puerto serial.
-

Figura 8

Diagrama de bloques (LabVIEW)



Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

El sistema de control automático de nivel de líquido implementado mostró resultados satisfactorios, cumpliendo con el objetivo de mantener el nivel en el valor deseado con un margen de error mínimo. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las pruebas experimentales:

El sensor ultrasónico HC-SR04 demostró un alto grado de precisión en la medición de distancias, logrando registrar el nivel de líquido con una exactitud de ±3 mm. Esto permitió un monitoreo confiable en tiempo real, esencial para ajustar la apertura de la válvula proporcional y mantener el nivel en el rango definido.

La válvula, controlada mediante un servomotor, reaccionó eficientemente a las señales de ajuste enviadas desde LabVIEW. La velocidad de respuesta del servomotor fue adecuada para realizar ajustes graduales y precisos, permitiendo mantener el nivel del líquido estable incluso frente a variaciones rápidas en el flujo de entrada o salida.

El algoritmo de control PID en LabVIEW logró una sintonización efectiva, con un control preciso del nivel de líquido en función de las ganancias Kp, Ki y Kd ajustadas. El sistema alcanzó el nivel objetivo de manera rápida y sin oscilaciones significativas, mostrando una buena estabilidad.

La interfaz gráfica en LabVIEW facilitó el monitoreo continuo del sistema, permitiendo al usuario observar en tiempo real las variables clave (nivel actual, señal de control y setpoint) a través de gráficos y controles intuitivos. Además, se logró ajustar los parámetros del controlador PID y el setpoint directamente en la interfaz, ofreciendo una plataforma amigable y práctica para los operadores.

En pruebas de condiciones variables, como cambios en el setpoint o fluctuaciones en la entrada del líquido, el sistema mantuvo el nivel deseado sin desbordamientos o fallos en la regulación. Esto indica que el diseño y los componentes seleccionados son aptos para soportar variaciones en el entorno operativo.

CONCLUSIONES

El desarrollo del sistema automático de control de nivel de líquido con Arduino y LabVIEW demostró ser efectivo en la regulación precisa de los niveles de líquido dentro de un tanque. La implementación de un sensor ultrasónico para la medición continua, en conjunto con una válvula proporcional controlada por un servomotor, permitió realizar ajustes dinámicos para mantener el nivel deseado, minimizando la intervención humana y optimizando el monitoreo en tiempo real. El uso del controlador PID en LabVIEW aportó estabilidad y precisión al sistema, especialmente en respuesta a fluctuaciones en el nivel del tanque, garantizando un ajuste rápido y evitando desbordamientos o deficiencias en el suministro de líquido. Además, la interfaz gráfica desarrollada en LabVIEW facilitó una interacción intuitiva, permitiendo al usuario ajustar los parámetros del controlador y visualizar el desempeño del sistema en tiempo real.

Por último, el prototipo desarrollado sienta una base sólida para la enseñanza y experimentación en el campo de la automatización, permitiendo a estudiantes aplicar conocimientos de electrónica, programación y control. El sistema podría extenderse para aplicaciones en entornos industriales donde se requiera el control preciso de niveles de líquido, mejorando así la eficiencia operativa y la seguridad de los procesos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaya, K., & Quezada, K. (2020). Sistema sencillo para el estudio del llenado y vaciado de un cilindro utilizando un sensor de ultrasonido. Semilla de Galileo, Año 1, N.°1, 28.

Cuenca Satan, D. J., & Mariscal Bravo, M. C. (2020). Diseño e implementación de un banco de pruebas para instrumentos de medición de nivel y flujo para el laboratorio de investigación de automatización y control de la carrera de ingeniería electromecánica de la universidad técnica de Cotopaxi (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; Facultad de Ciencias de la Ingeniería y A plicadas.).

Loyarte, J., et al. (2021). Control multitanque interconectado para la regulación de caudales en sistemas industriales. Congreso Argentino de Control Automático, AADECA.

Huaman, D. P., Ilizarbe, G. M., Perilla, K. M., Montes, Y. K. R., & Curasma, R. P. (2022). Implementación de un prototipo de monitoreo del nivel del agua en el reservorio de Viñas de la ciudad de Pampas de la provincia de Tayacaja. Llamkasun, 3(1), 104-111.

Martín, A., & Suárez, F. (2023). Advances in sensor technology for real-time monitoring in industrial control systems. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 70(7), 5089–5098.

Creación de Prototipo Interactivo Web y Móvil para la gestión de servicios ofertados por microempresarios y auto empleadores

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.796

Norma García Romero[1], Ricardo Luna Santos[2], Marco Antonio Ramírez Hernández[3], Randolfo Alberto Santos Quiroz[4]
Eduardo Vite Ramírez [5]

1. Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, norma.garcia@utxicotepec.edu.mx,
2. Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, ricardo.luna@utxicotepec.edu.mx,
3. Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, marco.ramirez@utxicotepec.edu.mx,
4. Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, randolfo.santos@utxicotepec.edu.mx,
5. Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, eduardo.vite.ramirez@utxicotepec.edu.mx

Línea de Investigación: Software.

RESUMEN

El proyecto se enfoca en el desarrollo de un prototipo interactivo para plataformas web y móviles, destinado a gestionar los servicios ofrecidos por microempresarios y auto empleadores. Se emplea una herramienta de diseño colaborativo en la nube para facilitar la creación y refinamiento del modelo preliminar, con el propósito de evaluar la funcionalidad, usabilidad y eficiencia de la plataforma.

El proceso comienza con la elaboración de sketches, los cuales permiten visualizar de manera conceptual la estructura del prototipo y los elementos clave. A partir de estos bocetos iniciales, se desarrollaron wireframes más detallados, que definieron la disposición y organización de las páginas, estableciendo una base sólida para el diseño.

En la siguiente etapa, se utilizan mockups detallados en Figma, donde se selecciona la tipografía, la paleta de colores y los elementos gráficos, lo cual garantiza que el diseño final sea coherente y visualmente atractivo. Finalmente, se integra la interacción en el prototipo, permitiendo probar su funcionamiento y optimizar la experiencia de usuario. Esta última fase fue crucial para identificar mejoras y asegurar que los objetivos del proyecto se cumplieran de manera efectiva.

Palabras Clave – Diseño, Figma, Interactivo, Mockups, Plataforma

SUMMARY

The project focuses on the development of an interactive prototype for web and mobile platforms, intended to manage services offered by micro-entrepreneurs and self-employers. A cloud-based collaborative design tool is used to facilitate the creation and refinement of the preliminary model, with the purpose of evaluating the functionality, usability and efficiency of the platform.

The process begins with the creation of sketches, which allow the conceptual visualization of the prototype structure and key elements. From these initial sketches, more detailed wireframes were developed, which defined the layout and organization of the pages, establishing a solid foundation for the design.

In the next stage, detailed mockups are used in Figma, where the typography, color palette and graphic elements are selected, ensuring that the final design is coherent and visually attractive. Finally, the interaction is integrated into the prototype, allowing its operation to be tested and the user experience to be optimized. This last phase was crucial to identify improvements and ensure that the project objectives were effectively met.

Keywords – Design, Figma, Interactive, Mockups, Platform

INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más digitalizado, los microempresarios y auto empleadores enfrentan el desafío de posicionar sus servicios en un mercado altamente competitivo. Muchos de ellos carecen de acceso a plataformas tecnológicas que les permitan gestionar y promocionar de manera eficiente sus productos y servicios. Con esto en mente, surge la necesidad de una solución tecnológica integral que facilite la interacción entre estos emprendedores y sus potenciales clientes.

El presente proyecto propone la creación de un prototipo interactivo web y móvil que permita a los microempresarios y auto empleadores gestionar de manera sencilla y eficaz sus servicios. Este prototipo ofrece una plataforma centralizada en la nube, donde los usuarios podrán registrar sus servicios, gestionar sus ofertas, establecer contacto con clientes, y recibir retroalimentación de manera intuitiva y accesible.

La propuesta se basa en el uso de tecnologías de desarrollo multiplataforma, permitiendo que el acceso sea posible tanto desde dispositivos móviles como desde la web. El diseño del sistema también tendrá en cuenta la necesidad de flexibilidad y personalización para ajustarse a las diferentes áreas de trabajo que representan los microempresarios, desde servicios locales hasta consultorías profesionales.

Este prototipo busca no solo digitalizar el proceso de gestión de servicios, sino también empoderar a los pequeños emprendedores para que logren una mayor visibilidad, organización y crecimiento en sus actividades comerciales.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo interactivo web y móvil, utilizando una herramienta de diseño colaborativo basada en la nube, el cual servirá como modelo preliminar para administrar servicios comerciales de microempresarios, con el propósito de evaluar y perfeccionar la funcionalidad, usabilidad y eficiencia de la plataforma.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollo de Sketches: Realizar bocetos iniciales para explorar diferentes ideas y enfoques visuales.
- Elaboración de Wireframes: Crear wireframes para definir la estructura y disposición de los elementos en las páginas.
- Diseño de Identidad Visual: Diseñar la identidad visual incluyendo tipografía, paletas de colores y elementos gráficos para mantener coherencia estética.
- Desarrollar Mockups en Figma: Elaborar mockups detallados en Figma para visualizar el diseño final con precisión.
- Optimizar la Experiencia de Usuario (UX): Realizar investigaciones y pruebas de usuario para mejorar la usabilidad y satisfacción del producto.
- Desarrollar la Interfaz de Usuario (UI): Diseñar interfaces intuitivas y atractivas que faciliten la interacción del usuario con el producto.
- Desarrollar Historias de Usuario: Crear historias de usuario detalladas para entender las necesidades y expectativas del usuario final.
- Analizar la Competencia Directa: Evaluar cinco competidores directos para identificar sus fortalezas, debilidades y estrategias.
- Analizar la Competencia Indirecta: Evaluar cinco competidores indirectos para identificar oportunidades y amenazas en el mercado.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio de este proyecto es el desarrollo y evaluación de un prototipo interactivo para plataformas web y móviles, destinado a gestionar los servicios ofertados por microempresarios y auto empleadores. Este prototipo busca ofrecer una solución eficiente que permita a los usuarios organizar, promocionar y administrar sus servicios de manera accesible y efectiva, optimizando su presencia en el mercado digital. El análisis se centrará en la funcionalidad, usabilidad y diseño del prototipo, así como en su capacidad para adaptarse a las necesidades de los usuarios, facilitando una mejor interacción entre los proveedores de servicios y sus clientes.

METODOLOGÍA

La Metodología implementada para el desarrollo del prototipo interactivo web y móvil es UCD.

¿Qué es UCD?

El Diseño Centrado en el Usuario (UCD, por sus siglas en inglés) es un enfoque de diseño que coloca a los usuarios en el centro del proceso de diseño y desarrollo. El objetivo principal es crear productos y servicios que sean altamente usables y que satisfagan las necesidades y expectativas de los usuarios finales. (ISO, 2010)

Propósito de UCD

El propósito de UCD es asegurar que los productos sean efectivos, eficientes y satisfactorios para los usuarios. Al comprender las necesidades, comportamientos y limitaciones de los usuarios, los diseñadores pueden crear soluciones que realmente resuelvan problemas y proporcionen una experiencia positiva.

Fases del Proceso de UCD

1. Investigación del Usuario
- Objetivo: Comprender a los usuarios y el contexto en el que utilizarán el producto.
- Actividades:
- Entrevistas y Encuestas: Recopilar información directa de los usuarios.
- Observación: Ver cómo los usuarios interactúan con productos similares.
- Personas y Escenarios: Crear representaciones detalladas de los usuarios tipo y cómo usarán el producto.

2. Definición de Requisitos

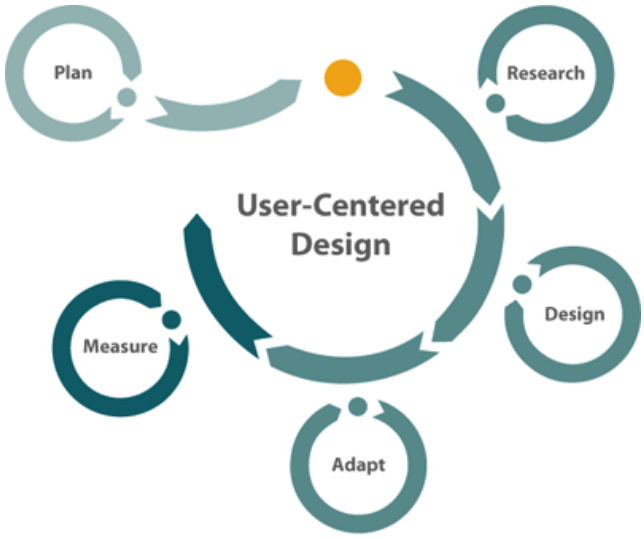
Objetivo: Traducir la investigación del usuario en requisitos claros para el diseño.
Actividades:
Análisis de Tareas: Identificar y desglosar las tareas que los usuarios necesitan realizar.
Requisitos Funcionales y No Funcionales: Los requisitos funcionales y no funcionales los encontramos en la siguiente liga la cual nos dirigirá a un drive donde se encuentran: [1]

3. Diseño
- Objetivo: Crear soluciones de diseño que respondan a los requisitos y necesidades identificadas.
- Actividades:
- Esbozos y Bocetos: En esta actividad se realizaron bocetos sobre la página de inicio, Iniciar sesión, Registro, entre otros.
- Wireframes: Crear representaciones esquemáticas de la interfaz de usuario.
- Prototipos: Desarrollar versiones preliminares del producto para evaluación y prueba.

4. Evaluación del Diseño
- Objetivo: Probar y refinar el diseño mediante la retroalimentación de los usuarios.
- Actividades:
- Pruebas de Usabilidad: Observar cómo los usuarios interactúan con el prototipo y recopilar comentarios.
- Entrevistas Posteriores a la Prueba: Discutir con los usuarios su experiencia y obtener sugerencias.
- Análisis de Resultados: Revisar los datos recopilados y ajustar el diseño en consecuencia.

5. Implementación
- Objetivo: Desarrollar el producto final basado en el diseño evaluado y aprobado.
- Actividades:
- Pruebas de Calidad: Asegurar que el producto funcione correctamente y cumpla con los requisitos.

Figura 10 Metodología UCD



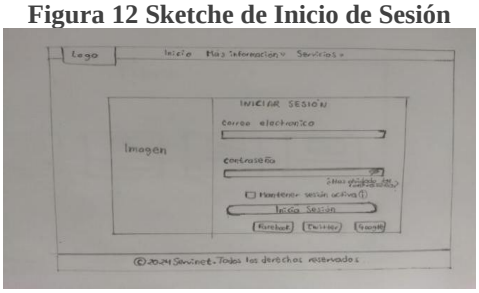
FASES DEL DESARROLLO

Para la creación del prototipo se utilizó la aplicación llamada Figma la cual es una herramienta de diseño colaborativo basada en la web que se utiliza para crear interfaces de usuario (UI) y experiencias de usuario (UX) para aplicaciones web y móviles.

Figura 11 Logo Figma

El proyecto inició con la elaboración de los sketches, una fase fundamental que permitió esbozar las primeras ideas sobre la estructura y el diseño general del prototipo. Estos bocetos iniciales ayudaron a visualizar de manera conceptual la disposición de los elementos clave y a explorar diversas alternativas de organización. A través de los sketches, se pudo definir una visión clara del flujo de navegación y la interacción entre las diferentes secciones del prototipo, sentando las bases para su posterior desarrollo.

Figura 12 Sketche de Inicio de Sesión



El boceto del formulario de inicio de sesión muestra los siguientes elementos:
En la parte superior:

- Se observa el logotipo de la empresa.
- Los botones de navegación: "Inicio", "Más información", "Servicios".

En la sección central:

- Título "INICIAR SESIÓN".
- Campo de texto para ingresar el correo electrónico.
- Campo de texto para ingresar la contraseña.
- Un enlace que dice "¿Has olvidado tu contraseña?".
- Un checkbox para "Mantener sesión activa".
- Un botón "Inicia Sesión".
- Botones para iniciar sesión con Facebook, Twitter o Google.

En la parte inferior:

- Copyright de la empresa: "2024 Servinet. Todos los derechos reservados".

Figura 13 Sketche de Página de Inicio

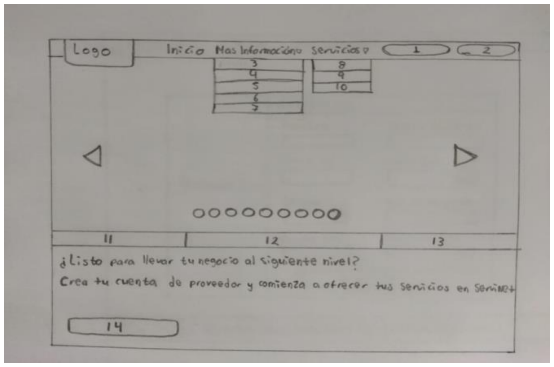
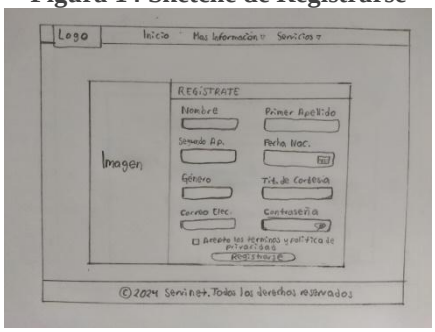
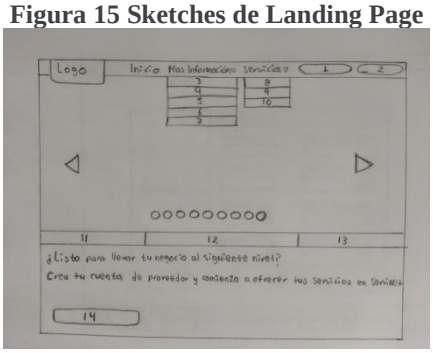


Figura 14 Sketche de Registrarse



El boceto muestra un diseño para registrarse en la aplicación ServiNet. La página web tiene un diseño simple con un logotipo en la parte superior, y un menú con las opciones de "Inicio," "Más Información" y "Servicios." La sección principal de la página web es el formulario de registro, que incluye campos para nombre, apellido, fecha de nacimiento, sexo, título de cortesía, correo electrónico, contraseña y una casilla para aceptar los términos y condiciones. Al final de la página se encuentra un botón para registrarse. El boceto también incluye una imagen. El texto "©2024 Servinet. Todos los derechos reservados" se encuentra en la parte inferior de la página.

Figura 15 Sketches de Landing Page



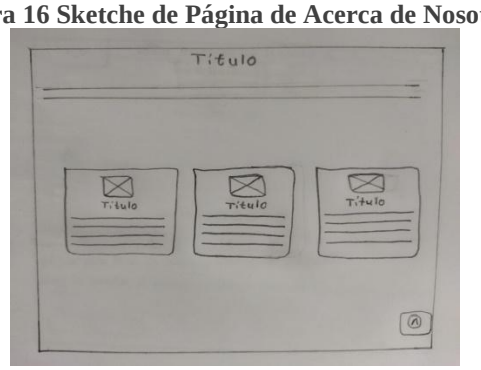
El boceto muestra un diseño sobre la página de inicio en la cual podemos ver las diferentes partes del boceto:

- Encabezado: La parte superior de la pantalla muestra un logotipo y un menú de navegación con las opciones "Inicio" y "Mas información". También hay un menú desplegable que parece mostrar diferentes servicios (8, 9, 10) y dos botones con los números 1 y 2.
- Contenido principal: En el centro de la pantalla hay un espacio vacío. Este espacio probablemente contiene información sobre los servicios ofrecidos por la plataforma.
- Botones de navegación: A los lados del espacio vacío, hay dos botones que parecen flechas: una hacia la izquierda y otra hacia la derecha. Estas flechas probablemente permiten navegar por diferentes secciones del contenido.
- Footer: En la parte inferior de la pantalla hay un texto que dice: "¿listo para llevar tu negocio al siguiente nivel? Crea tu cuenta de proveedor y comienza a ofrecer tus servicios en Servinet". Parece que este texto invita a los usuarios a registrarse en la plataforma para ofrecer sus servicios.

Sobre los números que se muestran en el boceto se explican de la siguiente manera:
El numero 1 es para Iniciar Sesión

2 es para una Crear cuenta
3 es sobre la sección de Acerca de Nosotros
4 es sobre la sección de ¿Como Funciona?
5 es sobre la sección de Puntos de lealtad
6 es sobre Ofrecer servicios
7 es sobre Contacta un asesor
8 es sobre servicios físicos
9 es sobre servicios virtuales
10 es sobre servicios a domicilio
11 es sobre el apartado de Ofrecer servicios
12 es sobre el apartado de Buscar Servicios
13 sobre el apartado de ¿cómo funciona ServiNet?
14 es sobre el botón de publica tus servicios.

Figura 16 Sketche de Página de Acerca de Nosotros.



El boceto muestra un diseño para la sección Acerca de Nosotros, con un encabezado que dice "Título". Debajo, hay tres tarjetas con un diseño similar, cada una con un "Título" y un pequeño símbolo de sobre. A la derecha en la parte inferior se encuentra un botón circular con un símbolo "^" dentro, el cual es para cuando el usuario de clic lo redireccione a la parte inicial de la página.

Figura 8 Wireframe de Inicio de Sesión



La imagen muestra un diseño de una página web de inicio de sesión. El diseño es simple y fácil de usar. En la parte superior de la página, se muestra el logotipo de la empresa. La sección de inicio de sesión incluye campos para introducir el correo electrónico y la contraseña. También hay una opción para iniciar sesión con redes sociales. En la parte inferior de la página, se muestra la información de copyright y un enlace a la política de privacidad.

Figura 9 Wireframe de Registrarse



Este wireframe muestra un formulario de registro. Se compone de campos para introducir información personal como el nombre, apellido, fecha de nacimiento, género, correo electrónico y contraseña, con el objetivo de que el usuario puede crear una cuenta en la plataforma.
En la parte inferior del formulario, se encuentra un botón "Registrarse" para enviar la información y un checkbox para aceptar los términos y condiciones de la plataforma. También se incluye un enlace que redirige a la página de inicio de sesión para los usuarios que ya tienen una cuenta.

Figura 17 Wireframe de Página de Inicio.



El wireframe muestra un sitio web con diseño sencillo. El sitio web tiene un menú de navegación principal con las siguientes opciones: Inicio, Más información y Servicios. En la parte superior derecha hay dos botones: Iniciar sesión y Crear cuenta.
En la parte central de la página se encuentra el título "Imagen", que sugiere que se trata de la sección principal del sitio web. Debajo del título se encuentra un espacio donde se mostrará la imagen o el contenido principal de la página.

A continuación, se muestra una serie de puntos grises que probablemente representan una serie de pasos o opciones.
En la parte inferior se muestran tres botones: "Ofrece Servicios", "Buscar Servicios" y "¿Como Funciona Agéndalo?".
En la parte inferior de la página hay una llamada a la acción: "¿Listo para llevar tu negocio al siguiente nivel?". Debajo de la llamada a la acción hay una descripción de los beneficios de crear una cuenta de proveedor en el sitio web. Finalmente, se muestra un botón que dice "Publica tus servicios".

Figura 11 Wireframe de ¿Cómo funciona Servinet?

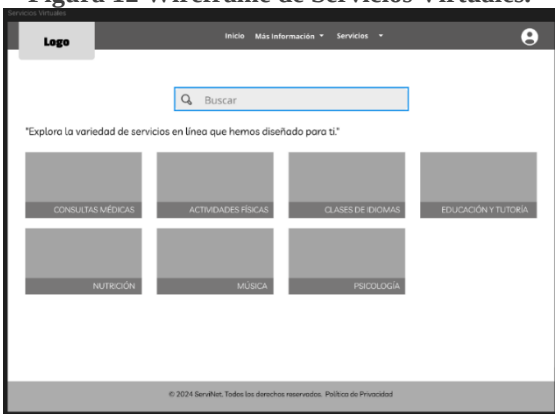


El wireframe muestra un diseño para un contenido de video. En la parte superior izquierda, se encuentra un cuadrado gris que representa un video, con el símbolo de "play" en el centro.

A la derecha del video, hay un espacio para el título del contenido, junto a varias líneas para escribir una breve descripción o resumen.En la parte inferior izquierda, también hay un espacio con líneas para escribir más información, detalles adicionales o una descripción más extensa del video.

En la parte inferior derecha, se repite el cuadrado gris con el símbolo de "play", para destacar nuevamente el video y su importancia. Esta imagen es sobre la sección de ¿Cómo funciona Servinet?, la cual ese apartado explica a fondo la función de la aplicación.

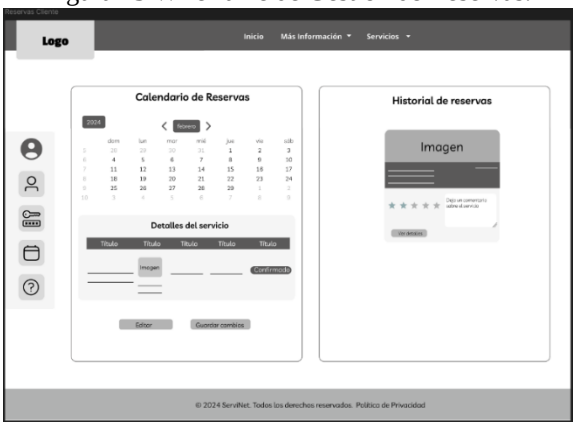
Figura 12 Wireframe de Servicios Virtuales.



La imagen muestra el apartado de ofrecer servicios virtuales. En la parte superior, el sitio web muestra un menú con las opciones de "Inicio", "Más información", "Servicios" y un botón para iniciar sesión. También hay una barra de búsqueda donde los usuarios pueden encontrar servicios específicos.
Debajo del menú, se encuentra un título que destaca la variedad de servicios que la aplicación ofrece. Luego, se presentan las diferentes áreas de servicios en un formato de cuadrícula, donde cada área tiene una imagen de fondo y un texto con el nombre del servicio.

Por último, en la parte inferior de la página se encuentra el pie de página con la información de copyright y un enlace a la política de privacidad del sitio web.

Figura 13 Wireframe de Gestión de Reservas.

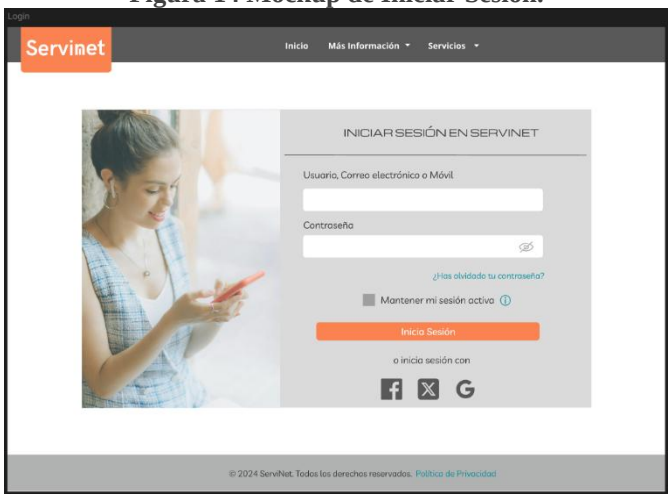


La imagen muestra la interfaz de reservas del cliente. En la parte superior encontramos el logotipo de la empresa y la navegación del sitio, con opciones como inicio, más información y servicios. En el centro de la pantalla, se encuentra una sección con el título "Calendario de Reservas". Esta sección muestra un calendario con los días del mes de febrero de 2024. El usuario puede navegar entre los meses utilizando las flechas izquierda y derecha.
Debajo del calendario, hay una sección con el título "Detalles del servicio". Esta sección contiene información sobre el servicio que el usuario está reservando. El usuario puede editar o guardar los cambios en la reserva.

En el lado derecho de la pantalla, se encuentra una sección con el título "Historial de reservas". Esta sección muestra la historia de las reservas del usuario. Cada reserva incluye una imagen del servicio, una calificación de estrellas y la posibilidad de dejar un comentario. El usuario puede ver los detalles de cada reserva haciendo clic en el botón "Ver detalles".
En la parte inferior de la pantalla, se muestra el copyright y un enlace a la Política de Privacidad.

A continuación, se presentan los mockups del prototipo interactivo web y móvil diseñado para la gestión de servicios ofertados por microempresarios y auto empleadores. Estos mockups ofrecen una visión detallada y visual de cómo será la interfaz final, facilitando la comprensión del flujo de trabajo y la disposición de los elementos clave dentro de la plataforma

Figura 14 Mockup de Iniciar Sesión.



El Mockup de Inicio de Sesión como se puede observar tiene un diseño limpio y minimalista con una combinación de colores basada en blanco, gris y naranja. El naranja se utiliza con moderación para acentos como el logotipo de "Servinet", el botón "Inicia Sesión" y los iconos de redes sociales. El gris se utiliza para el fondo del sitio web y el texto, mientras que el blanco se utiliza para el fondo del formulario de inicio de sesión y los cuadros de texto. Esta combinación de colores es efectiva porque es agradable a la vista y permite al usuario concentrarse en los elementos importantes del sitio web, como el formulario de inicio de sesión y la llamada a la acción.
El diseño también es muy sencillo y fácil de entender. El sitio web se divide en tres secciones: el encabezado, el cuerpo y el pie de página. El encabezado contiene el logotipo y el menú de navegación, mientras que el cuerpo contiene el formulario de inicio de sesión y el pie de página contiene la información de copyright. Esta disposición sencilla es fácil de navegar y deja claro a los usuarios dónde encontrar la información que buscan. Es importante notar la presencia de opciones de inicio de sesión con redes sociales, un elemento cada vez más común en la web. Esto indica que la página web tiene como objetivo proporcionar una experiencia de usuario sencilla y rápida, permitiendo a los usuarios iniciar sesión utilizando sus cuentas existentes en redes sociales.

Figura 15 Mockup de Registrarse.



El Mockup de registro tiene un diseño y un estilo limpio y moderno, con una combinación de blanco y gris como colores principales. En la parte superior izquierda, se ubica el logotipo de la aplicación "Servinet" en un tono naranja vibrante, destacándose en el fondo gris.
A la derecha del logotipo, aparecen los enlaces a las secciones de "Inicio", "Más información" y "Servicios".
La sección de registro se presenta dentro de un recuadro blanco con bordes redondeados. El título "REGÍSTRATE" aparece en letras mayúsculas, enfatizando la acción a realizar.
Los campos de formulario se encuentran bien organizados y separados en dos columnas. En la columna izquierda se solicita información personal básica como "Nombre", "Segundo apellido" y "Género", mientras que la columna derecha contiene campos para "Primer apellido", "Fecha de nacimiento", "Tít. de cortesía", "Correo electrónico", "Contraseña" y "Confirmar contraseña".
Las contraseñas se representan con iconos para mayor seguridad.

El botón "Registrarse" tiene un fondo naranja, coincidiendo con el color del logotipo y el título, lo que lo hace destacar y facilita su identificación como el botón principal.
En la parte inferior, se incluye un enlace para iniciar sesión en caso de que el usuario ya tenga una cuenta, y una nota con la información de copyright y la política de privacidad.

Figura 16 Mockup de Página de Inicio.



El mockup muestra la parte inicial de la página de inicio de Servinet, una plataforma que permite a los usuarios ofrecer sus servicios. En la parte superior, hay un menú con opciones como "Inicio", "Más información", "Servicios", "Iniciar sesión" y "Crear cuenta". En la parte central, se muestra una imagen de una mujer que se está arreglando el cabello. Debajo de la imagen, se encuentra la información de contacto de la empresa, el logotipo de la empresa y el eslogan "Servicio de belleza a domicilio". En la parte inferior de la página, se encuentran tres botones que dicen "Ofrece Servicios", "Buscar Servicios" y "¿Como Funciona Servinet?". También se encuentra un mensaje que dice "¿Listo para llevar tu negocio al siguiente nivel?" junto con una llamada a la acción para "Publicar tus servicios".
El diseño es moderno y minimalista. Utiliza una paleta de colores vibrantes y contrastantes, con un fondo verde brillante que crea un ambiente fresco y atractivo.
Los botones y elementos de la página web están diseñados con un estilo limpio y simple, utilizando un color blanco que contrasta con el fondo verde y resalta la información principal. La tipografía es legible y fácil de leer, y el diseño general es intuitivo y fácil de navegar.

Figura 17Mockup de Servicios Virtuales



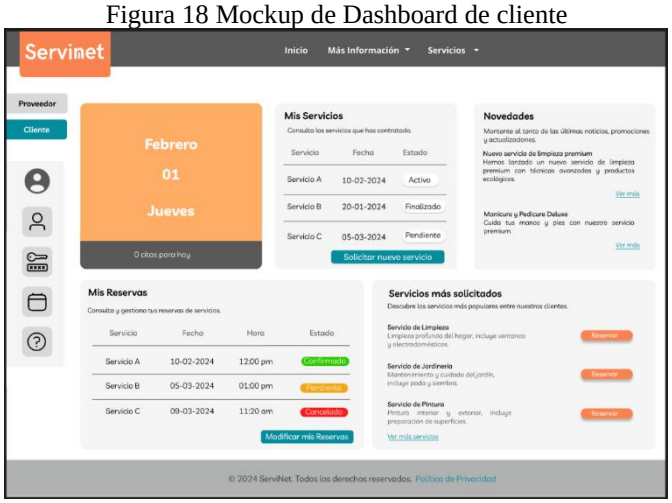
Este mockup representa los Servicios Virtuales. La plataforma ofrece una variedad de servicios online, como consultas médicas, actividades físicas, clases de idiomas, educación y tutoría, nutrición, música y psicología.
Estructura:

- Encabezado: El diseño del encabezado es limpio y sencillo, con el logo de Servinet a la izquierda y un menú de navegación a la derecha. El menú incluye las secciones "Inicio," "Más Información," y "Servicios." Además, un icono de usuario representa la posibilidad de acceso a un perfil o cuenta.
- Barra de búsqueda: Se ubica debajo del encabezado y permite a los usuarios buscar servicios específicos dentro de la plataforma.
- Descripción: Se presenta el valor fundamental de Servinet: "Encuentra los diferentes tipos de servicios que tenemos para ti...".
- Gestión de servicios: Se organiza la plataforma con un sistema de "tarjetas" que representan cada categoría de servicios. Cada tarjeta incluye una imagen representativa, un título que describe la categoría.
- Pie de página: Contiene información básica sobre ServiNet, incluyendo la fecha de copyright, el mensaje "Todos los derechos reservados", y un enlace a la "Política de Privacidad".

El objetivo del mockup es visualizar cómo funcionaría la página web de Servinet. Permite a los usuarios:

- Identificar fácilmente el propósito y los servicios ofrecidos por Servinet.
- Navegar entre las diferentes categorías de servicios de forma intuitiva.
- Acceder a información detallada sobre cada servicio.
- Comprender la facilidad de uso y el diseño visual de la plataforma.

Figura 18 Mockup de Dashboard de cliente



Este mockup se divide en 5 secciones principales:

Encabezado:

- Contiene el logo de la empresa "Servinet" y las opciones del menú de navegación: "Inicio", "Más Información" y "Servicios".

Barra Lateral:

- Muestra opciones para el usuario "Proveedor" y "Cliente": permiten al usuario seleccionar su rol en la plataforma.
- Iconos: indican opciones como perfil, llave (para acceso seguro), una lista (para gestión de servicios), un calendario (para reservas) y un signo de interrogación (para ayuda o preguntas frecuentes).

Sección Central:

- Esta es la sección principal y se divide en dos subsecciones:
- "Mis Servicios": Aquí se visualizan los servicios que el usuario ha contratado, mostrando el nombre del servicio, la fecha y el estado. La sección cuenta con un botón para "Solicitar nuevo servicio".
- "Mis Reservas": Muestra las reservas del usuario, con información como el nombre del servicio, la fecha, la hora y el estado. La sección cuenta con un botón para "Modificar mis Reservas".

Sección Derecha:

- "Novedades": Aquí se presentan las últimas noticias, promociones y actualizaciones de la plataforma. Contiene botones para ver más información sobre los servicios destacados.

- "Servicios más solicitados": Muestra los servicios más populares con una breve descripción y un botón para "Reservar".

Pie de página:

- Contiene el copyright ©, el nombre de la empresa y un enlace a la "Política de Privacidad".
-

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo del prototipo web trajo consigo una serie de resultados significativos, a pesar de no haber logrado completar la versión móvil. Durante el proceso de creación del prototipo web, se obtuvieron varios logros importantes que mejoraron sustancialmente la gestión de servicios comerciales para los microempresarios.

- **Mejora en la eficiencia de procesos**: Antes del desarrollo del prototipo, los procesos de registro, consulta y programación de servicios eran manuales y fragmentados, lo que generaba ineficiencias. Con la implementación del prototipo web, se logró automatizar y centralizar estos procesos, reduciendo el tiempo y esfuerzo necesarios para completarlos.
- **Mayor accesibilidad y usabilidad**: El prototipo web permitió a los usuarios acceder a la plataforma desde cualquier dispositivo con acceso a Internet, lo que facilitó la adopción de la tecnología por parte de los microempresarios. Además, la interfaz intuitiva mejoró la experiencia del usuario, permitiendo una interacción más fluida y efectiva.
- **Evaluación temprana y optimización**: A través del prototipo web, se pudo realizar una evaluación inicial de la funcionalidad y usabilidad de la plataforma. Esto permitió identificar áreas de mejora y realizar ajustes antes de avanzar en el desarrollo completo, asegurando una mayor calidad en el producto final.



Utiliza tu dispositivo móvil para escanear el código QR que aparece a continuación y acceder al video de simulación del prototipo desarrollado en Figma.

CONCLUSIÓN

La decisión de utilizar Figma como la herramienta principal de diseño colaborativo ha sido fundamental en el desarrollo del prototipo interactivo para la plataforma. Este prototipo, diseñado para funcionar tanto en la web como en dispositivos móviles, ha servido como una versión inicial crucial para la administración de servicios destinados a microempresarios. A través de este enfoque, ha sido posible evaluar y ajustar aspectos clave como la funcionalidad, usabilidad y eficiencia del sistema, asegurando que cualquier problema sea identificado y corregido antes de la implementación final. Gracias a esta metodología, se garantiza que el producto final esté completamente optimizado para satisfacer las necesidades de los usuarios, ofreciendo una experiencia de usuario efectiva y satisfactoria desde el primer momento.

BIBLIOGRAFÍA

Publicaciones:
E. H. Miller, "A note on reflector arrays," IEEE Trans. Antennas Propagat., to be published.
R. J. Vidmar. (1992, Aug.). On the use of atmospheric plasmas as electromagnetic reflectors. IEEE Trans. Plasma Sci. [Online]. 21(3), pp. 876-880. Available: http://www.halcyon.com/pub/journals/21ps03-vidmar
Libros:
E. Clarke, Circuit Analysis of AC Power Systems, vol. I. New York: Wiley, 1950, p. 81. G. O. Young, "Synthetic structure of industrial plastics," in Plastics, 2nd ed., vol. 3, J. Peters, Ed. New York: McGraw-Hill, 1964, pp. 15-
64. J. Jones. (1991, May 10). Networks. (2nd ed.) [Online]. Available: http://www.atm.com
ISO 9241-210:2010 Ergonomics of human-system interaction Part 210: Human-centred design for interactive systems

Optimización de procesos en oficina de proyectos aplicando tecnologías de la información

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.809

Jonathan Villarreal Cañedo[1]
Maria del Consuelo Macias Gonzalez[1]

[1] TecNM/ *Tecnologico de Estudios Superiores de Cuautiltán Izcalli, e-mail: 233101061@cuautitlan.tecnm.mx*
[2] TecNM/ *Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautiltán Izcalli, e-mail: maria.mg@cuautitlan.tecnm.mx*

Línea de investigación: Tecnologías de la Información.

Resumen

En el dinámico entorno empresarial contemporáneo, la gestión eficiente de proyectos ha surgido como un pilar clave para garantizar el éxito y la sostenibilidad de las organizaciones. Las Oficinas de Proyectos (PMO), como entes responsables de coordinar y supervisar la planificación y ejecución de proyectos estratégicos, desempeñan un papel fundamental en la alineación de los proyectos con los objetivos organizacionales. No obstante, el creciente grado de complejidad y dinamismo en la gestión de proyectos exige la adopción de enfoques más ágiles y eficientes. En este sentido, la optimización de procesos, facilitada por el uso de Tecnologías de la Información (TI), ha demostrado ser una estrategia esencial para incrementar la eficacia operativa y mejorar los resultados de los proyectos.

La transformación digital ha revolucionado la gestión de proyectos, ofreciendo a las organizaciones nuevas capacidades como el acceso a datos en tiempo real, la automatización de tareas repetitivas y la posibilidad de realizar análisis predictivos. Estas tecnologías no solo incrementan la productividad, sino que también permiten una mayor agilidad ante cambios imprevistos, mejorando significativamente la capacidad de las PMO para adaptarse a un entorno empresarial en constante evolución. La integración de las TI en la gestión de proyectos ha impulsado la adopción de metodologías más eficientes, lo que abre nuevas oportunidades para la optimización de procesos en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto.

Este trabajo analiza en profundidad los beneficios de la integración de TI en las PMO, destacando cómo contribuyen a la eficiencia operativa, la reducción de costos, la mejora en la comunicación y la colaboración entre equipos. Asimismo, se abordan los desafíos relacionados con la implementación de nuevas tecnologías, incluidos la resistencia al cambio organizacional, los costos iniciales y las preocupaciones en torno a la seguridad cibernética.

Además de examinar los beneficios operativos de las TI, el estudio revisa metodologías ágiles como Scrum y Kanban, que, apoyadas por herramientas tecnológicas, permiten una gestión más efectiva de la incertidumbre y la complejidad. Estas metodologías mejoran la flexibilidad y adaptabilidad de las organizaciones, optimizan los recursos, acortan los tiempos de entrega y aumentan la calidad de los resultados.

Finalmente, el estudio ofrece recomendaciones prácticas para una implementación exitosa de TI en las PMO, desde la selección de herramientas tecnológicas adecuadas hasta la capacitación del personal, todo ello con el objetivo de maximizar los beneficios de la tecnología en la gestión de proyectos.

Palabras clave: Automatización, Gestión de proyectos, Metodologías ágiles, Oficinas de Proyectos, Optimización de procesos, Tecnologías de la información

Abstract

In the dynamic contemporary business environment, efficient project management has emerged as a key pillar to ensure the success and sustainability of organizations. Project Management Offices (PMOs), as entities responsible for coordinating and overseeing the planning and execution of strategic projects, play a fundamental role in aligning projects with organizational objectives. However, the increasing complexity and dynamism in project management demand the adoption of more agile and efficient approaches. In this regard, process optimization, facilitated by the use of Information Technologies (IT), has proven to be an essential strategy for enhancing operational effectiveness and improving project outcomes.

Digital transformation has revolutionized project management, providing organizations with new capabilities such as real-time data access, automation of repetitive tasks, and the ability to conduct predictive analytics. These technologies not only increase productivity but also enable greater agility in the face of unforeseen changes, significantly improving the ability of PMOs to adapt to a constantly evolving business environment. The integration of IT into project management has driven the adoption of more efficient methodologies, opening new opportunities for process optimization at all stages of the project lifecycle.

This work thoroughly analyzes the benefits of IT integration in PMOs, highlighting how they contribute to operational efficiency, cost reduction, and improved communication and collaboration among teams. It also addresses the challenges associated with implementing new technologies, including resistance to organizational change, initial costs, and concerns regarding cybersecurity.
In addition to examining the operational benefits of IT, the study reviews agile methodologies such as Scrum and Kanban, which, supported by technological tools, allow for more effective management of uncertainty and complexity. These methodologies enhance the flexibility and adaptability of organizations, optimize resources, shorten delivery times, and increase the quality of results.
Finally, the study provides practical recommendations for the successful implementation of IT in PMOs, from the selection of appropriate technological tools to the training of personnel, all aimed at maximizing the benefits of technology in project management.

Keywords: Automation, Project Management, Agile Methodologies, Project Management Offices, Process Optimization, Information Technologies.

INTRODUCCIÓN

En el vertiginoso panorama empresarial contemporáneo, la gestión eficiente de proyectos ha emergido como un pilar fundamental para el éxito organizacional. En este contexto, las Oficinas de Proyectos (PMO) desempeñan un papel crucial al actuar como catalizadores para la implementación efectiva de estrategias y el logro de objetivos empresariales. Sin embargo, la complejidad inherente a la gestión de proyectos demanda una continua evolución de prácticas y procesos, donde la optimización de procesos se convierte en un factor determinante.

La integración de Tecnologías de la Información (TI) en este ámbito se revela como una poderosa aliada, capaz de potenciar la eficiencia y productividad en la ejecución de proyectos. La gestión de proyectos, como disciplina esencial, se enfrenta a un entorno caracterizado por la rapidez de los cambios y la complejidad de las operaciones. Las PMO, como centros neurálgicos de planificación y ejecución, son responsables de orquestar y supervisar iniciativas que impulsan el progreso de las organizaciones. Sin embargo, estos desafíos requieren una revisión constante de las prácticas de gestión de proyectos, donde la optimización de procesos se presenta como una estrategia imperativa para maximizar la eficiencia, reducir costos y mejorar la calidad de los resultados.

La evolución constante del entorno empresarial también plantea nuevas oportunidades. La transformación digital ha revolucionado la manera en que las organizaciones operan y se relacionan con su entorno. La capacidad de acceder a datos en tiempo real, la interconexión global, la automatización de tareas rutinarias y la posibilidad de análisis predictivo son solo algunas de las ventajas que las TI ofrecen en la gestión de proyectos. Esta convergencia ha dado lugar a la gestión de proyectos tecnológicos, donde la optimización de procesos se configura como una pieza clave para el éxito sostenible de las organizaciones.

Este trabajo se propone explorar a fondo la integración de las TI en las oficinas de proyectos, analizando cómo estas tecnologías simplifican tareas operativas y mejoran la toma de decisiones, la comunicación y la colaboración entre los miembros del equipo. La adopción de metodologías ágiles, respaldadas por herramientas tecnológicas específicas, se posiciona como una estrategia eficaz para mejorar la flexibilidad y la capacidad de adaptación a cambios inesperados, elementos fundamentales en la gestión contemporánea de proyectos.

En un mundo empresarial cada vez más competitivo, la necesidad de optimizar procesos en las oficinas de proyectos se presenta como un imperativo estratégico. Este estudio analizará los beneficios tangibles e intangibles de incorporar las TI en la gestión de proyectos, destacando casos de éxito, identificando desafíos comunes y proponiendo recomendaciones prácticas para una implementación exitosa. La integración de habilidades humanas y capacidades tecnológicas se perfila como un factor clave en la evolución de las oficinas de proyectos, que deben transformarse en centros de excelencia donde se impulse la eficiencia operativa y se catalice la innovación continua.

DESARROLLO

La gestión eficiente de proyectos se ha convertido en un pilar fundamental para el éxito organizacional. Este estudio se centra en la optimización de procesos dentro de las Oficinas de Proyectos (PMO) y su integración con Tecnologías de la Información (TI) como una estrategia clave para mejorar la eficiencia y productividad en la ejecución de proyectos.

En esta sección, es importante describir el objetivo general y los objetivos específicos, el objeto de estudio, la metodología o metodologías, las fases del desarrollo de acuerdo a la metodología seleccionada, reactivos y equipos utilizados. También están incluidos los Resultados y Discusión, en el cual puede venir separado o en una sección según convenga a los autores. Se necesita colocar cada tema a desarrollar en un subtítulo.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo General:

Gestionar actividades de un proyecto, requerimiento o mejora, utilizando las Tecnologías de la Información, ocupando un servicio web con la finalidad de visualizar avance en porcentaje de los proyectos, documentación y riesgos en tiempo real, donde se requiere tener una mayor directriz y control.

Objetivo Específicos:

Proporcionar una herramienta que facilite la toma de decisiones basadas en estatus y avances en los proyectos, requerimientos / mejora, teniendo la información completa al momento, logrando:

1. Detecciones de riesgos para toma de decisiones
2. Cumplimiento de objetivos
3. Seguimiento a línea base

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio de esta investigación son las Oficinas de Proyectos (PMO) en diversas organizaciones que han adoptado Tecnologías de la Información para optimizar sus procesos de gestión. Se examinarán casos de éxito que demuestren cómo la sinergia entre habilidades humanas y capacidades tecnológicas puede impulsar la eficiencia operativa y catalizar la innovación continua.

Este trabajo busca contribuir al cuerpo de conocimiento sobre la gestión de proyectos al destacar la importancia de la optimización de procesos en un entorno empresarial dinámico y competitivo, proponiendo un enfoque estratégico que permita a las organizaciones adaptarse y prosperar en la era digital.

METODOLOGÍA

La investigación emplea una metodología mixta que combina enfoques cuantitativos y cualitativos, con el objetivo de ofrecer una comprensión integral sobre la optimización de procesos en las Oficinas de Proyectos (PMO) mediante la integración de Tecnologías de la

Información (TI). Esta elección metodológica se fundamenta en la complejidad del objeto de estudio, que exige tanto la recolección de datos medibles como la exploración de percepciones y experiencias de los participantes.

Enfoque Cuantitativo

Para el componente cuantitativo, se diseñó una encuesta estructurada que fue distribuida entre profesionales de gestión de proyectos de diversas organizaciones. Esta encuesta incluyó preguntas cerradas que facilitaron la medición de variables clave, tales como la productividad, la reducción de costos y la satisfacción del equipo. Los datos obtenidos se analizaron mediante técnicas estadísticas, permitiendo la identificación de patrones y correlaciones significativas entre la implementación de TI y la optimización de procesos en las PMO.

Enfoque Cualitativo

Simultáneamente, se implementó un enfoque cualitativo que buscó profundizar en las experiencias y percepciones de los profesionales involucrados en las PMO. Se llevaron a cabo entrevistas semi-estructuradas con un grupo selecto de gerentes de proyectos y miembros de equipos de trabajo, lo que proporcionó la oportunidad de explorar de manera detallada los desafíos, oportunidades y mejores prácticas relacionadas con la integración de TI. Este enfoque cualitativo enriquece la comprensión sobre cómo las tecnologías impactan la dinámica laboral en las PMO.

Justificación de la Metodología Mixta

La combinación de enfoques cuantitativos y cualitativos permite una triangulación de los datos, donde los hallazgos cuantitativos se complementan con la información cualitativa, enriqueciendo así la comprensión del fenómeno investigado. Esta metodología mixta es especialmente adecuada para el estudio de la optimización de procesos en un entorno empresarial contemporáneo, ya que proporciona una perspectiva holística que abarca tanto los aspectos numéricos como las experiencias individuales de los involucrados.

FASES DEL DESARROLLO

La investigación se llevó a cabo en una serie de fases interrelacionadas, diseñadas para abordar de manera sistemática el objetivo de optimizar los procesos en las Oficinas de Proyectos (PMO) mediante la integración de Tecnologías de la Información (TI). A continuación, se detallan cada una de estas fases:

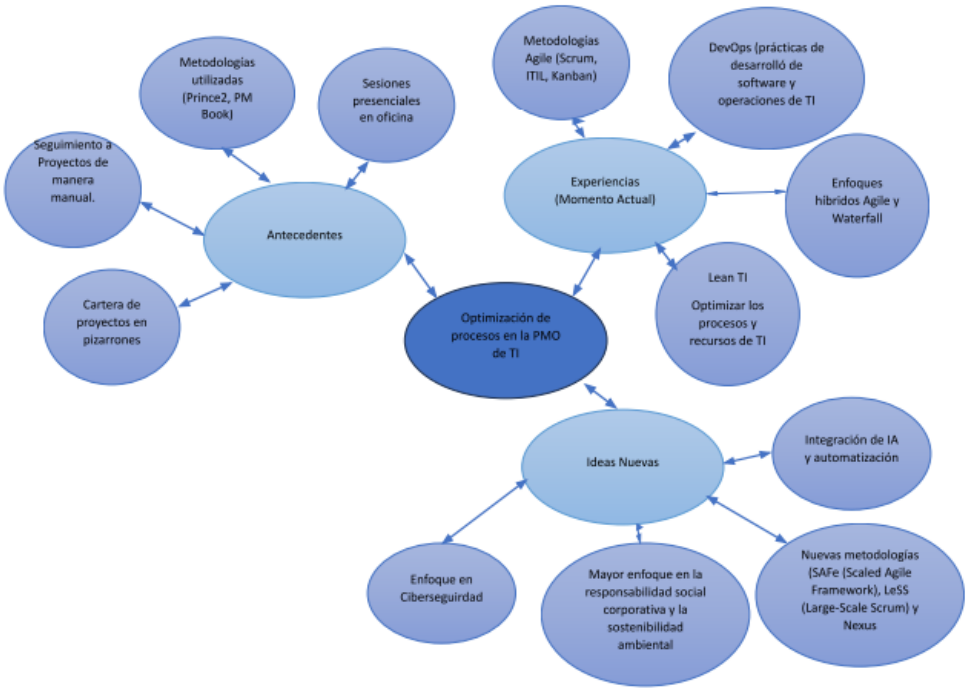
1. Revisión de Literatura

Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre la gestión de proyectos y la integración de TI. Esta fase incluyó el análisis de estudios previos, artículos académicos, informes de investigación y documentos relevantes que abordan tanto la teoría como las prácticas actuales en el ámbito de las PMO. La revisión permitió identificar tendencias, vacíos en la investigación y marcos conceptuales que sirvieron de base para el desarrollo del estudio. Además, se establecieron los criterios de selección para garantizar la pertinencia y calidad de las fuentes consultadas, lo que a su vez contribuyó a la creación de un marco teórico sólido y coherente.

2. Diseño de Herramientas

En esta fase, se desarrollaron instrumentos de recolección de datos específicos para cada enfoque metodológico. Para el enfoque cuantitativo, se diseñó una encuesta estructurada que contenía preguntas cerradas y escalas de medición para evaluar aspectos como la eficiencia operativa, la satisfacción del equipo y el impacto de la integración de TI. Por otro lado, se creó una guía de entrevista semi-estructurada para el enfoque cualitativo, que permitió explorar en profundidad las experiencias y percepciones de los profesionales en las PMO. Estos instrumentos fueron validados a través de un proceso de revisión por expertos, asegurando su relevancia y claridad.

Figura 1
OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA PMO DE TI



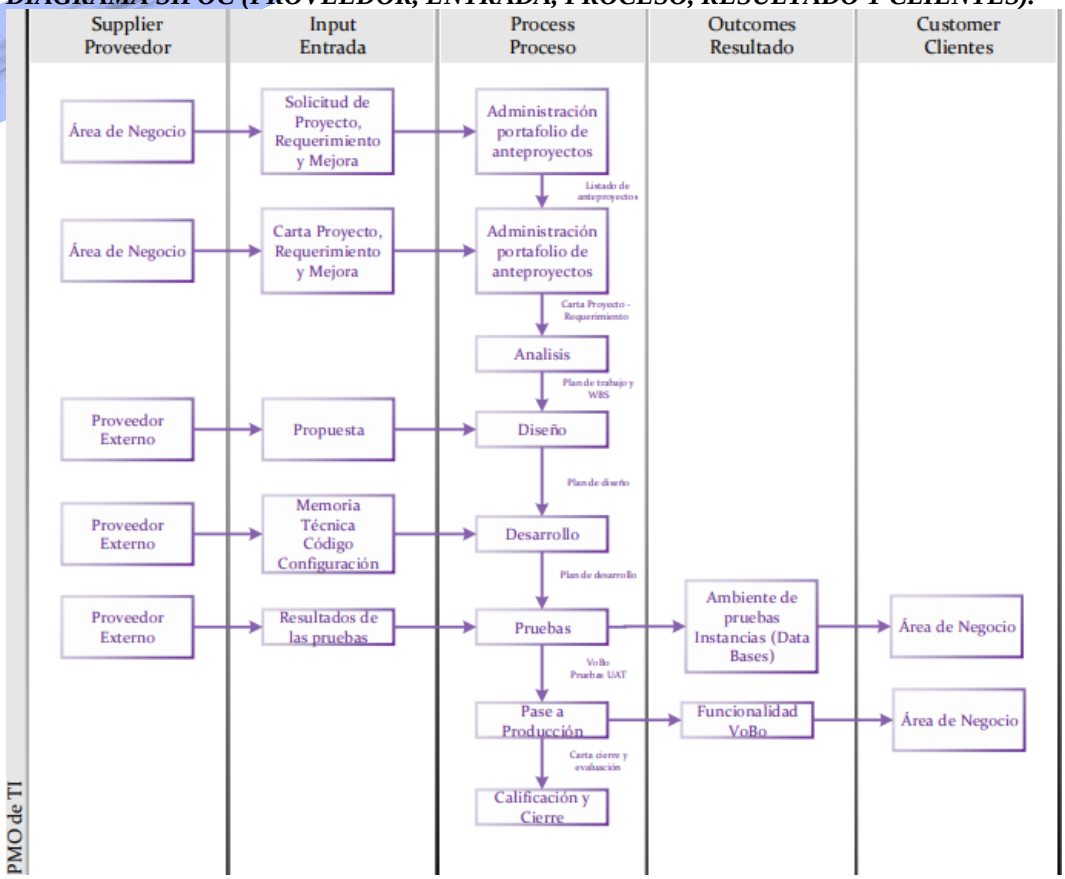
Nota: Optimización del proceso, colocando los antecedentes, actualidad e ideas nuevas.

3. Recolección de Datos

La recolección de datos se llevó a cabo de manera sistemática y organizada. Se implementaron las encuestas en diversas PMO de diferentes sectores, garantizando la diversidad de la muestra y la representatividad de los datos. La distribución de la encuesta se realizó a través de plataformas digitales, facilitando la participación de los profesionales. Simultáneamente, se llevaron a cabo las entrevistas cualitativas con un grupo seleccionado de gerentes de proyectos y miembros de equipos, permitiendo la obtención de información detallada y contextualizada sobre la integración de TI en las PMO.

Figura 2

DIAGRAMA SIPOC (PROVEEDOR, ENTRADA, PROCESO, RESULTADO Y CLIENTES).



Nota: Proceso general del proceso de la PMO de TI.

4. Análisis de Datos

Una vez completada la recolección de datos, se procedió al análisis. Para los datos cuantitativos, se utilizaron técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales, como análisis de correlación y regresión, con el fin de identificar patrones y relaciones significativas entre las variables. En cuanto a los datos cualitativos, se aplicaron técnicas de codificación abierta y axial, permitiendo la identificación de temas emergentes y la construcción de categorías que reflejan las experiencias y percepciones de los participantes.

Figura 3

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

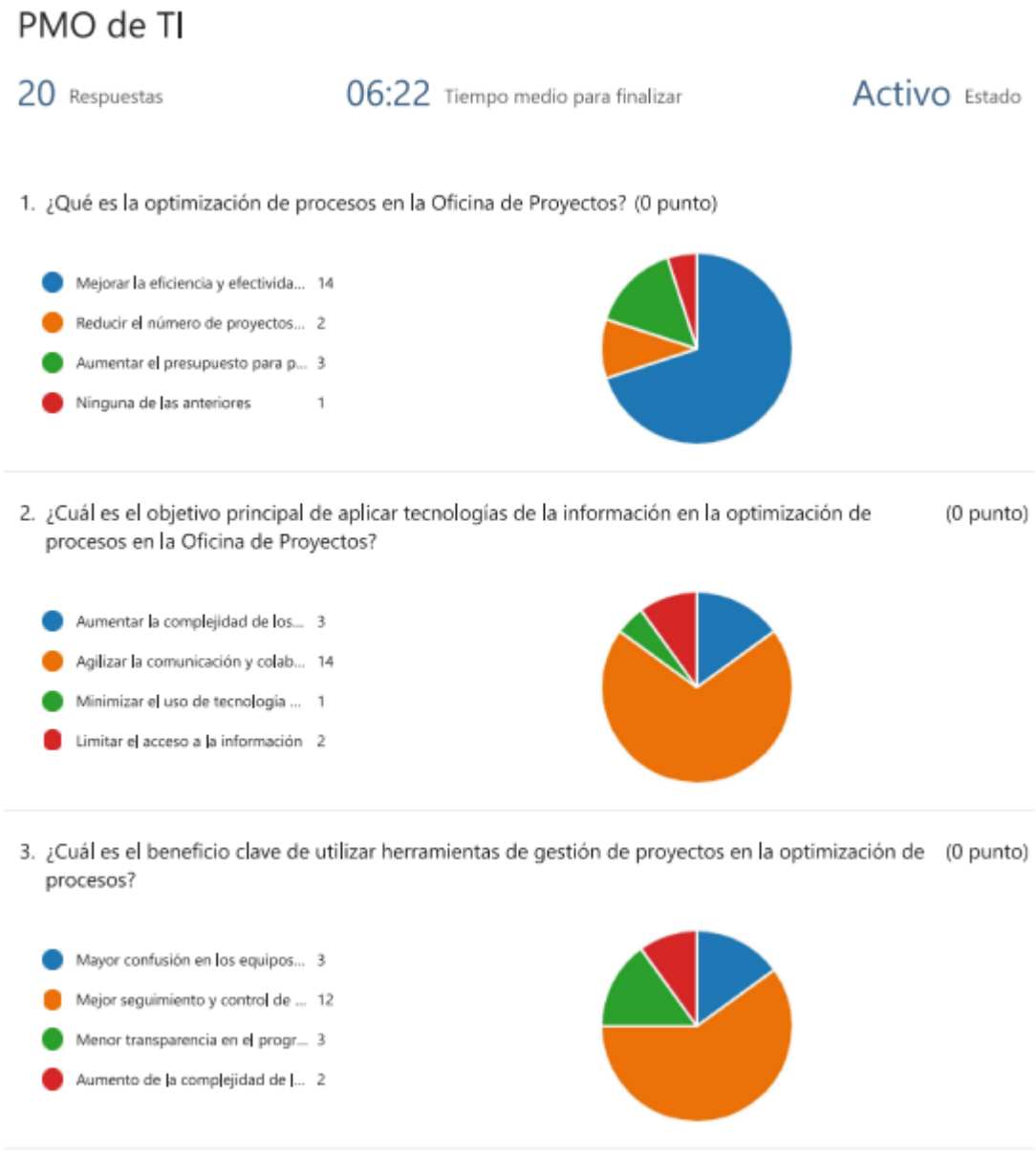
Pregunta	Porcentaje %	Encuestado numero
¿Qué es la optimización de procesos en la Oficina de	70	Case 1
¿Cuál es el objetivo principal de aplicar tecnologías de la	70	Case 1
¿Cuál es el beneficio clave de utilizar herramientas de gestión	60	Case 1
¿Qué tipo de tecnologías de la información se pueden emplear	15	Case 1
¿Cómo pueden las tecnologías de la información mejorar la	55	Case 1
¿Cuál es el papel de la automatización en la Oficina de	14	Case 1
¿Qué factores deben considerarse al seleccionar tecnologías de	12	Case 1
¿Qué papel juega la integración de sistemas en la optimización	11	Case 1
¿Cuál es la importancia de la seguridad de la información en la	14	Case 1
¿Qué ventajas ofrecen las herramientas de colaboración en	13	Case 1
¿Cómo pueden las tecnologías de la información ayudar en la	50	Case 1
¿Qué papel desempeñan los tableros de control y los paneles	11	Case 1
¿Por qué es importante la capacitación del personal en el uso de	14	Case 1
¿Cómo pueden las tecnologías de la información mejorar la	60	Case 1
¿Qué impacto puede tener la implementación de tecnologías de	12	Case 1
¿Cuál consideras que es el impacto de la gestión de la	60	Case 1
¿Cómo crees que la implementación de nuevas herramientas	30	Case 1
¿Qué aspectos de nuestro trabajo en la Oficina de Proyectos	4	Case 1
¿De qué forma consideras que la optimización de procesos con	8	Case 1
¿Qué preocupaciones crees que podrían surgir entre los	7	Case 1
Total de preguntas	20	Case 1

Nota: Resultado de la encuesta realizada, al área de TI (EXCEL).

5. Interpretación de Resultados

La interpretación de los resultados combinó los hallazgos cuantitativos y cualitativos, proporcionando un análisis integral de la optimización de procesos en las PMO mediante el uso de Tecnologías de la Información (TI). Los datos mostraron mejoras en eficiencia, reducción de costos y satisfacción del equipo, complementadas por percepciones cualitativas que destacaron los desafíos y beneficios de la implementación de TI. En particular, el uso de servicios web para visualizar en tiempo real el avance porcentual, la documentación y los riesgos permitió un control más directo y una toma de decisiones ágil. Las recomendaciones prácticas se centraron en mejorar la eficiencia y efectividad de la implementación de TI, asegurando un mayor control y éxito en la gestión de proyectos.

Figura 4
RESULTADO DE LA ENCUESTA



Nota: Resultado de la encuesta

6. Conclusiones y Recomendaciones

Finalmente, se elaboraron conclusiones basadas en el análisis integral de los datos recolectados, resaltando las implicaciones para la práctica y la teoría en el campo de la gestión de proyectos. Se presentaron recomendaciones específicas para la optimización de procesos en las PMO, enfocándose en la necesidad de adoptar un enfoque estratégico en la integración de TI y la capacitación del personal. Además, se sugirieron áreas para futuras investigaciones, destacando la importancia de continuar explorando la sinergia entre la tecnología y la gestión de proyectos en un entorno empresarial en constante evolución.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación sobre la optimización de procesos en las Oficinas de Proyectos (PMO) mediante la integración de Tecnologías de la Información (TI) arrojó resultados significativos que resaltan la importancia de estas tecnologías en la mejora de la eficiencia operativa y la satisfacción del equipo. A continuación, se presentan los hallazgos clave obtenidos a partir de la recolección y análisis de datos.

1. Impacto de la Integración de TI en la Eficiencia Operativa

Los datos cuantitativos recogidos a través de la encuesta revelaron que el **78% de los participantes** indicó una mejora en la eficiencia operativa tras la implementación de TI en sus PMO. Se observaron correlaciones positivas significativas entre la integración de TI y variables como la **productividad** ($r = 0.65$, $p < 0.01$) y la **reducción de costos** ($r = 0.57$, $p < 0.01$). Esto sugiere que las organizaciones que han adoptado tecnologías avanzadas experimentan una optimización de recursos que se traduce en un aumento de la eficiencia operativa. Estos hallazgos están en línea con estudios previos que destacan el papel de las TI en la mejora de los procesos empresariales.

2. Satisfacción del Equipo

La satisfacción del equipo fue evaluada utilizando una escala Likert de cinco puntos en la encuesta, y los resultados indicaron que el **82% de los encuestados** reportó niveles de satisfacción altos o muy altos en relación con el uso de TI en la gestión de proyectos. Además, el análisis de regresión mostró que la satisfacción del equipo se relaciona significativamente con la **mejoría en la comunicación** ($\beta = 0.42$, $p < 0.01$) y la **colaboración** ($\beta = 0.38$, $p < 0.01$). Estos resultados indican que la integración de TI no solo optimiza procesos, sino que también fomenta un entorno de trabajo más colaborativo y satisfactorio para los miembros del equipo.

3. Desafíos y Oportunidades Identificados

A partir de las entrevistas semi-estructuradas, se identificaron varios desafíos asociados con la integración de TI en las PMO. Entre los más destacados, el **45% de los entrevistados** mencionó la **resistencia al cambio** como un obstáculo significativo, mientras que un **32%** señaló preocupaciones relacionadas con la **ciberseguridad**. Sin embargo, también se mencionaron oportunidades clave, como la posibilidad de **acceso a datos en tiempo real** y la **automatización de tareas rutinarias**, que los participantes consideraron beneficiosas para la mejora continua de los procesos.

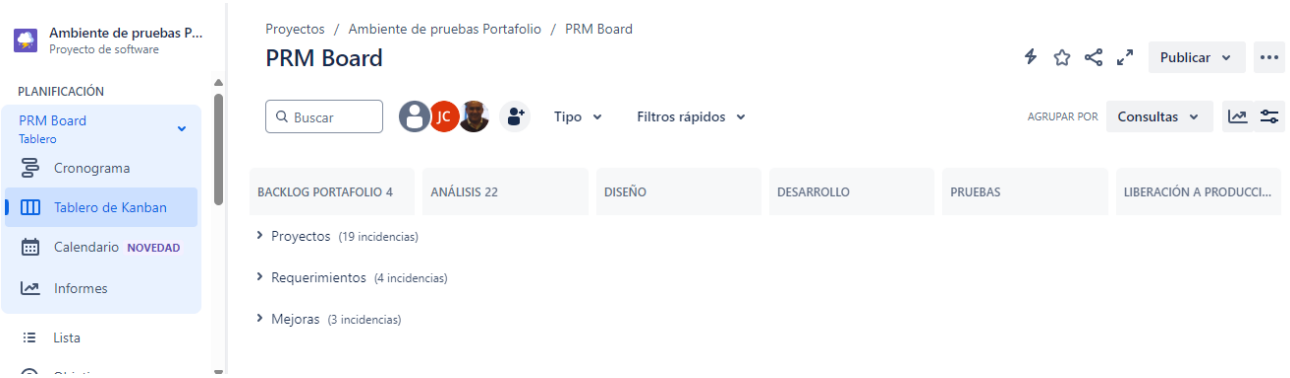
Interpretación de Resultados

Los resultados obtenidos reflejan una clara relación entre la integración de TI y la optimización de procesos en las PMO, corroborando la hipótesis de que las tecnologías digitales pueden ser catalizadores de cambios significativos en la gestión de proyectos. La alta tasa de satisfacción del equipo sugiere que, al facilitar la comunicación y la colaboración, las TI no solo mejoran los resultados operativos, sino que también contribuyen al bienestar y la motivación de los profesionales involucrados en la gestión de proyectos.

La identificación de desafíos, como la resistencia al cambio, destaca la necesidad de un enfoque estratégico en la implementación de TI, que incluya capacitación adecuada y estrategias de gestión del cambio para abordar las inquietudes de los empleados. Asimismo, la preocupación por la ciberseguridad debe ser considerada en la planificación y ejecución de proyectos tecnológicos, asegurando la protección de datos y la confianza del equipo.

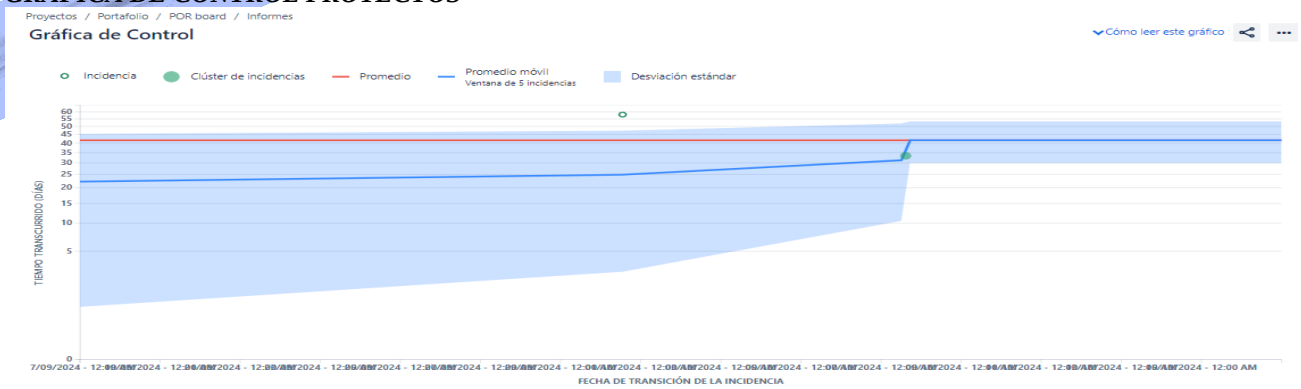
Figura 5

SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS



Nota: Sistema de gestión de proyectos, ambiente de pruebas.

Figura 5
GRAFICA DE CONTROL PROYECTOS



Nota: Grafica de control de septiembre-octubre.

CONCLUSIÓN

La investigación realizada sobre la optimización de procesos en las Oficinas de Proyectos (PMO) a través de la integración de Tecnologías de la Información (TI) ha puesto de manifiesto la relevancia de estas herramientas en la mejora de la eficiencia operativa y la satisfacción del equipo. Los hallazgos evidencian que la adopción de TI no solo potencia la productividad y reduce costos, sino que también fomenta un entorno de trabajo colaborativo y motivador. Esto subraya la necesidad de que las organizaciones reconozcan a las TI como un elemento central en sus estrategias de gestión de proyectos.

A lo largo del estudio, se identificaron desafíos significativos, como la resistencia al cambio y las preocupaciones por la ciberseguridad, que deben ser abordados con un enfoque proactivo y estratégico. La capacitación continua y la gestión efectiva del cambio son fundamentales para maximizar los beneficios de la integración de TI, asegurando que los equipos estén preparados para adaptarse a las transformaciones digitales.

Este trabajo no solo contribuye a la literatura existente sobre gestión de proyectos, sino que también ofrece recomendaciones prácticas que pueden ser implementadas por las PMO para optimizar sus procesos. Las organizaciones deben considerar las TI como aliados en su evolución hacia modelos de gestión más ágiles y adaptables.

Además, se sugiere que investigaciones futuras exploren en mayor profundidad las metodologías ágiles y su interacción con las TI en diversos sectores, así como el desarrollo de marcos de referencia que ayuden a las PMO a navegar por los retos de la transformación digital. En un mundo empresarial en constante cambio, el papel de las TI en la gestión de proyectos se volverá cada vez más crucial, y es imperativo que las organizaciones adopten un enfoque integral para aprovechar al máximo sus capacidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal, 9*(2), 27-40.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. MIT Press.
- Dillman, D. A., Smyth, J. D., & Christian, L. M. (2014). *Internet, phone, mail, and mixed-mode surveys: The tailored design method*. John Wiley & Sons.
- Fowler, F. J. (2013). *Survey research methods* (5th ed.). SAGE Publications.
- Hiatt, J. (2006). *ADKAR: A model for change in business, government, and our community*. Prosci.
- Kerzner, H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (12th ed.). Wiley.
- Kotter, J. P. (2012). *Leading change*. Harvard Business Review Press.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2018). *Management information systems: Managing the digital firm* (15th ed.). Pearson.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Project Management Institute (PMI). (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (6th ed.). Project Management Institute.
- Rubin, H. J., & Rubin, I. S. (2011). *Qualitative interviewing: The art of hearing data* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2016). *Research methods for business students* (7th ed.). Pearson.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). *The Scrum guide: The definitive guide to Scrum: The rules of the game*. Scrum.org.
- Westland, J. (2019). *Project management lifecycle: A complete step-by-step methodology for initiating, planning, executing & closing a project successfully*. Kogan Page.
- Yin, R. K. (2017). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.

Zanahoria negra. Una fuente de producción de aditivos alimentarios

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.809

Evelyn Hernández-Acosta[1], Claudia Muro-Urista[1]*, Adriana Hernández-Miraflores[1], Elizabeth López-Solorzano[1], Andrea Yazmin Guadarrama-Lezama[2]

[1]*Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Toluca, División de Estudios de Posgrado e Investigación, e-mail: cmurou@toluca.tecnm.mx*

[2]*Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de Méxic, e-mail: ayguadarramal@uaemex.mx*

Línea de investigación: Alimentos

Resumen

Actualmente, existen diversos estudios que demuestran que el uso y consumo de aditivos sintéticos alimentarios tienen diferentes afectaciones en el medio ambiente, tales como, efluentes contaminados difíciles de tratar y efectos tóxicos en humanos y organismos. Por ello, diferentes investigaciones han puesto especial énfasis en la obtención de extractos naturalesque sustituyan al uso de los sintéticos en su uso como aditivos en el procesamiento de alimentos, incluyendo las áreas de lacosmética y farmacia.

La zanahoria negra tiene un futuro prometedor como materia prima para producir industrialmente colorantes, antioxidantesy nutrientes con suficientes propiedades para sustituir los aditivos sintéticos. Su atractivo color rojo violeta intenso y su altonivel de antocianinas, vitaminas y polifenoles son su principal magnetismo.

Esta revisión presenta el estado de la investigación de la zanahoria negra como materia prima de producción de aditivos alimentarios naturales, específicamente, colorantes, antioxidantes y en alimentos procesados clasificados como nutritivos.Además, también se presentan estudios de la zanahoria negra asociados a beneficios para la salud.

Palabras clave: *Aditivos Alimentarios, Antioxidantes naturales, Beneficios a la salud, Colorantes naturales, Zanahoria negra*

Abstract

Currently, there are several studies that show that the use and consumption of synthetic food additives have different effects on the environment, such as contaminated effluents which are difficult to treat and toxic effects on humans and organisms occur.Therefore, different research has placed special emphasis on obtaining natural extracts to replace the use of synthetic colorantsin food processing, including the cosmetic and pharmacy industries. Black carrots have a promising future as a raw material forobtaining dyes, antioxidants, and nutrients with sufficient properties to replace synthetic additives. Its attractive purplish-redcolor and its high level of anthocyanins, vitamins and polyphenols are its main magnetism.This review presents the state of research on black carrot as a raw material to produce natural food additives, specifically, colorants, antioxidants, and in processed foods classified as nutritious. In addition, studies of black carrot associated with health benefits are also presented.

Keywords: *Food additives, Natural antioxidants, Health benefit, Natural colorants, Black carrot*

INTRODUCTION

Los aditivos alimentarios como pigmentos y antioxidantes son comúnmente de origen sintético, y se utilizan para beneficiar la comercialización de alimentos para lograr una buena apariencia y atractivo para los consumidores, así como para protegerlos del tiempo de almacenamiento. Sin embargo, tienen gran impacto en el medio ambiente debido a que susíntesis y aplicación genera residuos y aguas contaminadas con contaminantes tóxicos y recalcitrantes. Además, el daño latente de estos componentes de los alimentos se encuentra en su consumo, ya que pueden causar alteraciones a la salud en animales, organismos y humanos, incluyendo cáncer de colon y recto, así como problemas en niños por alergias y problemas neuroconductuales negativos como hiperactividad y ansiedad, incrementando los inconvenientes de este tipo de sustancias. Una revisión sobre los peligros del consumo de aditivos alimentarios sintéticos se puede encontrar en el reporte de Carocho et al., (2014). En la búsqueda de nuevos aditivos alimentarios con menor impacto a la salud humana yal medio ambiente, se han estudiado los de origen natural provenientes de vegetales; entre ellos la zanahoria negra. Actualmente, esta verdura ha atraído la atención del sector industrial y de los investigadores, debido a que posee un colorrojo violeta intenso y sus altos niveles de compuestos fenólicos (Akhtar et al., 2017), lo que le proporciona un color púrpura oscuro y un alto poder antioxidante. La opción de producción de pigmentos a partir de zanahorias negras incluye diferentes coloraciones como naranja, amarillo, rojo y morado. Además, su tamaño, contenido de jugo y color (en toda laverdura) permiten altos rendimientos en la fabricación de numerosos productos. En el área de alimentos, las zanahorias negras también se clasifican a menudo como "superalimentos" porque son ricas en vitaminas, minerales, antioxidantes y azúcares. Actualmente, varios productos a base de zanahorias negras están disponibles en el mercado, incluidos alimentos,extracto de antocianinas, antioxidantes y aditivos alimentarios (Khoo et al., 2017). Debido a sus altos niveles de polifenoles, las zanahorias negras también son una fuente extraordinaria de antioxidantes, lo que lleva a su uso como antioxidantes en el área de alimentos y cosméticos. Sin embargo, los antioxidantes de las zanahorias negras también se sugieren como preventivos y tratantes de varias enfermedades, porque los antioxidantes actúan como defensores contra los radicales libres dañinos, reduciendo el riesgo de enfermedades cardíacas, aterosclerosis e hipertensión arterial. Además, las zanahorias se utilizan para aumentar el recuento de plaquetas, reducir el tamaño de los tumores y como agentes antimicrobianos y antialérgicos, incluido su uso en el tratamiento del cáncer (Keilwagen et al., 2017; Jayaprakasha et al. 2019; Sucheta et al., 2019).

DESARROLLO

Esta revisión recopila información sobre este tema y destaca el papel de las zanahorias negras en la nutrición, los antioxidantes y su uso contra diversas enfermedades, así como en los pigmentos naturales para aplicaciones alimentarias.Por lo tanto, los extractos de zanahorias negras se pueden estudiar para reemplazar los aditivos alimentarios sintéticos enla industria.

OBJETIVO GENERAL

Analizar los extractos de zanahoria negra para reemplazar los aditivos alimentarios sintéticos en la industria.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recopilar información sobre este tema para mostrar las diferentes aplicaciones de la zanahoria negra dentro del sectorindustrial.

Destacar el papel de la zanahoria negra en la nutrición con la finalidad de considerarla como una fuente de producción deaditivos alimentarios naturales.

Destacar el papel de los antioxidantes y su uso contra diversas enfermedades, así como en los pigmentos naturales paraaplicaciones alimentarias.

OBJETO DE ESTUDIO

La zanahoria negra, que es actualmente una de las materias primas más importantes para la fabricación de diferentes productos y para numerosas áreas de investigación.

METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda de artículos que citaban las palabras clave de esta revisión: ‘zanahoria negra’, ‘pigmentos’, ‘antocianina’, ‘encapsulación’, ‘antioxidantes’ en las bases de datos Science Direct, SciELO (Scientific Electronic Library Online) y Google Académico. Se analizó cada uno de los artículos encontrados en dichas bases de datos y se elaboró una síntesis de la información para presentar el estado del arte.

FASES DEL DESARROLLO

Con la información obtenida de los artículos revisados se realizó una base de datos enfatizando seis puntos en los cuales se analizan las diferentes aplicaciones de la zanahoria negra dentro del sector industrial como posible reemplazo a los aditivos sintéticos debido al alto contenido de antocianinas derivando en un pigmento natural que proporciona gran valor nutricional y actividad antioxidante incluyendo su uso contra diversas enfermedades y su uso en la industria alimentaria.

1. Características de los aditivos alimentarios sintéticos y sus repercusiones a la salud y al medio ambiente.
2. Cultivo de la zanahoria negra destacando su origen, las condiciones de cultivo, su estructura anatómica y microscópica.
3. Estructura química de las antocianinas de la zanahoria, identificando las moléculas principales y su relación con la pigmentación púrpura intenso
4. Pigmentos de antocianinas de la zanahoria negra, destacando los métodos de extracción, estabilización y los resultados obtenidos de éstos.
5. Propiedades antioxidantes de la zanahoria negra y sus beneficios para la salud
6. Valor nutricional de la zanahoria negra y los diferentes productos alimenticios comerciales

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ADITIVOS ALIMENTARIOS SINTÉTICOS

En la actualidad, los aditivos alimentarios sintéticos están presentes en varios productos alimenticios procesados,aportando cualidades organolépticas y prolongando su vida útil. Entre los aditivos alimentarios se encuentran conservantes, aditivos nutricionales y colorantes. Sin embargo, debido a sus complejas estructuras químicas, los aditivos alimentarios sintéticos se clasifican como tóxicos para los microorganismos y recalcitrantes en el tratamiento de aguas residuales, pero también, los alimentos sintéticos están vinculados a problemas de salud en los seres humanos.

Por tanto, la presencia de colorantes en el agua ha sido una alarma emergente para los científicos ambientales (Hussain etal., 2020). Los colorantes alimentarios sintéticos también tienen un alto impacto en la salud humana, ninguno de los colorantes alimentarios aprobados por la FDA está clasificado como cancerígeno, existen varias investigaciones que aumentan su incidencia en problemas de cáncer, indicando su afinidad por el ADN y las proteínas dentro de las células (Olejnik et al., 2016). Otros reportes indican que los colorantes alimentarios causan problemas de ansiedad e hiperactividad en niños. Actualmente, los problemas de salud han sido reportados en la Agencia para la evaluación de riesgos ambientales de salud pública del Estado de California (EE. UU.), y para ser considerados en la Comisión Europea y por las administraciones de salud de los Estados miembros de la UE, con solicitud de actualizar la evaluación de riesgos de los aditivos alimentarios y adopción de medidas de precaución para el consumo en alimentos destinados a niños y adolescentes, dada su mayor vulnerabilidad y exposición (Carocho et al., 2015).

Los colorantes sintéticos que causan daños incluyen el Azul 1 y 2 (E132), Rojo 40 (E 129, Rojo Allura o Rojo Allura), Amarillo 5 (E102) y Amarillo Anaranjado (Amarillo Atardecer Sexto Amarillo, Amarillo Atardecer, E110), que se aplicanen diferentes bebidas, dulces, galletas y otros alimentos procesados. Las sustancias químicas como la bencidina, el 4- aminobifenilo y el 4-aminoazobenceno son carcinógenos potenciales que se han encontrado en colorantes alimentarios. Por lo tanto, debido a su mayor uso y consumo, los antioxidantes sintéticos se encuentran en aguas residuales, causando daños en los ecosistemas, debido a que son derivados de la hidroquinona, que contiene un tipo de fenol. Además, su consumo frecuente también está relacionado con numerosos posibles problemas de salud, como la incidencia de tumores en ratas, alteraciones de la visión, efectos neurotóxicos, convulsiones y parálisis, así como trastorno por déficit de atencióne hiperactividad (TDAH) (Silva, Reboredo & Lidon, 2022). Actualmente, los extractos naturales se proponen como colorantes, antioxidantes y aditivos nutricionales para reemplazar los compuestos sintéticos. Por ejemplo, los extractos dezanahoria negra se pueden utilizar con diversos fines en el área de la alimentación.

CULTIVO DE ZANAHORIA NEGRA

En el mundo, la zanahoria negra es hoy una de las materias primas más importantes para la fabricación de diferentes productos y para numerosas áreas de investigación. Como alimento, la zanahoria es un producto agrícola esencial en todoel mundo por su alto valor nutritivo y sus múltiples beneficios para la salud. Por ello, varios países han promovido variosproyectos de investigación sobre el cultivo de la zanahoria negra y su uso en diversas aplicaciones.

La zanahoria negra es originaria de Afganistán y surgió hace aproximadamente 5000 años. Inicialmente era de color negro; sin embargo, cuando la zanahoria negra se trasladó hacia el oeste, aparecieron naturalmente mutantes amarillos. Estavariante permitió que los agricultores holandeses desarrollaran mutaciones de zanahorias anaranjadas, que produjeron zanahorias más dulces de diferentes colores. En consecuencia, actualmente se encuentran en el mercado muchasvariedades de colores y tamaños de esta raíz (blanca, amarilla, naranja, roja y negra). Actualmente, la zanahoria negra esexclusiva de Europa, Asia y Canadá. Europa y Asia son los productores más importantes. Turquía es el principal productor y consumidor de zanahoria negra del mundo, seguido de India y China (Boadi et al., 2021 & Tian et al., 2024).Específicamente en México, existen cultivos aislados de esta verdura, por lo que es poco conocida y consumida. Por lotanto, la incorporación de la zanahoria negra a los hábitos alimentarios cotidianos de los estadounidenses es un desafío. El cultivo de la zanahoria negra es como el de la zanahoria naranja y otras variedades; por lo tanto, se puede cultivar envarios países, incluso en algunas localidades de México. La zanahoria negra es un cultivo de estación fría; las temperaturas del suelo deben ser <10 °C y la germinación de las semillas

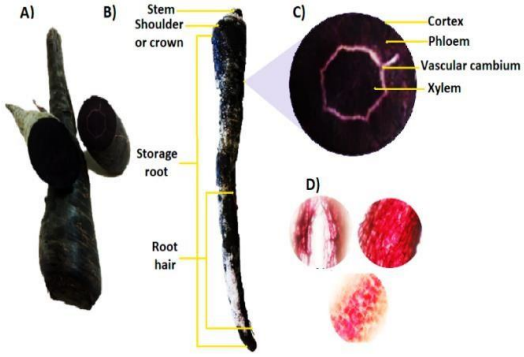
generalmente ocurre a 12-24 °C. La floración ocurre despuésde 30 días. El período de cosecha es de entre 50 y 100 días y depende de la variedad específica cultivada. El género dezanahorias negras es Daucus carota y su subespecie es sativus (Iorizzo et al., 2020). Las variedades de zanahoria negrapueden ser Hoffm, Atrorubens o Dativus Alef (Ibdah et al. 2019). La Figura 1 muestra la variedad Deep Purple dezanahorias negras cosechadas en diferentes momentos (30, 40, 60, 80, 90 días).

Las características anatómicas de las diferentes variedades y colores de zanahoria son comparables; sin embargo, las zanahorias negras vienen en diferentes formas y tamaños; por lo general, son más largas y delgadas que las zanahorias naranjas; sin embargo, también se han producido tamaños pequeños para fines de investigación (Yusuf et al., 2021). Poseen4 elementos externos: el tallo, el hombro o corona, la raíz y los vellos radiculares. La estructura transversal de la raíz estáformada por la corteza, el floema (la parte más externa, rica en azúcares y sólidos); la parte central, rica en antioxidantes como carotenos, flavonoides, luteína y antocianinas; y el tejido vascular. La Figura 2 muestra la forma, el color, la anatomía y la vista microscópica de la cáscara de zanahoria negra de la variedadDeep Purple. El color de la zanahoria negra es el resultado de potentes biomoléculas y propiedades funcionales, que contienen numerosos polifenoles, como antocianinas, poliacetilenos, ácidos fenólicos y terpenoides (Algarra et al., 2014).

Figura 1. *Zanahorias Negras (de la Variedad Morado Obscuro), Después de Diferentes Tiempos de Cosecha (30,40,60, 80, 90 Días*



Figura 2. *Raíz de Zanahoria Negra (Variedad Morado Obscuro) Forma y Color, b) Anatomía Longitudinal, c) SecciónTransversal, d) Vistas Microscópicas de la Cáscara (Microscopio Optrónico Kruss Alemania a 10X y 40X).*



En la actualidad, importantes avances en ingeniería genética muestran que la pigmentación de antocianinas está asociadaal gen DcSCPL1, que es un regulador primario de la acilación de antocianinas en raíces de almacenamiento de zanahoria.A su vez, DcSCPL1 se coexpresa con DcMYB7, un gen conocido por activar la biosíntesis de antocianinas (Curaba et al.,2020).La vía de síntesis de antocianinas ocurre en el siguiente orden (Liu et al., 2021) 1) Chalcona sintasa (CHS) (naringenina chalcona); 2) La CHS es isomerizada por la chalcona isomerasa (CHI) a naringenina; 3) La naringenina es un precursor de la síntesis de dihidrokaempferol con derivados de dihidroflavonoles (F3H), como dihidroquercetina o dihidromiricetina; 4) Las F3H se convierten en leucoantocianidinas incoloras para producir antocianidinas (cianidina, pelargonidina y delfinidina). Estas son las enzimas principalmente responsables de la diversificación de las antocianinas y su color; 5) Las antocianinas se forman mediante la unión de moléculas de azúcar o/y la acilación de grupos acilo aromáticos por aciltransferasas.

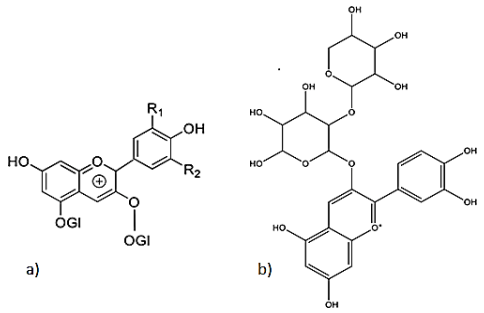
Los perfiles de antocianinas varían según los diferentes antecedentes genéticos de las zanahorias, el entorno intravacuolary los cultivares, como Antonina, Beta Sweet, Deep Purple y Purple Haze (Montilla et al., 2011). Sin embargo, también hay varios estudios que analizan la influencia de factores externos en la síntesis de antocianinas durante el cultivo y almacenamiento de zanahorias negras (Iorizzo et al., 2020). Barba-Espin et al. (2018) observaron un aumento en el contenido de antocianinas y fenólicos mediante la adición de inductores (etefón) durante el cultivo de zanahorias negras de la variedad Deep Purple. Además, se observó un aumento en la expresión de genes biosintéticos de antocianinas en estas condiciones. Müller et al. (2019) mostraron un aumento en la biomasa radicular de zanahorias negras por efecto de la irradiancia UV-B en el crecimiento de la planta. El nivel de las citoquininas cis-zeatina (cZ) y trans-zeatinriboside (tZR) también aumentó en las

raíces, demostrando la acumulación de antocianinas y compuestos fenólicos. Singh et al. (2018) estudiaron el efecto del suplemento de boro y calcio sobre los ácidos fenólicos totales en zanahorias negras durante el crecimiento de la planta, concluyendo que la falta de boro proporciona un aumento en la acumulación de estas moléculas.Los entornos de almacenamiento de zanahorias negras también han indicado su influencia en el aumento de antocianinas.Pace et al. (2020) estudiaron el comportamiento poscosecha de zanahorias moradas de polignano recién cortadas en bolsasabiertas (AIR) o en atmósfera modificada pasiva (PMA). Las antocianinas aumentaron durante el almacenamiento en aproximadamente un 249% en las muestras almacenadas en PMA, y en aproximadamente un 306% en las almacenadas en AIR a 4°C durante los primeros 4 días de almacenamiento, respecto a las zanahorias frescas.

LA QUÍMICA DE LAS ANTOCIANINAS DE LAS ZANAHORIAS NEGRAS

Las antocianinas son el componente principal de un conjunto de antioxidantes que se encuentran en las zanahorias negras.Las antocianinas son flavonoides con una estructura de glucósido (antocianidina), que incluye azúcares y conjugados deacilo. Las antocianidinas son derivados polihidroxilados o polimetoxilados del catión flavilio (ion 2-fenilbenzopirilio). La figura 3 muestra la estructura química de las antocianinas. La figura 3(a) muestra el catión flavilio, que exhibe unaestructura de cadena principal C-15 dispuesta en dos anillos bencílicos C-6 y un anillo heterocíclico C-3 (OGI indicaglucósidos de antocianina). La figura 3(b) muestra una cianidina 3-xilosilglucosilgalactosida, que exhibe la estructura deglucósido (OGl) de las antocianidinas.

Figura 3. *Estructura Química de las Antocianinas. a) Catión Flavilio, b) Cianidina 3-Xilosilglucosilgalactósido*



El mayor contenido de antocianinas en las zanahorias negras comprende cianidinas no aciladas, como la cianidina 3-xilosilglucosilgalactósido y la cianidina 3-xilosilgalactósido, mientras que las cianidinas aciladas se identifican por la presencia de ácido sináptico (cianidina 3-sinapoilxilosilglucosilgalactósido), ácido ferúlico (cianidina 3-feruloilxilosil- glucosilgalactósido) y ácido p-cumárico (cianidina 3-p-coumaroilxilosil-lglucosilgalactósido) (Montilla et al., 2011 & Algarra et al., 2014). La variación de las antocianinas depende de la antocianidina primaria (Pelargonidina, cianidina o delfinidina) y de la cantidad de grupos hidroxilo en la molécula, así como de la posición del azúcar conjugado unido a la aglicona. A pH 1-3, el catión flavilio (forma oxonio, antocianinas de 2-fenil cromo-nilio) es la antocianina predominante, mostrando un color rojo-púrpura estable (Zaffino et al., 2015). Posteriormente, a pH 4-5, el color de las antocianinas se reduce, produciendo una pseudobase carbinólica, seguida de la formación de una base quinoidal a pH 6-8, mostrando colores azulados inestables. La presencia de chalconas amarillentas es predominante a pH 8-9, mostrando degradación delcolor. Algarra et al. (2014) analizaron dos variedades de zanahoria negra (Antonina y Purple Haze), detectando cianidina3-O-feruloil-(xilosil-glucosil-galactosido) (pico 4, m/z 919) como la antocianina predominante (80% y 40% respectivamente de la antocianina total). Otras estructuras químicas de las antocianinas se pueden ver en Akhtar et al. (2017); Roy y Rhim (2020).

PIGMENTOS DE ANTOCIANINAS DE ZANAHORIA NEGRA

Actualmente, las zanahorias negras también se consideran una materia prima importante para producir pigmentos alimentarios naturales, porque tienen varias ventajas en comparación con otras fuentes naturales (Raj et al., 2024; Berentzen et al., 2024). La estabilidad del color y la reproducción de las antocianinas de la zanahoria negra son altas, porque el gran tamaño de las zanahorias negras favorece la extracción de una cantidad considerable de antocianinas. Además, la presencia de antocianinas aciladas con ácido cinámico mejora la permanencia del color de las cianidinas, favoreciendo su estabilidad (Ren y Giusti, 2021). La alta coloración rojo púrpura proporciona una alta concentración y gama de colores (rojo, naranja y morado). Por lo tanto, pueden reemplazar varios tintes sintéticos. La Tabla 1 resume la investigación sobre la extracción de pigmentos de antocianina de zanahorias negras y los métodos de estabilización. Los datos indican que los pigmentos se obtienen mediante maceración o extracción con disolventes polares como agua, metanol o etanol. También se sugieren técnicas de extracción mediante ultrasonidos y microondas para mejorar la eliminación de antocianina (Sucheta et al., 2019).

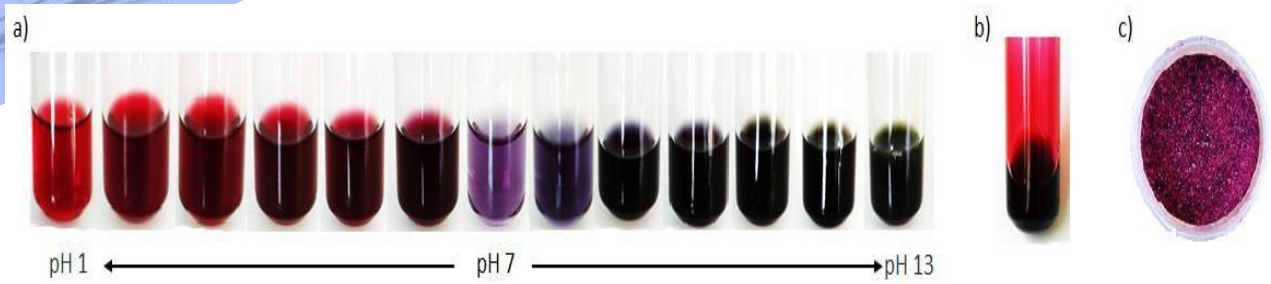
Tabla 1. *Extracción de Pigmentos Antocianínicos de Zanahoria Negra y Estudios de Estabilidad*

Autor	Método de extracción de la antocianina	Método de estabilización de la antocianina	Resultados de los pigmentos antocianinas
Patel et al. (2020)	Prensa hidráulica y ácido cítrico (1%p/v)	Encapsulación de proteína de soja y almidón de yaca mediante el método de secado por aspersión	63 días de conservación de los pigmentos antociánicos en condiciones de oscuridad y 35 días en ambientes iluminados
Guldiken et al. (2016)	Buffer de Acetato- pH3.5	Encapsulación en liposomas utilizando lecitina (1 – 4%).	Aumento de hasta un 50% del color de la antocianina y estabilidad durante 30 días en oscuridad.
Assous et al. (2014)	Maceración con etanol acidificado, ácido cítrico) y evaporación vacío. (40ºC)	Encapsulación con dextrina, celulosa, almidón soluble y glucosa; secado. (40ºC/24 h)	Reducción de la oxidación del peróxido en el aceite de girasol

Fuente: Autores

También se ha reportado la posterior concentración y/o purificación de la encapsulación de antocianinas, para obtener productos finales como extractos o polvos (Espinosa-Acosta et al., 2018). Los métodos más explorados para la conservación de antocianinas son la copigmentación y la encapsulación. Los ácidos orgánicos, aminoácidos, azúcares, proteínas y polímeros alimentarios se utilizan como agentes de copigmentación, mientras que otros polímeros, como la pectina, la maltodextrina y la goma arábiga, se han reportado como materiales encapsulantes. Los métodos de encapsulación como el secado por aspersión y las emulsiones se han aplicado para este propósito (Zhang et al., 2020). Sin embargo, los pigmentos de zanahoria negra presentan restricciones para su aplicación. Sufren degradación durante las condiciones de procesamiento, ocurriendo a pH>6) y temperaturas > 40°C, mientras que el tiempo de almacenamiento es < 2 meses (Oancea, 2021). Por lo tanto, la investigación para superar las limitaciones del uso de antocianinas constituye un tema importante en esta área (Zhang et al., 2020; Ren y Giusti, 2021). Algunas innovaciones muestran que la encapsulación de antocianinas incrementa la estabilidad térmica de los pigmentos (>50 °C) y prolonga su vida durante las condiciones de almacenamiento (63 días en condiciones de oscuridad a 37 °C) (Assous et al., 2014; Espinosa-Acosta et al., 2018; Patel et al., 2020). Actualmente, los pigmentos de antocianinas de zanahoria negra son producidos y comercializados por la industria alimentaria como extractos y polvos de antocianinas de color rojo intenso; se conocen en el mercado como pigmentos alimentarios naturales o antocianinas aditivas. El uso de antocianinas como pigmentos alimentarios está permitido por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA). En este caso, las antocianinas se identifican como aditivo colorante exento de la certificación 21CFR 73.260-Jugo vegetal (FDA, 2022), mientras que, en la Unión Europea y en toda Asia (EFSA, 2013), el extracto de zanahoria negra se identifica como antocianinas E-163 (aditivo colorante natural en alimentos). La Figura 4 muestra imágenes de extractos de pigmentos y polvo de zanahoria negra a diferentes pH, e imágenes de pigmentos comercializados de zanahoria negra (extracto rojo y polvos). Se observa aquí la intensa coloración de las antocianinas y su gama de coloración. Las aplicaciones de los pigmentos de antocianina de las zanahorias negras se encuentran en varios productos alimenticios. Se utilizan para dar color a bebidas, postres, helados, frutas, mermeladas, conservas, sorbetes, paletas, frambuesas, yogur, gelatina, caramelos, rellenos de panadería, coberturas, panqueques y tortillas (Shin et al., 2015; Pineda-Vadillo et al., 2017), incluso como conservador e indicador de alimentos (Goodarzi et al., 2020). El pigmento en polvo se obtiene moliendo y tamizando zanahoria negra seca o mediante la microencapsulación de antocianinas, utilizando el método de secado por aspersión. Sin embargo, no se dispone de más información sobre las condiciones de extracción y almacenamiento de los pigmentos de antocianina.

Figura 4. *Extractos y Polvo de Zanahoria Negra a) Extractos de Zanahoria Negra a Diferentes pH, b) Extracto Rojo y c) Pigmento en Polvo*



LAS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE LA ZANAHORIA NEGRA Y SUS BENEFICIOS PARA LASALUD

Además del color, la zanahoria negra también se describe como una verdura con una alta acción antioxidante, que contieneun poderoso conjunto de antioxidantes, como antocianinas, flavonoides, carotenoides, ácidos orgánicos, taninos, azúcaresy minerales; por lo tanto, la zanahoria negra se asocia con beneficios inherentes para la salud. El catión flavilio de las antocianinas es el principal precursor de la actividad antioxidante. Sin embargo, la presencia de hidrógenos en las antocianinas y las moléculas aciladas también contribuyen al potencial antioxidante. El mecanismo antioxidante de las antocianinas se produce de dos maneras, 1) por la donación de electrones (los grupos metoxilo (-OCH3) entregan electrones intramoleculares), y 2) por donación de átomos de hidrógeno (los hidrógenos de los donantes son proporcionados por los grupos hidroxilo (-OH) de las antocianinas). A través de ambos mecanismos, las antocianinas estabilizan los radicales libres al inhibir el proceso de peroxidación (producido por enzimas como la xantina oxidasa), la reducción de iones metálicos quelantes y la adhesión de radicales libres (García y Blesso, 2021). Según Algarra et al. (2014), el contenido de antioxidantes en las zanahorias negras depende de las variedades y de la cantidad de antocianinas.Los autores demostraron que las variedades Antonina y Purple Haze contienen entre 90 y 130 mg/100 g de peso vivo de antocianinas y entre 17 y 240 mmol de TE/100 g de peso vivo de DPPH, lo que se indicó como un alto contenido de antocianinas y una considerable actividad antioxidante. La extracción y estabilización de las antocianinas también afectan la actividad antioxidante en las zanahorias negras; por lo tanto, los datos sobre su capacidad antioxidante son diversos. Sinembargo, los beneficios para la salud de las zanahorias negras son innegables. La Tabla 2 presenta los estudios actuales sobre los beneficios para la salud de los extractos de antocianinas de las zanahorias negras.

Tabla 2. *Estudios Actuales sobre los Beneficios para la Salud de las Antocianinas de la Zanahoria Negra.*

Autores	Tipo de Estudio	Beneficios para la salud
Yusuf et al.(2021)	*In vitro*	Alta actividad contra la enzima relacionada con la diabetes (α-glucosidasa) e inhibidores de la colinesterasa
Hamedi and Koosha (2020)	*In vitro*	Alta actividad antiproliferativa contra células cancerosas (MCF-7 /HT29) y control de la glucemia en la diabetes
Zary-Sikorska et al. (2019)	Estudio en animales: ratas Wistar	Efectos sobre la actividad microbiana intestinal, el perfil lipídico sérico yel estado antioxidante
Claudio et al. (2019)	Estudio en animales: ratas Wistar	Efecto protector sobre la mucosa oral contra el carcinógeno 4NQO (4-nitroquinolina 1-óxido) y las células renales contra la intoxicación inducida por cadmio
Ghattamaneni et al. (2019)	Estudio en animales: ratas Wistar	Reducción de la inflamación del íleon y el colon; descartó los síntomas de la enfermedad inflamatoria intestinal y mejoró la consistencia de lasheces y redujo el sangrado
Jayaprakasha et al. (2019)	*In vitro*	Actividad antioxidante y actividad de inhibición de la proliferación en el cáncer de mama humano MFC-7 cultivado dependiente de estrógenos

Fuente: Autores

Los registros de investigación muestran que las zanahorias negras y sus extractos de antocianinas son eficaces para prevenir una variedad de enfermedades como el cáncer, la diabetes, los tumores, las intoxicaciones por metales y las complicaciones cardiovasculares (Ayoub et al, 2017; Karkute et al. 2018; Algarra et al., 2024). Varios informes hacen referencia a estudios in vitro; por lo tanto, se necesitan más experimentos in vivo para explicar la eficacia y los beneficiospara la salud de las zanahorias negras. También se requieren experimentos sobre la bioaccesibilidad y biodisponibilidad de las antocianinas de las zanahorias negras para demostrar su efecto en los organismos. Las antocianinas pueden presentarbaja absorción en el sistema circulatorio sanguíneo y alta excreción, lo que reduce la eficacia de la acción antioxidante; en consecuencia, estos estudios son esenciales para explicar la eficacia de las antocianinas. Algunos informes y contribuciones sobre este tema se encuentran en Khoo et al. (2017). Otros estudios sobre polifenoles, los beneficios dietéticos de las zanahorias negras y sus beneficios para la salud se describen en Akhtar et al. (2017); Ahmad et al. (2019); Pandey y Grover (2020); García y Blesso (2021).

Las propiedades antioxidantes de las zanahorias negras han sido poco estudiadas para la conservación de alimentos. Principalmente, se investigaron las antocianinas para reducir la oxidación lipídica del aceite de girasol (Assous et al., 2014) al reducir los procesos de peroxidación. Por lo tanto, existen otros desafíos. Por ejemplo, la integración de antocianinas en productos alimenticios a menudo requiere altas temperaturas y condiciones estables para el procesamientoy almacenamiento (Yusuf et al., 2021). Por lo tanto, las antocianinas y el efecto antioxidante pueden reducirse, presentandouna conservación nula (Kamiloglu et al., 2016). En el área farmacéutica y médica, la acción antioxidante de la zanahoria negra también tiene gran relevancia, debido a que la presencia de antocianinas se relaciona con beneficios para la salud yagentes protectores contra diferentes enfermedades (Müller et al., 2019; Tsutsumi et al., 2019; Ghattamaneni et al., 2019).

EL VALOR NUTRICIONAL DE LA ZANAHORIA NEGRA Y LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOSCOMERCIALES

La zanahoria negra se considera un "superalimento" porque tiene altas concentraciones de vitaminas, minerales, flavonoides, carotenoides y antocianinas. Esto es indicativo de un valor nutricional extremadamente alto y una capacidadantioxidante superior.

La Tabla 3 presenta la composición de la zanahoria negra. Los principales porcentajes de vitaminas/100 g de zanahoria negra fresca son 120% de vitamina A (como equivalentes de actividad de retinol) y 4,5% de vitamina E, mientras que el contenido de Ca, Mg y K se reporta como 25% (Assous et al., 2014; Tsutsumi et al., 2019).

Tabla 3. *Valores Nutricionales de las Zanahorias Negras (mg/100 g).*

Carotenoides			Antocianinas			Otros polifenoles	
1.93			44.25			248.07	
Micronutrientes							
Fe	P	Ca	Mg	K	Na	Zn	Otros
0.3	35	33	17	256	82	0.15	2.5
Vitaminas							
Niacina	B6	C		Riboflavina		Tiamina	Otros
1.21	0.07	1.68		0.09		0.10	0.058

El jugo de zanahoria contiene hasta 12 veces más antioxidantes que la ingesta diaria recomendada de antioxidantes para adultos (Lixandru 2020). Por lo tanto, las zanahorias negras son muy beneficiosas en la dieta humana porque aportan diferentes nutrientes y antioxidantes (Thakur et al., 2024).

Las vitaminas de las zanahorias negras incluyen tiamina, riboflavina, niacina, B6 y C, que contribuyen a sus propiedades nutricionales. Además, las zanahorias negras tienen un índice calórico bajo, aportando 42 Kcal/100g; Sus principales componentes son agua (88%), carbohidratos (8%), fibra (2,48%), proteínas (0,87%) y grasas (0,14%). Los carbohidratos incluyen sacarosa, glucosa y fructosa. Sus micronutrientes son principalmente Fe, P, Ca, Mg y K.

En la actualidad, las zanahorias negras se comercializan principalmente como verduras antioxidantes; sin embargo, también se utilizan en alimentos manufacturados como jugos, mermeladas, bebidas fermentadas, kanji y alimentos congelados (Sucheta et al., 2019). Sin embargo, estos productos se comercializan en EE. UU., China y Australia. En la Tabla 4 se describen algunos ejemplos de productos industriales reales que contienen antocianinas de zanahorias moradas.

Tabla 4. *Alimentos Industriales Derivados de la Zanahoria Negra.*

Descripción del producto/Reclamo	Company – Country(Reference)
Mezcla de vino tinto y zanahoria morada 750 ml	Dr. Red Nutraceuticals – Australia (Drred, 2021)
Alimento para bebés con pera ciruela orgánica, zanahoria morada y arándanos	Plum organics – USA (Plumorganics, 2021)
Jugo de zanahorias negras orgánicas	Biota – USA (Biottajuices, 2021)
Galletas de arroz orgánicas con arándanos y zanahoria negra.	Bocadillos de zanahoria morada y arándanos (Happy Family organics, 2022)
Crema de noche con zanahoria negra + C	Naturales Andaluces – USA (Andalou, 2022)
Cápsulas de colores con extracto de zanahoria negra para usarcomo encapsulantes	Lonza – USA (Capsugel, 2022)
Extractos y polvo de zanahoria negra	Hierba Focus LLC – China(Focusherb, 2022)
Polvo de zanahoria negra	Victar – China (Victarbio, 2022)
Extracto vegetal orgánico de zanahoria negra y polvo parapigmento natural	Polvos de extracto – China(Extract, 2022)
EXTRACTO DE ZANAHORIA NEGRA PICTA 40 (líquido) (Ingredientes Network, 2022)	Picta – Netherlands
Extracto rojo de zanahoria negra	Compania Tecnológica Biológica Hubei Zixin, Ltd. – China (Hubei, 2022)

CONCLUSIONES

La zanahoria negra posee un alto contenido de compuestos fenólicos y una alta concentración de antocianinas, mostrandouna extraordinaria pigmentación, propiedades antioxidantes y un alto contenido de nutrientes, por lo que posee características atractivas para el sector industrial, constituyendo una fuente de producción de aditivos alimentarios naturales, entre ellos colorantes, antioxidantes y nutrientes, lo que la convierte en una alternativa para sustituir los compuestos sintéticos que actualmente se utilizan en alimentos procesados, ocasionando alta contaminación y daños a la salud humana.

La zanahoria negra se cultiva en países europeos y asiáticos, sin embargo, es poco cultivada y comercializada en América, debido a que la zanahoria naranja es la principal hortaliza de consumo, por lo que tampoco ha sido considerada como material de producción, por lo que su cultivo en otros países es una oportunidad de estudio y expansión comercial. Algunosavances importantes en estudios agrícolas muestran que la zanahoria negra requiere de condiciones y ambientes de irradiación UV-B para incrementar su composición fenólica, tamaño, biomasa y antocianinas. Las condiciones de almacenamiento también pueden incrementar el contenido de antocianinas con respecto a la zanahoria fresca. Como materia prima, la zanahoria negra se utiliza en diferentes países europeos para la producción industrial de colorantes naturales, en sustitución de los colorantes sintéticos para alimentos. Los pigmentos de la zanahoria negra se comercializan como pigmentos de antocianinas en presentación de polvo y extractos. Sin embargo, dadas las condiciones de degradación de las antocianinas, el sabor y el contenido de azúcar, sus aplicaciones como pigmentos naturales también son restringidas. Por lo tanto, los datos sobre la protección y conservación de las antocianinas podrían aumentar su uso. Debido a las propiedades antioxidantes, los extractos de zanahoria negra también se han estudiado en el tema alimentario, cosmético ymedicinal. Principalmente, los antioxidantes de la zanahoria negra se han estudiado como efectivos contra diferentes enfermedades como el cáncer, los tumores, la diabetes y las complicaciones cardiovasculares. Sin embargo, estainformación se proporciona mediante experimentos in vitro y escasos estudios en ratas. Por lo tanto, son necesarias pruebas in vivo para determinar su efecto en el cuerpo humano. Los estudios de biodisponibilidad también son necesarios para complementar esta información, lo que abre diversas posibilidades para futuras investigaciones, y buscar antioxidantes naturales que sustituyan a los sintéticos. Asimismo, en el mercado se encuentran diferentes alimentos procesados elaborados a partir de zanahoria negra como superalimentos. Se comercializan como alimentos nutritivos y antioxidantes.Los jugos, las galletas y los snacks son los principales productos. Por lo tanto, aún quedan muchas aplicaciones por explorar.

REFERENCIAS

Ahmad, T.; Cawood, M.; Iqbal, Q.; Ariño, A.; Batool, A.; Tariq, RMS.; Azam, M.; Akhtar, S. (2019) Phytochemicals inDaucus carota and Their Health Benefits-Review Article. Foods 8:424. https://doi:10.3390/foods8090424

Algarra, M.; Carrillo, C.; Nesic M. D.; Trickovic, J. F.; Zakula, J.; Koriacanac, L.; Jimenez, J.; Rodriguez, E.; Bandosz,T.J.; Petkovic, M.; Soto J. (2024) Testing of black-carrots-derived fluorescence imaging and anti-metastatic potential. Journal of Molecular Structure, Vol. 1300, 137245. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.137245.

Algarra, M.; Fernandes, A,; Mateus, N.; Freitas, V.; Silva, J.; Casado, J. (2014) Anthocyanin profile and antioxidant capacity of purple carrots (Daucus carota L. spp. sativus var. atrorubens Af.) from Cuevas Bajas, Spain. J Food Compos Anal 33:71-76. https://doi:10.1016/j.jfca.2013.11.005

Andalou (2022). Andalou Naturals. Brightening purple carrot. https://andalou.com/products/brightening-purple-carrot-c-luminous-night-cream#close Accessed on April 12, 2023.

Assous, MTM.; Abdel-Hady, MM.; Medany, G.; (2014) Evaluation of red pigment extracted from purple carrots and itsutilization as antioxidant and natural food colorants. Ann Agric Sci 59:1-7. https://doi:10.1016/j.aoas.2014.06.001

Ayoub, HM.; McDonald, MR.; Sullivan, JA,; Tsao, R.; Platt, M.; Simpson, J.; Meckling, KA. (2017) The Effect of Anthocyanin-Rich Purple Vegetable Diets on Metabolic Syndrome in Obese Zucker Rats. J Med Food 20:1240-1249. https://doi:10.1089/jmf.2017.0025

Barba-Espin, G.; Glied-Olsen, S.; Dzhanfezova, T.; Joernsgaard, B.; Lütken, H.; Müller, R. (2018) Preharvest applicationof ethephon and postharvest UV-B radiation improve quality traits of beetroot (Beta vulgaris L. ssp. vulgaris) as sourceof colourant. BMC Plant Biol 18: 316. https://doi.org/10.1186/s12870-018-1556-2

Berentzen, E. I.; Moller, A. H.; Danielsen, M.; Jensen, M.; Joernsgaard, B.; Dalsgaard, T. K. (2024) Stability of individualanthocyanins from black carrots stored in light and darkness-Impact of acylation. Food Research International, Vol. 186, 114382. https:/doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114382.

Bestbilberry, (2022). Xi´an longze biotechnology co.,ltd. Natural black carrot extract Daucus carota extract. https://www.bestbilberry.com/herbal-extracts/58634715.html.
Accessed on April 15, 2023.

Biottajuices, (2021). Biotta Heirloom Purple Carrot Juice http://www.biottajuices.com/products/heirloom-purple-carrot- juice/
Accessed on November 11, 2022.

Boadi, NO.; Badu, M.; Kortei, NK.; Saah, SA.; Annor, B.; Mensah, MB.; Okyere, H.; Fiebor, A. (2021) Nutritional composition and antioxidant properties of three varieties of carrot (Daucus carota). Sci Afr 12:2468-2276. https://doi:10.1016/j.sciaf.2021.e00801

Capsugel (2021) Lonza Capsules & health ingredients. Vcaps Plus Purple Carrot https://www.capsugel.com/consumer- health-nutrition-products/vcaps-plus-clean-label
Accessed on November 11, 2022.

Carocho, M.; Barreiro, MF.; Morales, P.; Ferreira, ICFR. (2014). Adding Molecules to Food, Pros and Cons: A Review on Synthetic and Natural Food Additives. Compr Rev Food Sci Food Saf. 13(4): 377-399. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.06.00

Carocho, M.; Morales, P.; Ferreira, ICFR. (2015). Natural food additives: quo vadis?. Trends Food Sci. Technol. 45: 284- 295. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.06.007

Curaba, J.; Bostan, H.; Cavagnaro, PF.; Senalik, D.; Mengis, MF.; Zhao, Y.; Simon, PW.; Iorizzo, M. (2020) Identificationof a Controlling Anthocyann Acylation in Carrot (Daucus carota L.) Root. Front Plant Sci 10:1770. https://doi:10.3389/fpls.2019.01770

EFSA - European Food Safety Authority (2013) https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3145.Accessed on April 11, 2023.

EXBERRY® By GNT (2022). Discover the advantages of EXBERRY® black carrots for dairy.https://exberry.com/en/220030dairyreporter/ Accessed on April 11, 2023.

Espinosa-Acosta, G.; Ramos-Jacques, AL.; Molina, GA.; Maya-Cornejo, J.; Esparza, R.; Hernandez-Martinez, AR.; Sánchez-González, I.; Estevez, M. (2018) Stability Analysis of Anthocyanins Using Alcoholic Extracts from Purple Carrot (Daucus carota ssp. Sativus Var. Atrorubens Alef.). Molecules 23:2744 https://doi:10.3390/molecules23112744

FAO (2021) Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOLEX Database. https://www.fao.org/faolex/en/
Accessed on January 1, 2023.

FDA (2022) Food and drug administration.
https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfsearch.cfm?fr=73.169
Accessed on April 6, 2023.

Ghattamaneni, NKR.; Panchal, SK; Brown, L. (2019) Cyanidin 3-glucoside from Queen Garnet plums and purple carrotsattenuates DSS-induced inflammatory bowel disease in rats. J Funct Foods 56:94-203. https://doi:10.1016/j.jff.2019.01.028

Hamedi, S.; Koosha, M. (2020). Designing a pH-responsive drug delivery system for the release of black-carrotanthocyanins loaded in halloysite nanotubes for cancer treatment. Applied Clay Science 197:105770. https://doi:10.1016/j.clay.2020.105770

Happy Family Organics (2022). Purple carrot & blueberrypuffs.
https://www.happyfamilyorganics.com/shop/baby/purple-carrot-blueberry-finger-food/ Accessed on April 12, 2023.

Hubei (2022). Hubei Zixin Biological Technology Co., Ltd. red food coloring ingredients black carrot extract pigment. https://www.21food.com/products/red-food-coloring-ingredients--1545476.html Accessed on April 12, 2023.
Hussain, S.; Khan, N.; Gul, S.; Khan, S.; Khan, H. (2020). Contamination of Water Resources by Food Dyes and Its Removal Technologies. IntechOpen, doi: 10.5772/intechopen.90331, https://www.intechopen.com/chapters/70455
Ibdah, M.; Muchlinski, A.; Yahyaa, M.; Nawade, B.; Tholl, D. (2019) Carrot Volatile Terpene Metabolism: Terpene. Diversity and Biosynthetic Genes. In: Simon, P., Iorizzo, M., Grzebelus, D., Baranski, R. (eds) The Carrot Genome. Compendium of Plant Genomes. Springer, Cham. 16:279-293. https://doi:10.1007/978-3-030-03389-7_16
Ingredients Network (2021). IN. Picta natural ingredients.Picta Black carrot extract 40. https://www.ingredientsnetwork.com/picta-black-carrot-extract-40-prod1252382.html. Accessed on January 12, 2023.
Iorizzo, M.; Curaba, J.; Pottorf, M.; Ferruzi, MG.; Simon, PW.; Cavagnaro, PF.; (2020). Carrots anthocyanins genetics and genomics: Status and perspectives to improve its applications for the food colorant industry. Genes. 11:906-961. https://dx.doi.org/10.3390/genes11080906
Jayaprakasha, GK.; Chidambara Murthy, KN.; Pellati, F.; Patil, BS. (2019) BetaSweet carrot extracts have antioxidant activity and in vitro antiproliferative effects against breast cancer cells. J Funct Foods 62:103552. https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103552
Kamiloglu, S.; Grootaert, Ch.; Capanoglu, E.; Ozkan, C.; Smagghe, G.; Raes, K.; Van, C. J. (2016) Anti-inflammatory potential of black carrot (Daucus carota L.) polyphenols in a co-culture model of intestinal Caco-2 and endothelial EA.hy926 cell. Mol Nutr Food Res 61(2):1-34. https://doi.org/10.1002/mnfr.201600455
Karkute, SG.; Koley, TK.; Yengkhom, BK.; Triparthi, AT.; Shivastava, S.; Mauraya, A.; Singh, B. (2018) Anti-diabetic Phenolic Compounds of Black Carrot (Daucus carota Subspecies sativus var. atrorubens Alef.) Inhibit Enzymes of Glucose Metabolism: An in silico and in vitro Validation. Med. Chem 14:641-649. DOI: 10.2174/1573406414666180301092819, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29493459/
Keilwagen, J.; Lehnert, H.; Berner, T.; Budahn, H.; Nothnagel, T.; Ulrich, D.; Dunemann, F. (2017) The Terpene SynthaseGene Family of Carrot (Daucus carota L.): Identification of QTLs and Candidate Genes Associated with Terpenoid Volatile Compounds. Front Plant Sci 8:1930. https://doi:10.3389/fpls.2017.01930
Khoo, HE.; Azlan, A.; Tang, ST.; Lim, SM. (2017) Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. Food Nutr Res, 61: 1 - 21. https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779
Koosha, M.; Hamedi, S. (2018) Intelligent Chitosan/PVA Nanocomposite Films Containing Purple Carrot Anthocyanin and Bentonite Nanoclays with Improved Mechanical, Thermal and Antibacterial Properties. Prog Org Coat 127:338- 347. https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2018.11.028
Liu, J.; Zhou, H.; Song, L.; Yang, Z.; Qiu, M.; Wang, J.; Shi, S. (2021). Anthocyanins: Promising Natural Products with Diverse Pharmacological Activities. Molecules 26: 3807. https://doi.org/10.3390/molecules26133807
Lixandru M (2020) Properties and Benefits of Black Carrots Nature Word. https://www.natureword.com/properties-and-benefits-of-black-carrots/
Montilla, E.C.; Rodríguez, M. R.; Hillebrand, S.; Winterhalter, P. (2011). Anthocyanin composition of black carrot (Daucus carota ssp. sativus var. atrorubens Alef.) cultivars Antonina, Beta Sweet, Deep Purple, and Purple Haze. J Agri Food Chem, 59:3385–3390. https://doi.org/10.1021/jf104724k
Müller, JR.; Großkinsky, DK.; Hernández, JA.; Lütken, H.; Barba-Espin, G. (2019) UV-B Exposure of Purple Carrot (Daucus carota ssp. sativus var. atrorubens) Plants Promotes Growth, Accumulation of Anthocyanin, and Phenolic Compounds. Agron 9:1-12. https://doi.org/10.3390/agronomy9060323
My-greenheart (2022). Green heart store. Black Carrot Powder. https://my-greenheart.com/products/black-carrot-powderAccessed on April 12, 2023
Oancea, S. A. (2021) Review of the Current Knowledge of Thermal Stability of Anthocyanins and Approaches to Their Stabilization to Heat. Antioxidants, 10, 1337. https://doi.org/10.3390/antiox10091337
Olejnik, A.; Rychlik, J.; Kidoń, M.; Czapski, J.; Kowalska, K.; Juzwa, W.; Mariola, M.; Dembczynski, R.; Moyer, MP. (2016) Antioxidant effects of gastrointestinal digested purple carrot extract on the human cells of colonic mucosa. Food Chem 190:1069-1077 https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.080
Pace, B.; Capotort, I.; Cefola, M.; Minasi, P.; Montemurro, N.; Carbone, V. (2020) Evaluation of quality, phenolic and carotenoid composition of fresh-cut purple Polignano carrots stored in modified atmosphere. J Food Compost Anal 86:103363. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103363
Pandey, P.; Grover, K. (2020) Characterization of black carrot (Daucus carota L.) polyphenols; role in health promotion and disease prevention: An overview. J Pharmacogn Phytochem 9:2784-2792, Doi: 10.22271/phyto.2020.v9.i5am.12764,https://www.phytojournal.com/archives?year=2020&vol=9&issue=5&ArticleId=12764
Patel, AS.; Kar, A.; Mohapatra, D. (2020) Development of microencapsulated anthocyanin-rich powder using soy proteinisolate, jackfruit seed starch and an emulsifier (NBRE-15) as encapsulating materials. Sci Rep, 310:10198, https://doi.org/10.1038/s41598-020-67191-310:10198
Pineda-Vadillo, C.; Nau, F.; Guerin-Dubiard, C.; Jardin, J.; Lechevalier, V.; Sanz-Buenhombre, M.; Guadarrama, A.; Tóth, T.; Csavajda, E.; Hingyi, H. (2017). The food matrix affects the anthocyanin profile of fortified egg and dairy matrices during processing and in vitro digestion. Food Chem 214:486-496. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.049

PlumOrganics (2022). https://plumorganics.com/products/pear-purple-carrot-blueberry-baby-food-2/ Accessed on April 11, 2023.
Raj, R.; Sheikh, S. A.; Singh, S. A.; Shetty, N. P. (2024) Improvement of storage stability and bioaccessibility of microencapsulated black carrot (Daucus Carota ssp. Sativus) anthocyanins using maltodextrin and sericin protein combinations as wall material. Food Bioscience, Vol. 61, 104666. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104666.
Ren, S.; Giusti, MM. (2021) The effect of whey protein concentration and preheating temperature on the color and stabilityof purple corn, grape and black carrot anthocyanins in the presence of ascorbic acid. Food Res Int 144:110350. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110350
Roy, S.; Rhim, JW. (2020) Anthocyanin food colorant and its application in pH-responsive color change indicator films.Crit Rev Food Sci Nutr 61:2297-2325, https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1776211
Shin, BK.; Kang, S.; Han, JI.; Park, S. (2015) Quality and Sensory Characteristics of Fermented Milk Adding Black CarrotExtracts Fermented with Aspergillus oryzae. J Korean Soc Food Cult. 30:370-376. https://doi.org/10.7318/KJFC/2015.30.3.370
Silva, M. M.,; Reboredo, F. H.; Cebola, F. (2022) Food Colour Additives: A Synoptical Overview on Their Chemical Properties, Applications in Food Products, and Health Side Effects. Foods, 11 (3) 379 https://doi.org/10.3390/foods11030379.
Singh, BK.; Koley, TK.; Maurya, A.; Singh, PM.; Singh, PM. (2018) Phytochemical and antioxidative potential of orange,red, yellow, rainbow and black coloured tropical carrots (Daucus carota subsp. sativus Schubl. & Martens). Physiol Mol Biol Plants. doi: https://doi.org/10.1007/s12298-018-0574-8
Sucheta, Chaturvedi, K.; Yadav, S. (2019) Ultrasonication assisted salt-spices impregnation in purple carrots to attain anthocyanins stability, quality retention and antimicrobial efficacy on hot-air convective drying. Ultrasonics Sonochemistry. 58:104661. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104661
Thakur, P.; Saini, R.; Suthar, P.; Dhiman, A.; Kumar, S. (2024) Comparative evaluation of tray and microwave drying ofblack carrot (Dacus carot L.): Effects on physicochemical, phytochemical and techno-functional properties. Journal of the Indian Chemical Society, Vol. 101 101327. https://doi.org/10.1016/j.jics.2024.101327.
Tian, Z.; Dong, T.; Wang, S.; Sun, J.; Chen, H.; Zhang, N.; Wang, S. A. (2024) Comprehensive review on chemical composition, flavors, and the impacts of heat processing on the aroma formation of fresh carrot. Food Chem 10.1016/j.forchx.2024.101201.
Tsutsumi, A.; Horikoshi, Y.; Fushimi, T.; Saito, A.; Koizumi, R.; Fujii, Y.; Hu, QQ.; Yosihisa, H.; Osakabe, N. (2019) Acylated anthocyanins derived from purple carrot (Daucus carota L.) induce elevation of blood flow in rat cremaster arteriole. Food Funct, 10:1726-1735. https://doi.org/10.1039/C8FO02125B
Victarbio (2022) Victar natural ingredient supplier. Black carrot extract. https://www.victarbio.com/black-carrot-extract-where-can-i-buy-purple Accessed on April 12, 2024.
Yusuf, E.; Wojdyło, A.; Oszmiański, J.; Nowicka, P. (2021) Nutritional, Phytochemical Characteristics and In Vitro Effecton α-Amylase, α-Glucosidase, Lipase, and Cholinesterase Activities of 12 Coloured Carrot Varieties. Foods 10:808, https://doi.org/10.3390/foods10040808
Zaffino, C.; Russo, B.; Bruni, S. (2015) Surface-enhanced Raman scattering (SERS) study of anthocyanidins. SpectrochimActa A Mol Biomol Spectrosc149:41-7, https://doi.org/10.1016/j.saa.2015.04.039
Zhang, H.; Liu, R.; Tsao, R. (2016) Anthocyanin-rich phenolic extracts of purple root vegetables inhibit pro-inflammatorycytokines induced by H2O2 and enhance antioxidant enzyme activities in Caco-2 cells. J Funct Foods 22:363-375. https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.01.004
Zhang, R.; Zhou, L.; Li, J.; Oliviera, H.; Yang, N.; Jin, W.; Zhu, Z.; Li, Sh.; He, J. (2020) Microencapsulation of anthocyanins extracted from grape skin by emulsification/internal gelation followed by spray/freeze-drying techniques: Characterization, stability and bioaccessibility, LWT, 123:109097, https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109097

Retos de los docentes en formación en diseño didáctico con tecnología

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.831

Ma. del Carmen Victoria Araiza Segoviano
Escuela Normal Superior Oficial de Guanajuato. mcv.araizasegoviano@ensog.edu.mx

Línea de investigación: Innovación

Resumen

En este trabajo se da a conocer la experiencia docente, lo identificado, los obstáculos y las conclusiones obtenidas después de esta vivencia didáctica en el curso "Tecnología y diseño didáctico" de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas (LEAM), 3er. Semestre del Plan de Estudios 2022 y que se imparte en la Escuela Normal Superior Oficial de Guanajuato (ENSOG). En este documento se plasman las bondades que tienen las TIC en la formación de los docentes y que pueden tener un alto impacto en la educación básica a partir de los planteamientos de la Nueva Escuela Mexicana.

Así mismo, se abordan las dificultades de infraestructura y equipamiento que tienen tanto las escuelas normales como las escuelas de educación básica de prácticas (secundarias generales y técnicas) en las que los docentes en formación aplican lo aprendido en el curso. Para ello se realizó un cuestionario que respondieron los practicantes en donde comparten lo referente a su primera jornada de trabajo frente a grupo y se presentan los resultados en los que se identifican los principales retos a los que se enfrentaron.

Se hace mención también de los desafíos que representa el desempeñar la labor docente en contextos donde la inseguridad y la pobreza prevalece, impidiendo que se busque solventar por parte de los maestros el hacer uso de sus recursos personales, específicamente de equipos tecnológicos.

Para finalizar el ensayo se hacen algunas recomendaciones para posibilitar las habilidades digitales que los estudiantes adquieren en condiciones reales de trabajo.

Palabras clave: *diseño didáctico, formación docente, herramientas digitales, tecnología, Nueva Escuela Mexicana.*

Abstract

This paper reports the teaching experience, the identified, the obstacles and the conclusions obtained after this didactic experience in the course "Technology and didactic design" of the Bachelor's Degree in Teaching and Learning of Mathematics (LEAM), 3rd Semester of the 2022 Curriculum and taught at the Escuela Normal Superior Oficial de Guanajuato (ENSOG). This document shows the benefits of ICT in teacher training, which can have a high impact on basic education based on the approaches of the New Mexican School.

It also addresses the infrastructure and equipment difficulties that both normal schools and basic education practice schools (general and technical secondary schools) have in which teachers in training apply what they have learned in the course. To this end, a questionnaire was completed and answered by the trainees in which they share information about their first day of work in front of a group and the results are presented in which the main challenges they faced are identified.

Mention is also made of the challenges posed by teaching in contexts where insecurity and poverty prevail, preventing teachers from making use of their personal resources, specifically technological equipment.

To conclude the essay, some recommendations are made to enable the digital skills that students acquire in real working conditions.

INTRODUCCIÓN

El Plan de Estudios 2022 de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas (LEAM) considera en la malla curricular una serie de cursos enfocados a la implementación de la tecnología en los procesos didácticos, específicamente en el tercer semestre los docentes en formación llevan el curso de Tecnología y diseño didáctico correspondiente al trayecto formativo de Lenguas, lenguajes y tecnologías digitales, con un valor de 6.75 créditos y de 6 horas por semana.

Durante la impartición de este curso se fueron identificando una serie de problemáticas a las que se enfrenta no solo el docente que lo dirige, sino también los estudiantes dentro de la escuela normal y durante sus jornadas de práctica en las escuelas secundarias.

El curso de Tecnología y diseño didáctico se imparte como parte de la Estrategia Nacional de Mejora de las Escuelas Normales. En el programa de dicho curso se hace mención dentro de los antecedentes que: la tecnología constituye un recurso que, ofrece grandes beneficios sobre los procesos educativos. Ante tal escenario la incorporación de recursos tecnológicos intenta lograr mayor motivación por parte de los estudiantes y diversificación de los métodos de instrucción para los docentes (Programa del Curso de Tecnología y Diseño Didáctico, 2023).

También destaca que *es necesario formar a los futuros docentes de matemáticas en el diseño de estrategias didácticas que integren las tecnologías digitales disponibles, permitiendo enriquecer la enseñanza y motivar a los estudiantes a través de enfoques innovadores y creativos.*

Este curso pretende favorecer en el estudiantado normalista el desarrollo de la capacidad para fundamentar el diseño y propiciar la evaluación de estrategias didácticas diseñadas con el uso de software y recursos digitales, mediante componentes teóricos que tradicionalmente apoyan a la tecnología educativa, para enriquecer la enseñanza de las matemáticas.

Se pretende que los docentes en formación aprendan a diseñar y elaborar materiales didácticos que puedan serles de utilidad cuando realizan sus jornadas de prácticas en las escuelas secundarias utilizando desde los paquetes de ofimática hasta diversas aplicaciones de gamificación para así lograr que sus clases de matemáticas sean más atractivas para sus alumnos.

En el tercer semestre de la LEAM, los estudiantes normalistas llevan también en el trayecto formativo el curso de Intervención didáctico-pedagógica y trabajo docente, aquí, los docentes en formación realizan sus primeras prácticas frente a grupo en contextos reales y en ellas se les solicita que comiencen a aplicar lo aprendido en los demás cursos del semestre. Desde el curso de Tecnología y diseño didáctico, se les pide que diseñen actividades con el uso de la tecnología y las consideren en sus planeaciones de clase.

En el curso se trabajan diferentes herramientas tecnológicas para diseñar actividades que les permitan la enseñanza de las matemáticas de una manera innovadora y llamativa a través también de la gamificación. Se parte desde los paquetes básicos de Office hasta aplicaciones como Canva, Genially, Geogebra, Educaplay, etc.

En el desarrollo del curso se fueron identificando algunas problemáticas a las que se enfrentan los practicantes y que motivaron al desarrollo de esta investigación.

Destacan las siguientes categorías identificadas:

- Capacitación docente, que tiene que ver con el nivel de formación y las habilidades adquiridas por los docentes en formación en relación al uso de la tecnología educativa.
- Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), considera con qué frecuencia y efectividad los estudiantes normalistas hacen uso de las TIC a través de herramientas digitales en su práctica docente.
- Infraestructura tecnológica, con qué recursos tecnológicos se dispone en la institución formadora de docentes y en las escuelas secundarias de práctica y si éstos son de calidad.
- Desafíos pedagógicos, los obstáculos con los que se enfrentan los normalistas cuando quieren implementar el diseño didáctico con tecnología.
- Motivación y actitud hacia el uso de las TIC, centrado en el interés y la disposición de los estudiantes normalistas para hacer uso de la tecnología en la enseñanza.

Se debe resaltar la importancia que tiene el identificar los retos y desafíos a los que se enfrentan los docentes al trabajar diseño didáctico con tecnología, pues si bien, la Nueva Escuela Mexicana hace mención de que en México a partir del año 2013 el acceso a los medios de comunicación y llamadas TIC es un derecho incluido en artículo 6° constitucional, la realidad en cuanto a infraestructura física y tecnológica específicamente en la educación pública no permite que este acceso sea como se establece.

DESARROLLO

El plan de estudios 2022 correspondiente a la educación normalista lleva dos años implementándose a nivel nacional, hasta el momento no ha egresado ninguna generación, es por ello que apenas se está identificando el impacto de cada curso que conforma la malla curricular. La tecnología es algo que se consideró en el codiseño de cada licenciatura en varios de los semestres que dura la carrera.

El curso de Tecnología y diseño didáctico es la segunda ocasión que se imparte y hasta el momento no se había realizado algún estudio en la ENSOG que permitiera identificar los retos a los que se enfrentan los docentes en formación al querer emplear tecnologías al diseñar materiales didácticos y emplearla en sus clases. Se considera que los resultados de esta investigación permitirán tener una visión más amplia de las áreas de oportunidad que se tienen en la educación pública para considerarse en propuestas que lleven al logro de lo que propone la NEM y que aporten al perfil de egreso de los normalistas.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de esta investigación fue *Analizar y comprender los retos y desafíos que enfrentan los docentes en formación durante su proceso de aprendizaje en el curso "Tecnología y diseño didáctico", con el fin de identificar las barreras y oportunidades que se presentan en la implementación de tecnologías educativas en contextos reales de enseñanza.*

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las estrategias didácticas utilizadas por los docentes en formación y su efectividad en el aula.
2. Examinar las dificultades técnicas que enfrentan los docentes en formación al integrar tecnologías en sus prácticas educativas.
3. Evaluar la infraestructura y los recursos tecnológicos disponibles en las escuelas donde se realizan las prácticas, así como su impacto en el aprendizaje de los estudiantes.
4. Proporcionar recomendaciones basadas en la experiencia docente para mejorar la formación inicial de los futuros educadores en el uso de tecnologías educativas.

OBJETO DE ESTUDIO

Los desafíos específicos que enfrentan los docentes en formación al implementar estrategias de diseño didáctico utilizando tecnologías educativas.

Este objeto de estudio implicó investigar y analizar principalmente, los obstáculos a los que se enfrentan los normalistas cuando quieren integrar dentro de sus planeaciones a las tecnologías y llevarlas a la práctica en sus clases, así como identificar las competencias necesarias para superar los retos que afrontan en el aula.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este trabajo fue de tipo mixta, se combinó un enfoque cualitativo y cuantitativo, esto permitió obtener una comprensión más profunda y completa de las experiencias y percepciones de los docentes en formación, así como las dificultades técnicas y de infraestructura que enfrentan en los contextos reales. La investigación se realizó con un grupo de 22 normalistas de tercer semestre de la LEAM de la Escuela Normal Superior Oficial de Guanajuato.

Se diseñó un cuestionario a través de un formulario de Google que permitió obtener información relevante sobre la experiencia de los docentes en formación en su jornada de prácticas y los retos a los que se enfrentaron en cuanto al uso de la tecnología en los contextos reales.

La importancia de las tecnologías en la formación académica

En la última década, la tecnología se ha hecho presente en todas las áreas en las que el ser humano se desenvuelve, innovando día con día y generando cambios a nivel global. En el ámbito educativo no podía ser la excepción y es por ello que se siguen creando una serie de aparatos, aplicaciones y herramientas digitales que sirven de apoyo para simplificar los procesos de la enseñanza y aprendizaje.

Las nuevas generaciones se han adaptado de una manera muy sencilla a esta nueva sociedad de la información impactando de manera positiva en la adquisición de conocimientos, habilidades y competencias para el empleo de la tecnología.

Como definición técnica tenemos que la tecnología es el conjunto de conocimientos y técnicas que se aplican de manera ordenada para alcanzar un determinado objetivo o resolver un problema.

La tecnología fue creada para facilitar las diferentes actividades que realiza el ser humano y las escuelas se han visto en la necesidad de incluirse en este nuevo mundo.

Actualmente nos encontramos inmersos en una era digital, en una sociedad tecnológica al cien por ciento, en donde todos los ámbitos de la vida se han visto transformados por el desarrollo constante e imparable de las tecnologías digitales.

La integración de las TIC en la educación es fundamental para el desarrollo de competencias digitales en los estudiantes y docentes, así como para mejorar los entornos de aprendizaje (Education Profiles, 2023). El empleo de las herramientas digitales y el uso de la tecnología en las aulas se ha vuelto una necesidad para ampliar nuestros horizontes educativos en un mundo donde la información la tenemos a un solo click.

Nuestros estudiantes son nativos digitales que hacen uso de las tecnologías en todo momento y en todo lugar. Esto ha llevado a que las últimas generaciones sean muy visuales y cinestésicas, aprenden viendo y haciendo.

Si a todo lo mencionado anteriormente le agregamos que la Constitución establece que "toda persona tiene derecho a la ciencia y la innovación tecnológica" y que el Estado apoyará la investigación e innovación", garantizando el acceso a la información derivada de ella (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2019). Entonces hablamos de un tema de derechos, en donde la educación se involucra y los docentes deben trabajar en ello y para eso, también es necesario una formación continua y capacitación permanente en temas de tecnología.

Para el caso de una institución educativa formadora de docentes como lo es la Escuela Normal Superior Oficial de Guanajuato, resulta fundamental que primeramente, sus propios docentes cuenten con las competencias necesarias en el uso y enseñanza con el apoyo de las tecnologías, para posteriormente mostrar a los estudiantes cómo es que ellos pueden emplear este recurso en sus clases, considerando en sus planeaciones actividades que se diseñen con alguna herramienta tecnológica.

FASES DEL DESARROLLO

Primeramente, se definió el enfoque que tendría esta investigación para la obtención de la información y posteriormente se elegieron las técnicas a utilizar.

Al ser una investigación mixta, cada uno de los enfoques brindó información de relevancia. Según Sampieri R, et al., (2006 p.29) "la investigación cualitativa proporciona profundidad a los datos, dispersión, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente entono, detalles y experiencias únicas. También aporta un punto de vista "fresco, natural y completo" de los fenómenos, así como flexibilidad." Este enfoque permitió analizar las experiencias que los estudiantes normalistas vivieron en sus jornadas de clase que fueron muy variadas dependiendo los contextos de las escuelas de prácticas.

La Metodología cuantitativa es aquella cuyos Métodos, Observables, Técnicas, Estrategias e Instrumentos concretos se encuentran en lógica de *medir*, *contar*, *pesar*, *etc.* lo más *objetivamente* posible algún aspecto de la realidad (Vargas, 2010). Para contar con información más precisa fue necesario obtener información a través de un cuestionario.

Las técnicas empleadas fueron el cuestionario y la observación directa, éstas proporcionaron la información para el enfoque mixto, pues era necesario conocer las opiniones y experiencias de los normalistas tanto en su estancia en la ENSOG como en las escuelas secundarias de prácticas.

EL instrumento se aplicó una vez que los estudiantes de la LEAM regresaron de su primera jornada de prácticas que se realizó en el periodo del 14 al 18 de octubre de 2024.

Imagen 1.

Cuestionario elaborado en Google Form



Nota: Elaboración propia

Este instrumento fue respondido por 21 de los 22 integrantes del grupo de tercer semestre de la LEAM

Imagen 2.
Estudiantes en el Centro de Cómputo de la ENSOG respondiendo el instrumento



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los estudiantes normalistas que cursan el tercer semestre de la LEAM realizan sus prácticas durante tres semanas en las escuelas secundarias técnicas y generales. Las jornadas se dividen en dos, en la primera practican una semana y en la segunda dos.

Para estas jornadas, los docentes en formación deben realizar las planeaciones correspondientes de acuerdo al tema o proyecto que en esos momentos estén llevando a cabo en la secundaria y consideran actividades que para el caso del curso de Tecnología y Diseño Didáctico, se les solicita que implementen lo aprendido en el curso a través del diseño de materiales con el uso de las tecnologías y muestren evidencias de ello.

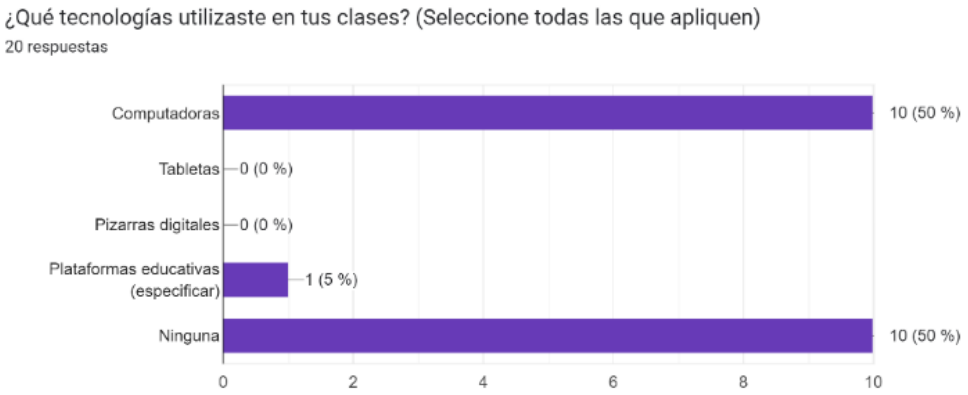
Se considera muy importante mencionar que las escuelas de prácticas asignadas para este periodo al grupo de tercer semestre de la LEAM, son públicas del ámbito estatal y federal. Pertenecen al municipio de Irapuato, Gto. Se encuentra ubicadas en contextos sociales difíciles con un nivel socioeconómico de medio-bajo a bajo. Si a esto agrega que según la Revista Líder Empresarial (2024), Irapuato está catalogada en el ranking de las ciudades más peligrosas del mundo en la posición seis, esto lleva a que la realidad a la que se enfrentan los normalistas complica en gran manera en sus prácticas.

En esta investigación, se diseñó un cuestionario con el propósito de identificar los retos y desafíos a los que se enfrentan los docentes en formación de la LEAM durante su periodo de prácticas en las escuelas secundarias específicamente en el diseño didáctico con tecnología. Así mismo se pretende identificar las dificultades técnicas y de infraestructura que se presentan en la escuela Normal. Este instrumento se realizó a través de un formulario de Google y se conformó de cuatro secciones: 1) Datos generales, 2) experiencia en el aula, 3) uso de tecnologías y 4) conclusiones, desafíos y recomendaciones.

Se destaca lo siguiente en la sección de Experiencia en el Aula:

- Los docentes en formación realizaron su jornada de prácticas en la disciplina de matemáticas en grupos de primer grado de escuelas segundarias del municipio de Irapuato, Gto distribuidos de la siguiente manera:
  11 estudiantes en secundarias técnicas
  11 estudiantes en secundarias generales
- Nueve practicantes evaluaron su experiencia como buena y el resto como “Muy buena”. Es importante mencionar que para este grupo de estudiantes ésta fue su primera experiencia de práctica frente a grupo en una escuela secundaria y algo que está muy presente en este periodo es el nerviosismo y la emoción por vivir este primer acercamiento a los contextos reales del trabajo docente.
- Se identificó que para el caso de las estrategias didácticas que utilizaron durante sus prácticas 11 estudiantes optaron porque sus clases fueran magistrales en donde el docente es quien dirige y expone la clase; ocho trabajaron el aprendizaje basado en proyectos que está considerado en la Nueva Escuela Mexicana y dieron seguimiento a lo que cada docente titular les comisionó; cinco practicantes se animaron a utilizar la tecnología en sus clases y cuatro emplearon estrategias como el aprendizaje activo e implementación de aulas virtuales.
- Aquí podemos destacar que se emplearon una variedad de estrategias didácticas y que al ser una semana de prácticas permitió que se pudieran emplear incluso varias **(ver Figura 1).** También se debe considerar que los normalistas a pesar de realizar su propia planeación, estaban sujetos a las observaciones que les hacían los docentes titulares de las escuelas secundarias.
- Las tecnologías que utilizaron 10 de los estudiantes en algunas de sus clases fue básicamente la computadora y la otra mitad no empleó ninguna herramienta tecnológica. Un factor que pudo determinar esto es que los contextos de las escuelas secundarias de prácticas no son seguros y una recomendación que les hicieron los propios docentes titulares es que no portaran objetos de valor.

Figura 1.
Cuestionario "Retos y desafíos de los docentes en formación en diseño didáctico con tecnología"

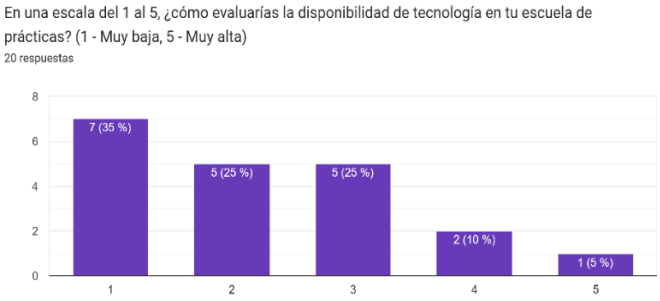


Nota: Elaboración propia

En relación a la sección de "Uso de Tecnología" la información obtenida fue la siguiente:

- En cuanto a la disponibilidad de tecnología en las escuelas secundarias de prácticas se identifica que un alto porcentaje (35%) hace mención de que es muy baja ya que no tienen los recursos necesarios en estas instituciones públicas; 25% respondió que es mala; otro 25% considera que es regular pues cuentan con algunos recursos, pero no se encuentran en buenas condiciones; 10 % comentan que tienen buenos recursos tecnológicos y únicamente el 5% contestó que son muy buenos.
- Como se puede observar (ver Figura 2), la mayoría de las escuelas secundarias en las que se llevó a cabo la práctica, no cuentan con los recursos tecnológicos para implementar las TIC en el aula, esto limita a los docentes a innovar con estrategias que impliquen el empleo de recursos como computadoras, proyectores, red de internet, etc. Cabe destacar que, para el caso de algunas escuelas, han tenido pérdida de equipos pues se han presentado situaciones de robo en la institución.
-

Figura 2.
Cuestionario "Retos y desafíos de los docentes en formación en diseño didáctico con tecnología"

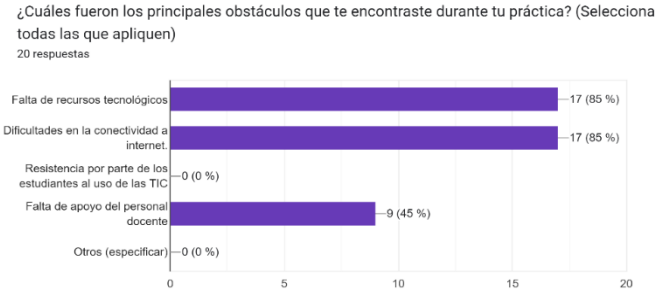


Nota: elaboración propia

- Uno de los principales obstáculos que identificaron los practicantes fue la falta de recursos tecnológicos en primer lugar, seguido de las dificultades en la conectividad a internet y finalmente la falta de apoyo del personal docente de las escuelas secundarias (ver Figura 3).
- En la mayoría de las instituciones no disponen de los recursos necesarios para el desarrollo de actividades con tecnología, en muchos casos los equipos no están en buenas condiciones por falta de mantenimiento. La conectividad a internet es un problema en la totalidad de las escuelas públicas ya que las redes no son suficientes para dar soporte a comunidades grandes de estudiantes y docentes.
- Otra realidad que enfrentan los normalistas es que en algunas secundarias los profesores de este nivel educativo no aceptan del todo bien a los practicantes ya que les implica hacer cambios en su dinámica de clases, esto genera que en ocasiones no den seguimiento ni hagan observaciones a la práctica que realiza el docente en formación.

Figura 3.

Cuestionario "Retos y desafíos de los docentes en formación en diseño didáctico con tecnología"



Nota: elaboración propia

- Se identificó que los estudiantes no contaron con ningún recurso tecnológico para las prácticas, la mayoría de las secundarias no disponen de equipos como tabletas, pizarras digitales o conexión a internet y sólo el 31% cuentan con computadoras, aunque no siempre se utiliza el centro de cómputo o Aula LEA (Laboratorio de Experiencias de Aprendizaje) porque son pocos equipos y algunos no funcionan.

En el cuestionario que respondieron los normalistas, se consideró también lo referente al Curso de Tecnologías y Diseño Didáctico que los estudiantes llevan en la escuela normal y la información obtenida es la siguiente:

- El 90% del estudiantado de la LEAM, tercer semestre considera que lo visto en el curso le fue de utilidad para diseñar materiales con tecnologías y usar herramientas para sus clases.
- El 75% hace mención de no haber experimentado problemas técnicos durante la clase, han realizado sus actividades sin problema y el 25 % comenta que la baja intensidad de la señal de internet complica que puedan realizar las asignaciones que se hacen en el curso y hasta que llegan a sus casas pueden completarlas.

Finalmente, en la sección de Conclusiones, desafíos y recomendaciones se consideraron preguntas abiertas en las que se les solicitó que describieran brevemente un desafío significativo que enfrentaron en relación al uso de la tecnología en el aula y cómo lo abordaron, aquí destacan las siguientes categorías:

- Recursos tecnológicos disponibles en la secundaria: Básicamente las respuestas se centraron en dos subcategorías que fueron los equipos como computadoras, proyectores, tabletas, etc y la conectividad a internet. En cuanto a la primera subcategoría se destaca que en la mayoría de las escuelas no contaban con proyectores, en algunas estaban muy limitados los equipos y ya son viejos y obsoletos.
- Por lo que concierne a la conectividad a internet, es nula o de muy baja intensidad, eso dificultó que algunos practicantes realizarán algunas actividades diseñadas en plataformas digitales que habían planeado implementar con sus grupos.
- Otra categoría fue la gestión, ya que se identificó que en algunas escuelas se requiere el apartado con tiempo de los proyectores o espacios que cuentan con este dispositivo, lo que desconocían los practicantes y no previeron esta situación.
- En esta sección algunos normalistas expresaron que ante las dificultades enfrentadas fue necesario hacer uso de sus equipos personales como la computadora y/o los teléfonos celulares, además de emplear sus datos móviles de internet para poder llevar a cabo las actividades que ya llevaban planeadas.

En esta misma sección, se solicitó que los estudiantes describieran brevemente un desafío significativo que enfrentaron en relación al uso de la tecnología en el aula de prácticas y cómo lo abordaron, aquí se resaltan algunos comentarios:

- *"Querer utilizar la estrategia tecnológica, para actividades o dinámicas y no poder por la falta de recurso".*
- *"No puede utilizar el uso de tecnología, ya que no se tienen los recursos necesarios. Además de que la escuela estaba muy limitada a estos y los equipos ya son un poco viejos".*
- *"En las aulas no hay conexión a internet, no fue necesario utilizarla ya que la explicación y retención se logró como se previa hasta cierto punto".*
- *"No hay internet en los módulos y tuve que adaptar algunas actividades que implicaban eso".*
- *"En este caso, ocupaba la disponibilidad de un video proyector para la realización de un juego didáctico con los jóvenes de secundaria, en el cual, al no tener disposición de él, adapté el juego a base del uso del pizarrón".*
- *"Como no había internet ni proyectores, para el juego de tiro de dardo tenía que pasar hasta su lugar de los estudiantes con mi computadora para ir seleccionando una posición del globo, a pesar de esto hubo buenos".*
- *"No contaban con recursos y dado que los alumnos estaban muy rezagados y el contexto de la escuela no permite utilizar los celulares no se pudo abordar correctamente".*
- *"Para aplicar una actividad en la que se utilizaba proyector y conexión a internet no pude implementarla, para lo cual cambié la actividad".*

"Falta de conexión a internet, lo abordamos pagando internet en los teléfonos celulares y de ahí conectarnos a la computadora para hacer uso del aula virtual".

- *"Un desafío fue que al momento de hacer uso de la ruleta para la toma de participaciones, no todos alcanzaban a ver qué número salía, por lo que considero importante el uso del proyector".*
- *"El hecho de no tener proyectores ni Internet me llevó a realizar mi clase de una manera más tradicional donde yo explicaba paso a paso todo".*

Lo que aquí se identifica es nuevamente la falta de recursos por parte de las escuelas secundarias así como la red de internet, eso llevó a que los practicantes realizaran ajustes en las actividades que ya tenían consideradas en la planeación de su clase.
En relación a las habilidades digitales que consideran que son esenciales para los futuros docentes identifican que es de suma importancia el saber usar las TICs ya que son una herramienta que facilita el trabajo docente y el aprendizaje; el conocer aplicaciones y recursos tecnológicos cambia la forma de trabajo en el aula tradicional; se debe aprender a realizar clases en las que se pueda inducir a los alumnos a utilizar las tecnologías. Otro aspecto que retoman es la importancia de saber buscar información en internet y aprender a filtrarla aprovechando las herramientas digitales.
El diseño de actividades con el uso de la tecnología lleva a innovar en las clases y un docente debe estar actualizado en estos temas. Por ello, el dominio de paquetes como los de Office brinda diferentes opciones para emplear en las sesiones de clase en cualquier nivel educativo.
Finalmente, se pidió en el cuestionario que hicieran algunas recomendaciones para mejorar la formación docente en el uso de tecnologías y algunas que destacan son: la capacitación continua, investigación y creación de herramientas más llamativas para los estudiantes, llevar más cursos durante la carrera enfocados al uso de la tecnología, formación continua de manera independiente y autónoma

CONCLUSIONES

Una vez sistematizada la información obtenida de lo observado en el curso de Tecnología y diseño didáctico en la escuela normal, así como lo recabado en el cuestionario que respondieron los estudiantes normalistas en relación a lo que vivieron en sus jornadas de prácticas en las escuelas secundarias, se llega a las siguientes conclusiones:
En cuanto al curso, recursos tecnológicos e infraestructura de la escuela normal:

- La Escuela Normal cuenta con los recursos tecnológicos básicos para que los estudiantes realicen las actividades correspondientes al curso de Tecnología y diseño didáctico. Se considera necesario contar con al menos dos centros de cómputo que den servicio a toda la comunidad normalista ya que actualmente solo hay uno y no es suficiente para cubrir la demanda de toda la población estudiantil y docente. La principal dificultad que se identifica es la baja intensidad de la señal de internet que no da soporte suficiente.
- Los normalistas que conforman el grupo de tercer semestre de la LEAM disponen de un equipo de cómputo personal para realizar sus actividades.
- Lo visto en el curso ha sido de utilidad para los estudiantes de la LEAM ya que les ha permitido conocer diferentes herramientas tecnológicas para diseñar actividades innovadoras y llamativas para implementar en sus clases de matemáticas.

En relación a las experiencias de la jornada de prácticas y los obstáculos y desafíos que identificaron en las escuelas secundarias:

- Las escuelas de prácticas en su mayoría no disponen de los recursos tecnológicos y de infraestructura para que los docentes consideren la realización de actividades con el uso de herramientas tecnológicas.
- Las secundarias que cuentan con pocos recursos requieren de una distribución equitativa para hacer uso de ellos, lo que implica una gestión previa con días de anticipación.
- La red de internet es prácticamente nula o se emplea básicamente para dar servicio al personal administrativo y no es suficiente para una población grande de docentes y alumnos.

Con esta investigación se logra identificar que hay una gran brecha entre lo que se propone en los planes de estudio de la educación normal y lo que establece la Secretaría de Educación con la realidad que se vive en las escuelas públicas. Los normalistas son formados en competencias y capacidades que difícilmente desarrollarán en los campos reales de trabajo, ya que las autoridades educativas no proporcionan los equipos necesarios ni la infraestructura en las escuelas para que los docentes innoven en su práctica con el empleo de la tecnología, eso genera un desface entre lo que se pretende lograr en la educación y lo real.

BIBLIOGRAFÍA

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* McGRAW-HILL/INTERAMERICMA.

Perfiles Educativos. (2023). *Tecnología*. https://education-profiles.org/es/america-latina-y-el-caribe/mexico/~tecnologia

Revista Líder Empresarial. (2024). *Las 50 ciudades más peligrosas del mundo: 12 están en México*. https://www.liderempresarial.com/las-50-ciudades-mas-peligrosas-del-mundo-2024-12-estan-en-mexico/

Revista Tecno. (2023). *Tecnología digital*. https://tecnomagazine.net/tecnologia-digital/

Secretaría de Educación Pública. (2023). *Programa del curso Tecnología y diseño didáctico*. https://dgesum.sep.gob.mx/storage/recursos/planes2022/iB7LqKumVv-4937.pdf

Secretaría de Educación Pública. (Dakota del Norte). *Acceso a los medios de comunicación y TIC en la educación*. https://nuevaescuelamexicana.sep.gob.mx/detalle-recurso/35601/

Secretaría de Gobernación. (2019). *Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos*. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf

Vargas Beal, X. (2015). *Cómo hacer investigación cualitativa en 58 pasos. Una guía para quien se inicia en la investigación*. ETXETA.

Prototipo de App CONNECT UTNG

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.816

I.S.C. y T. Sergio Humberto Vazquez Barrientos [1], I.T.C. Eric Domenzain Morales[2], M.T.I Daniel Sustaita Cruces [3]

[1]*Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato/Personal,e-mail: sergiovazquez@utng.edu.mx*
[2] *Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato/Personal,e-mail: eric.domenzain@utng.edu.mx*
[3] *Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato/Personal,e-mail: dsustaita@utng.edu.mx*

Resumen
Este artículo describe el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil, CONNECT UTNG, diseñado para facilitar el acceso de estudiantes y docentes a información académica en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato. CONNECT UTNG permite que los estudiantes visualicen sus horarios y calificaciones y agenden asesorías, mientras que a los docentes les ayuda en el control de horarios y la captura de calificaciones. Además, integra notificaciones personalizadas para cada usuario. Este prototipo busca mejorar la organización y comunicación académica de los procesos administrativos de las actividades cotidianas de docentes y estudiantes, con la intención de ofrecer una solución digital con potencial para ser adoptada en el entorno educativo.

Palabras clave
Prototipo de aplicación, tecnología educativa, gestión académica, horarios, calificaciones, notificaciones.

Abstract
This article describes the development of a mobile application prototype, CONNECT UTNG, designed to facilitate students' and teachers' access to academic information at the Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato. CONNECT UTNG allows students to view their schedules and grades and schedule assessments, while it helps teachers control schedules and capture grades. In addition, it integrates personalized notifications for each user. This prototype seeks to improve the organization and academic communication of the administrative processes of the daily activities of teachers and students, with the intention of offering a digital solution with the potential to be adopted in the educational environment.

Keywords
Application prototype, educational technology, academic management, schedules, grades, notifications.

INTRODUCCIÓN

Cada vez es más común en la vida diaria el uso de aplicaciones móviles, principalmente en el ámbito educativo ha ido en aumento, ofreciendo nuevas oportunidades para mejorar la comunicación y eficiencia en las actividades académicas y administrativas. En este contexto, CONECCT UTNG se desarrolla en una fase inicial como un prototipo de aplicación móvil que busca optimizar la interacción entre estudiantes y docentes de la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato, centralizando el acceso e interacción de la información como horarios, calificaciones y solicitud de asesorías. En este documento se presentan los fundamentos y el proceso de desarrollo de CONECCT UTNG, detallando sus características y objetivos. Aunque el prototipo se muestra como fase inicial se pretende que pueda contribuir a mejorar la experiencia educativa de estudiantes y docentes.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo de aplicación móvil nombrado CONNECT UTNG para la administración de la información académica de estudiantes y docentes, facilitando el acceso a horarios, calificaciones y solicitud de asesorías, y mejorando la comunicación de la comunidad académica y estudiantil a través del envío y recepción de notificaciones.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Creación de una interfaz que permita la visualización y acceso a la información académica.
- Diseñar un sistema de notificaciones para estudiantes y docentes.
- Implementar secciones que permitan a los estudiantes consultar horarios y calificaciones por cuatrimestre.
- Facilitar la programación de asesorías académicas y la revisión de su historial.

OBJETO DE ESTUDIO

Este prototipo se orienta a satisfacer las necesidades de estudiantes y docentes dentro de una institución educativa, quienes podrían beneficiarse de una solución que centralice el acceso a su información académica.

En el desarrollo del prototipo CONNECT UTNG se busca centrarse en las dinámicas académicas entre estudiantes y docentes, dentro de la UTNG. El diseño de la app, es para satisfacer necesidades específicas de organización y accesibilidad a información que a continuación se menciona: horarios de clase, consulta de calificaciones y solicitud de asesorías, así como la revisión de historial. Este prototipo busca hacer fácil la consulta de datos y la mejora de la comunicación a través de notificaciones personalizadas. Una vez implementada, se espera que los estudiantes puedan organizar sus actividades académicas con mayor sencillez y que los docentes encuentren apoyo en la consulta de información de sus eventos primordiales. Se abarca tanto los aspectos técnicos de la aplicación como el impacto previsto en la comunidad académica.

METODOLOGÍA

Enfoque de Desarrollo del Prototipo

El enfoque del desarrollo fue técnico y centrado en el usuario. Se trabajó en la definición de los requerimientos y en la creación de un diseño centrado en la experiencia de usuario (UX) para anticipar cómo los estudiantes y docentes interactuarán con la aplicación.

Medidas Previstas para Futuras Evaluaciones

Aunque el prototipo aún no ha sido probado, se planea medir su éxito mediante:

- Encuestas de satisfacción del usuario una vez implementado en un entorno de prueba.
- Evaluación de la frecuencia de uso de cada módulo.
- Análisis de las notificaciones personalizadas y su utilidad en la organización académica.

Variables Propuestas para Evaluación Futura

Variables Dependientes:

Satisfacción de los usuarios, frecuencia de uso de funciones clave (horarios, calificaciones, asesorías).

Variables Independientes:

Facilidad de uso de la interfaz, pertinencia de las notificaciones, tipo de usuario (estudiante o docente).

FASES DEL DESARROLLO

Análisis de Requerimientos:

En la fase inicial del desarrollo de la aplicación **CONNECT UTNG**, se establecieron los requerimientos funcionales iniciales, para garantizar que el prototipo responda a las necesidades académicas de estudiantes y docentes, conforme la investigación avance en futuras etapas se estará complementado con requerimientos con mayor nivel de complejidad.

A continuación, se muestran los requerimientos principales:

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQF-01	Sección Horario: Muestra el horario del estudiante/profesor(a) por cuatrimestre.
REQF-02	• Sección Calificaciones: El estudiante puede ver sus calificaciones por cuatrimestre.
REQF-03	Sección asesoría: Los estudiantes pueden agendar asesorías para reforzar sus conocimientos, calificar y ver el historial de sus asesorías.
REQF-04	• Notificaciones personalizadas para cada usuario: o Estudiante: Recibir notificaciones cuando su profesor(a) captura calificaciones, avisos personalizados de su horario. o Profesor(a): Recibir notificaciones cuando vaya a iniciar su clase.
REQF-05	Actualizar la información por parte de los usuarios (correo electrónico, celular, teléfonos de contacto).

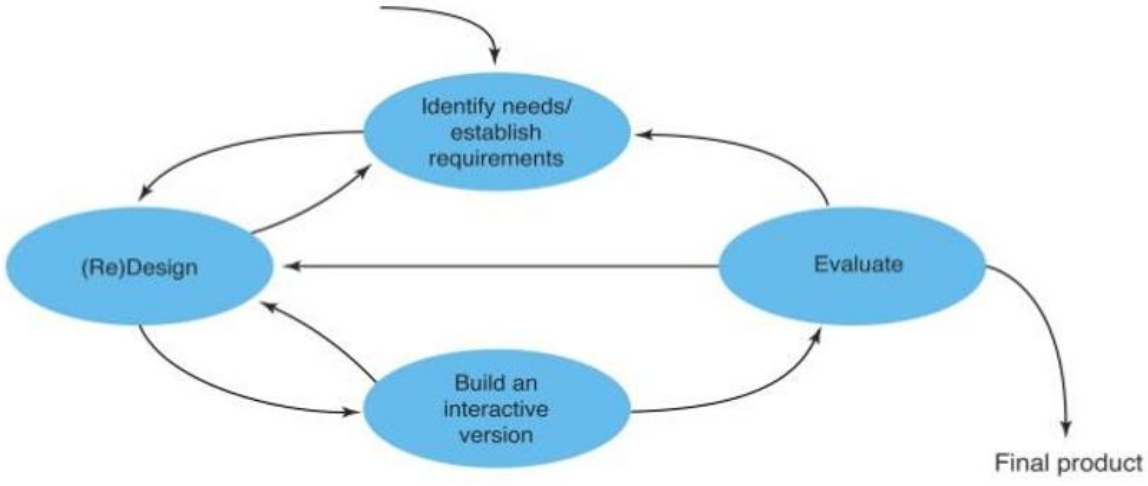
Tabla 1. Requerimientos funcionales

Diseño de Interfaz de Usuario (UI/UX):
Metodología a utilizar:
Metodología Simple: Diseño Centrado en el Usuario
Descripción: (Galeano, 2008) Hace mención que, **s**u objetivo es conocer las particularidades de los usuarios para reflejarlas en la interacción y apariencia que ofrece la interfaz y de esta manera aumentar su efectividad.
El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) es el término general que se utiliza para describir el diseño en el que el usuario influye en el resultado final. Es, al mismo tiempo, una filosofía y un proceso. Una filosofía, una orientación estratégica, que sitúa a la persona en el centro con la intención de desarrollar un producto adecuado a sus necesidades y requerimientos, y un proceso de diseño que se centra en los factores cognitivos de las personas y como éstos intervienen en sus interacciones con los productos.

El diseño centrado en el usuario se relaciona estrechamente con la utilidad de los productos y sistemas y su usabilidad, y se basa en la información sobre las personas que utilizarán el producto. Los procesos de diseño centrados en los usuarios se focalizan en los usuarios durante la planificación, el diseño y el desarrollo de un producto o sistema.

Diagrama:

Imagen 2 – Metodología de diseño simple.



Fuente: Elaboración propia

Protopersonas

Es importante conocer el usuario, es por eso que se muestra a continuación el análisis del usuario que manipulará as aplicaciones a desarrollar:

Tabla 1. Protopersona – Boceto1

Tabla 2. Protopersona – boceto2

Boceto 1	**Comportamiento e información demográfica**
Docente universitario, impartiendo clases adscritas a su área o en distintas carreras.	• Tiene una agenda ocupada con múltiples grupos. • Entre otras actividades administrativas es responsable de capturar calificaciones y coordinar asesorías en distintas asignaturas. • Tiende a revisar su horario diario y se apoya en aplicaciones móviles para recordar sus actividades.
Principales puntos y necesidades	**Soluciones potenciales**
• Necesita una herramienta que le permita gestionar fácilmente sus horarios y recibir alertas cuando comienza cada clase. • Requiere, un acceso rápido para registrar consultar asesorías previamente programadas.	• Información en tiempo real. • Estadísticas con datos precisos. • Disponibilidad de la información desde cualquier lugar. • **CONNECT UTNG** podría enviarle notificaciones al inicio de cada clase. • La integración de un calendario que resalte sus asesorías y clases por día.

Boceto 2	**Comportamiento e información demográfica**
Estudiante universitaria, responsable y dedicada a sus estudios.	• Cursa la Ingeniería en Tecnologías de la Información e Innovación. • Es metódica y se organiza semanalmente para mantenerse al día en sus estudios y actividades extracurriculares. • Usa su smartphone para gestionar tareas, revisar calificaciones y programar actividades.
Principales puntos y necesidades	**Soluciones potenciales**
• necesita acceder fácilmente a sus calificaciones y horarios, y organizar sus asesorías para reforzar temas complejos. • Desea recibir notificaciones puntuales para no olvidar fechas importantes.	• Información en tiempo real. • Estadísticas con datos precisos. • Disponibilidad de la información desde cualquier lugar. • Incluir recordatorios de próximas asesorías y notificaciones automáticas cuando se publiquen nuevas calificaciones. • Una interfaz sencilla para ver su horario por cuatrimestre permitiría una mejor organización semanal.

Desarrollo de Módulos Principales:

- Sección Horario: Muestra el horario del estudiante/profesor(a) por cuatrimestre.
- Sección Calificaciones: El estudiante puede ver sus calificaciones por cuatrimestre.
- Sección Asesoría: Los estudiantes pueden agendar asesorías para reforzar sus conocimientos, calificar y ver el historial de sus asesorías.

RESULTADOS Y PROYECCIONES

Aunque el prototipo aún no se ha implementado en un entorno real, se espera que CONNECT UTNG facilite la organización académica al ofrecer un acceso rápido a información esencial y al permitir una gestión más eficiente de horarios y calificaciones. Se anticipa que las notificaciones personalizadas tendrán un impacto positivo en la puntualidad y organización tanto de estudiantes como docentes. Las futuras pruebas de usuario y evaluaciones en un entorno controlado permitirán confirmar la efectividad de estas proyecciones y ajustar el diseño de la aplicación según las necesidades reales de los usuarios.

De acuerdo con (Alba de Castro, 2016), La usabilidad se considera una característica de calidad del software, y como tal, debe ser asegurada para obtener una buena experiencia de usuario. Existen diferentes formas de medir la usabilidad, siendo el cuestionario de satisfacción uno de los métodos más utilizados. Los cuestionarios de satisfacción comúnmente proporcionan valores psicométricos válidos para obtener la satisfacción subjetiva de los usuarios en relación con una o más dimensiones de la usabilidad percibida al interactuar con una aplicación de software específica.

El cuestionario SUS (System Usability Scale) que a continuación se presenta fue el aplicado a la muestra representativa de la comunidad universitaria:

Evaluación de la usabilidad de la aplicación

MeD. Muy en Desacuerdo

TdA. Totalmente de Acuerdo

PREGUNTAS	MeD				TdA
	1	2	3	4	5
1. Me gustaría utilizar frecuentemente esta aplicación					
2. Me pareció innecesariamente complejo.					
3. Me pareció un sistema fácil de usar.					
4. Es necesario la asistencia de personal de soporte técnico para ser capaz de manejar la aplicación					
5. Me pareció que las funciones y opciones de la aplicación están bien integradas.					
6 .-Creo que hay muchas inconsistencias en el programa					
7. Creo que será fácil de aprender a utilizarlo por otras personas.					
8. Me pareció muy incómodo de utilizar.					
9. Me sentí muy cómodo utilizando la aplicación.					
10. Es necesario aprender muchas cosas acerca de tecnologías antes de que pueda utilizar la aplicación					

11. ¿Recomendarías el uso de la aplicación?

12. ¿Te gustaría que la aplicación incluyera alguna otra funcionalidad?

El resultado de aplicación del cuestionario SUS (System Usability Scale) para poder obtener una visión tanto cuantitativa como cualitativa de la usabilidad de la aplicación CONNECT UTNG, se aplicó a un grupo piloto de entre 20 y 30 personas en total, distribuidos en ambos roles de usuarios (docentes y estudiantes).

La **distribución típica** es:

15 estudiantes, representando diferentes niveles académicos entre TSU y continuidad Licenciatura e Ingeniería, así como programas académicos que permitan captar diversas necesidades y experiencias de uso.

15 docentes, de diferentes disciplinas y niveles de interacción tecnológica, asegurando que la app sea accesible y útil para todos.

Con un tamaño de muestra de 30 personas, el puntaje de 75-77.5 en el SUS refleja adecuadamente el nivel de usabilidad, y se puede analizar también de forma cualitativa cualquier dificultad recurrente, como las mencionadas sobre la claridad de las notificaciones y la usabilidad general. Este tamaño es suficientemente para captar patrones significativos sin ser demasiado grande, ya que el SUS es una herramienta orientada a la detección de problemas de usabilidad más que a la precisión estadística.

RESULTADOS CUANTITATIVOS

Los resultados de aplicar el cuestionario SUS (System Usability Scale) a usuarios potenciales de CONNECT UTNG, arrojaron un puntaje de entre 75 y 77.5, **indicando un nivel de usabilidad aceptable**. Esto sugiere que la navegación dentro del prototipo permite que los usuarios se ubiquen fácilmente y recorran la app de manera lógica y ordenada. Sin embargo, se detectaron algunos problemas, como la falta de instrucciones detalladas en ciertas secciones, y una ligera incongruencia entre algunos iconos, en particular en la sección de notificaciones, que podría generar confusión.

RESULTADOS CUALITATIVOS

A partir del análisis cualitativo de las opiniones de los usuarios, se identificaron áreas de mejora. Los usuarios expresaron que las notificaciones podrían ser confusas, especialmente al diferenciar entre notificaciones de eventos académicos y recordatorios de asesorías. Además, se sugirió mejorar la paleta de colores para hacer el diseño más atractivo, con el uso del color institucional predominante como el azul, para transmitir una sensación de profesionalismo y calma. También se propuso incluir algún fondo visual que dé mayor contraste al menú principal y resalte las opciones. Un comentario adicional de un usuario fue:

"Sería útil incluir una breve guía o indicaciones al inicio para aquellos que no están familiarizados con la app, aunque es intuitiva, siempre habrá quien necesite ayuda adicional en los controles."

De acuerdo con lo mencionado, a continuación, se presentan los resultados visuales del diseño de las pantallas de la aplicación CONNECT UTNG. Estas interfaces fueron desarrolladas para satisfacer las necesidades de estudiantes y docentes. Cada pantalla ha sido diseñada pensando en su uso, con elementos claros y organizados que facilitan la consulta de calificaciones, horarios y la programación de asesorías.



Fuente: Creación propia.
Imagen 1. Pantalla login



Fuente: Creación propia.
Imagen 2. Pantalla calificaciones



Imagen 3. Pantalla Horario
Fuente: Creación propia.

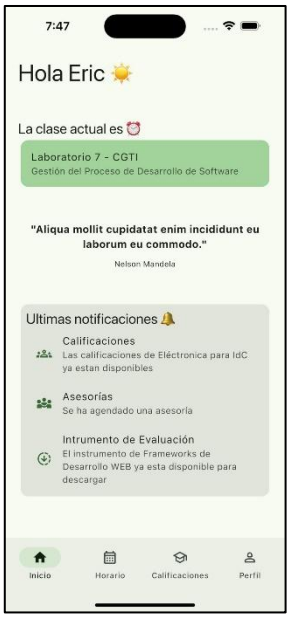


Imagen 4. Pantalla Notificaciones
Fuente: Creación propia.

CONCLUSIÓN

El prototipo de la aplicación CONNECT UTNG, representa un avance en la digitalización de los procesos educativos al centralizar la información académica en una plataforma de fácil acceso. Si bien aún no ha sido evaluada en un entorno real, su diseño modular y centrado en el usuario sugiere un potencial significativo para mejorar la experiencia académica de estudiantes y docentes. Las pruebas futuras permitirán refinar el prototipo y determinar su impacto en la organización y satisfacción de los usuarios. Esta experiencia permite validar la importancia de desarrollar soluciones digitales adaptadas a las necesidades específicas de la comunidad educativa.

BIBLIOGRAFÍA

Castro Martín, A. D. (2016). *Herramienta de soporte para la evaluación subjetiva de la usabilidad mediante SUS-System Usability Scale* (Bachelor's thesis)

Alba de Castro, M. (2016). Herramienta de Soporte para la Evaluación Subjetiva de la Usabilidad Mediante SUS – System Usability Scale. Obtenido de https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/673915/DeCastro_Martin_Alba_tfg.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Galeano, R. (30 de 01 de 2008). REVISTA Q. Obtenido de https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/6524/Dise%c3%b1o%20centrado%20en%20el%20usuario.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Análisis por CFD del flujo de aire en un destilador solar tipo torre cuadrada: Estudio de sensibilidad con mamparas a diferentes ángulos

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.817

Pérez-Ramírez, Hanoi A.[1]; Rodríguez- Rodríguez[3], Miguel A; Carrillo-Mastache, Silvia C.[2]

[1]*Universidad Tecnologica del Norte de Guanajuato/Personal,e-mail: hanoi@utng.edu.mx*
[3]*Universidad Tecnologica del Norte de Guanajuato/Personal,e-mail: miguel.rodriguez@utng.edu.mx*
[2] *Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato/Personal,e-mail: smastache@utng.edu.mx*

Resumen

Se realizó un estudio numérico utilizando la dinámica de fluidos computacional (CFD) para optimizar el diseño de un destilador solar de torre cuadrada. El objetivo principal fue evaluar el impacto de diferentes ángulos de las mamparas internas en el flujo de aire dentro del destilador. Los resultados mostraron que el ángulo de 30 grados de las mamparas optimizó el rendimiento del sistema, promoviendo un flujo de aire más eficiente y un mayor contacto entre el aire y las superficies calientes. Este ángulo resultó en una velocidad de salida del aire más alta y un tiempo de residencia adecuado, lo que sugiere una mejora en la transferencia de calor y en la producción de agua destilada. Los ángulos de 0 y 45 grados, aunque también presentaron flujos viables, no fueron tan eficientes como el ángulo de 30 grados. En conclusión, este estudio proporciona una base sólida para el diseño de destiladores solares más eficientes y rentables, especialmente en regiones con alta radiación solar como Guanajuato.

Palabras clave: CFD, Destilador solar, Torre cuadrada, Mamparas, Sensibilidad de flujo de aire, Optimización de ángulo

Abstract

A computational fluid dynamics (CFD) study was conducted to optimize the design of a square tower solar still. The primary objective was to evaluate the impact of varying baffle angles on the airflow patterns within the still. Results indicated that a baffle angle of 30 degrees yielded the most optimal performance, promoting more efficient airflow and increased contact between the air and the heated surfaces. This angle resulted in a higher exit air velocity and an appropriate residence time, suggesting an improvement in heat transfer and distilled water production. While angles of 0 and 45 degrees also produced viable flow patterns, they were not as efficient as the 30-degree angle. In conclusion, this study provides a strong foundation for the design of more efficient and cost-effective solar stills, particularly in regions with high solar radiation such as Guanajuato.

Keywords: CFD, Solar still, Square tower, Baffles, Airflow sensitivity, Angle optimization

INTRODUCCIÓN

Guanajuato tiene una excelente radiación solar debido a su ubicación geográfica y a su clima semiárido en algunas regiones. La radiación solar en esta área es fuerte durante gran parte del año, lo que es un factor crucial para la eficiencia de los destiladores solares. De hecho, el estado de Guanajuato es considerado como una zona con alto potencial para el uso de tecnologías solares, ya que recibe en promedio entre 5 y 6 kWh/m² de radiación solar diaria. Esto significa que los destiladores solares pueden funcionar de manera efectiva, captando suficiente energía para destilar agua de manera continua.

Parte del estado de Guanajuato tiene un clima semiárido, con estaciones secas prolongadas. Este clima es beneficioso para los destiladores solares, ya que la baja humedad relativa en ciertas áreas favorece el proceso de evaporación. A diferencia de las zonas costeras donde la alta humedad puede afectar la eficiencia, en Guanajuato la evaporación del agua es más eficiente, lo que optimiza el rendimiento del sistema.

En el norte de Guanajuato se encuentra el municipio de Dolores Hidalgo, donde las temperaturas tienden a ser moderadas a cálidas durante el día, con máximas que pueden oscilar entre los 25°C y 30°C en los meses más calurosos. Estas temperaturas son favorables para la operación de destiladores solares, ya que facilitan el proceso de evaporación del agua. Durante los meses más fríos, las temperaturas pueden bajar, especialmente por la noche, pero el rendimiento de los destiladores sigue siendo adecuado durante el día.

Una torre cuadrada facilita su construcción e incrementa el área al interior permite un mayor aprovechamiento del área de captación solar en comparación con diseños cilíndricos o de pendiente. Las paredes planas y la geometría cuadrada facilitan la colocación de superficies colectoras que maximicen la entrada de radiación solar, lo cual es fundamental para calentar el agua y facilitar su evaporación.

En una torre cuadrada, el control del flujo de aire puede ser más sencillo y eficiente. La geometría facilita la colocación estratégica de aberturas o mamparas internas que controlan el patrón de flujo, evitando la formación de zonas muertas (áreas donde el aire no circula adecuadamente) y asegurando que el aire caliente circule por todas las áreas donde el agua se está evaporando.

La creciente demanda de tecnologías sostenibles para la purificación de agua ha impulsado el desarrollo de destiladores solares como una alternativa ecológica y eficiente. Dentro de estos sistemas, los destiladores solares tipo torre se destacan por su capacidad de aprovechar la energía solar para evaporar y condensar agua, brindando una fuente de agua potable en zonas donde otros métodos son inviables o costosos. Sin embargo, la eficiencia de estos sistemas depende en gran medida del diseño interno y del flujo de aire, el cual es fundamental para optimizar el proceso de evaporación y condensación.

En el caso de los destiladores solares tipo torre cuadrada, un aspecto crítico que afecta la eficiencia del sistema es la incorporación de mamparas internas. Estas mamparas son utilizadas para redirigir y controlar el flujo de aire dentro de la torre, lo que puede mejorar significativamente la tasa de evaporación y la distribución térmica. No obstante, la falta de información clara y precisa acerca del mejor ángulo en el que deben colocarse estas mamparas representa un desafío importante. La colocación incorrecta puede generar zonas de estancamiento del aire, reducir la transferencia de calor, y en última instancia, disminuir la eficiencia global del sistema de destilación (Selmi et al., 2007).

Actualmente, no existen suficientes estudios que exploren de manera exhaustiva el efecto que tiene la colocación de mamparas en diferentes ángulos sobre el flujo de aire dentro de un destilador solar tipo torre cuadrada. Esta carencia de datos genera incertidumbre en el diseño óptimo de los destiladores solares, lo que limita su implementación y eficacia en diversas regiones, particularmente en áreas donde el acceso a agua potable es una necesidad urgente.

Este proyecto busca abordar esta problemática a través del análisis computacional de fluidos (CFD), con el objetivo de realizar un estudio de sensibilidad del flujo de aire al interior de un destilador solar tipo torre cuadrada, variando los ángulos de las mamparas. Esto permitirá identificar cuál es la configuración óptima que maximiza la eficiencia del destilador en términos de evaporación, condensación y rendimiento global del sistema (Tagliafico et al., 2013).

DESARROLLO

OBJETIVO DEL ESTUDIO

OBJETIVO GENERAL

Optimizar el diseño de un destilador solar de torre cuadrada mediante el análisis del impacto de diferentes ángulos de mamparas (0°, 30°, 45°) internas en el flujo de aire y su relación con la eficiencia del sistema.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Modelar numéricamente, utilizando CFD, el comportamiento del flujo de aire dentro de un destilador solar de torre cuadrada con diferentes configuraciones de mamparas.

Evaluar la influencia de los ángulos de las mamparas (0°, 30°, 45°) en la velocidad del flujo de aire, tiempo de residencia y patrón de flujo dentro del destilador.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio principal de esta investigación es el destilador solar de torre cuadrada, específicamente el comportamiento del flujo de aire en su interior. Este sistema ha sido seleccionado debido a su potencial para la producción de agua potable en regiones con alta radiación solar, como Guanajuato. El destilador solar de torre cuadrada representa un sistema complejo en el que el flujo de aire juega un papel fundamental. Al estudiar este fenómeno, se busca contribuir al desarrollo de tecnologías sostenibles para la obtención de agua potable, lo cual es de gran relevancia en un contexto de creciente escasez de agua a nivel mundial.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este estudio, se empleó una metodología combinada que integra elementos tanto de la investigación cuantitativa como del desarrollo tecnológico. En primer lugar, se desarrolló un modelo tridimensional detallado del destilador solar utilizando software especializado.

Diseño del Modelo:

Geometría: Se crea un modelo tridimensional detallado del destilador solar en un software de diseño asistido por computadora (CAD).
Mallado: Se genera una malla de elementos finitos que discretiza el dominio de cálculo, dividiéndolo en pequeñas celdas donde se resolverán las ecuaciones de gobierno.
Condiciones de Frontera: Se establecen las condiciones de frontera adecuadas para simular el comportamiento del fluido (aire) en contacto con las paredes del destilador y en las entradas y salidas.

Simulación Numérica:

Selección del Solver: Se elige un solver adecuado para resolver las ecuaciones de Navier-Stokes y las ecuaciones de energía, que describen el flujo de un fluido viscoso.
Configuración de la Simulación: Se establecen los parámetros de la simulación, como el modelo de turbulencia, el esquema de discretización y los criterios de convergencia.
Ejecución de la Simulación: Se ejecuta la simulación en un ordenador de alta performance para obtener los resultados numéricos.

Análisis de Resultados:

Visualización de Resultados: Se utilizan herramientas de postprocesamiento para visualizar los campos de velocidad, presión y temperatura dentro del destilador.
Análisis Cuantitativo: Se calculan parámetros clave como la velocidad de salida del aire, el tiempo de residencia y la caída de presión.
Comparación de Escenarios: Se comparan los resultados obtenidos para diferentes ángulos de las mamparas para identificar la configuración óptima.

Iteración y Refinamiento:

Evaluación de Resultados: Se evalúan los resultados obtenidos en función de los objetivos de la investigación.
Modificación del Modelo: Si los resultados no son satisfactorios, se modifican los parámetros del modelo o la geometría del destilador.
Nuevas Simulaciones: Se realizan nuevas simulaciones para evaluar el impacto de los cambios realizados.

FASES DEL DESARROLLO

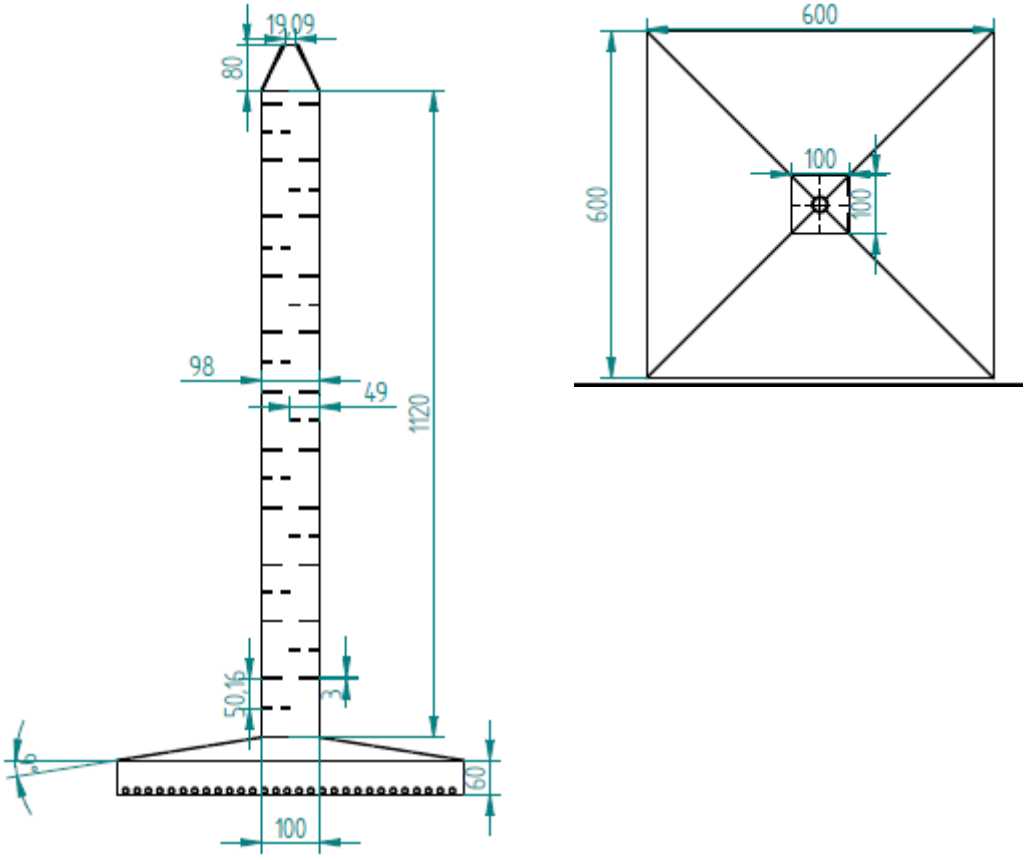
3.1 Descripción del Destilador Solar

En la figura 1 se presenta el destilador solar, el cual está compuesto por una torre de lámina galvanizada de 1 mm de espesor y 1200 mm de altura. La torre tiene una sección cuadrada de 60 mm x 60 mm y finaliza en un cono en la parte superior, con un diámetro de salida de 19 mm.

En el interior de la torre, se encuentran deflectores dispuestos a una distancia de 50.16 mm entre sí, con dimensiones de 49 mm desde la pared hasta el borde y un espesor de 3 mm, lo que permite dirigir el flujo de aire y vapor de manera eficiente.

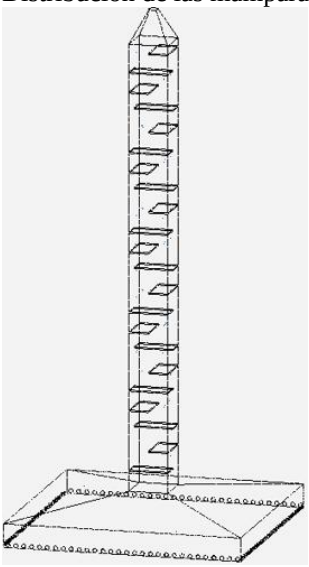
La base del destilador es un contenedor cuadrado de 600 mm x 600 mm x 60 mm, que soporta una cubierta de vidrio dividida en cuatro secciones. Estas secciones convergen en la torre central y están inclinadas a un ángulo de 6° para maximizar la captación de radiación solar. Las paredes laterales del contenedor tienen perforaciones equidistantes de 15 mm de diámetro, diseñadas para permitir la entrada de aire al sistema y facilitar el proceso de destilación.

Figura 1
Destilador solar torre cuadrada



En la figura 2 se muestra la disposición y ubicación de las mamparas dentro de la torre del destilador. Cada mampara cubre solo la mitad de la sección transversal del tubo y se colocan de forma alternada en cada lado del tubo, de modo que ocupan cada cara de manera sucesiva. Este patrón se repite en la torre para optimizar el flujo y la distribución interna.

Figura 2
Distribución de las mamparas en el interior del destilador



3.2 Configuración de las Simulaciones CFD

El software empleado para la simulación fue ANSYS 18. En primer lugar, se diseñó el sólido en Solid Edge v18, y luego se exportó como archivo en formato parasolid. Posteriormente, el modelo se importó en SpaceClaim para generar el volumen interno que representa el fluido, creando una geometría adecuada para el análisis de flujo. Una vez completada esta etapa en SpaceClaim, el archivo fue guardado e importado en ANSYS, donde se generó la malla, se configuraron las condiciones de la simulación y finalmente se obtuvieron los resultados esperados.

Modelo de turbulencia seleccionado (por ejemplo, k-ε o k-ω).

Modelo de turbulencia: Para esta simulación se selecciona el modelo k-ε estándar, comúnmente utilizado en simulaciones de flujo de aire en ambientes cerrados debido a su estabilidad y precisión para flujos de convección y baja velocidad.

Condiciones de frontera aplicadas:

Paredes del destilador tipo torre (superficie de lámina de acero): Las paredes exteriores del destilador se modelan como superficies sólidas y aisladas. En ANSYS Fluent, se especifican con una condición de "no deslizamiento" (no-slip), lo cual establece que la velocidad del aire en contacto con la superficie es cero debido a la adherencia del fluido a la pared.

Cubierta trasparente: La cubierta de vidrio, esta sobre la base del destilador y rodeando la torre cuadrada.

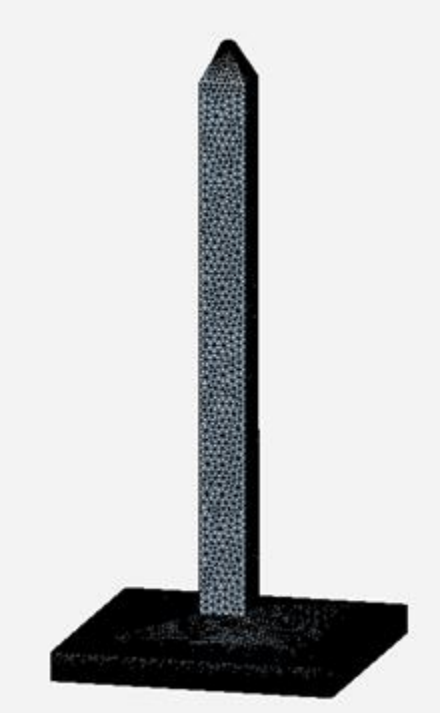
Plato metálico interior (superficie absorbente): El plato de acero negro, situado en la base, funciona como fuente de calor, al absorber la radiación solar.

Entrada de aire: Ubicadas en las paredes laterales del plato de acero, se misio la velocidad para signarle un valor de 0.1 m/s

Salida de aire: Ubicada en la parte superior de la torre, permite la expulsión del aire. En la simulación, se define con una condición de presión de salida de 0 Pa, es decir, presión atmosférica.

Figura 3

Malla no estructurada



Se realizo un análisis de sensibilidad para determinar que la velocidad de salida fuera independiente de la malla obteniéndose 2506500 elementos que se muestra en la Figura 3.

3.3 Análisis de Sensibilidad

Las mamparas están al interior de la torre cuadrada mostrada en la Figura 2, se realizó la simulación tanto sin mamparas, como con mamparas. La elección de los ángulos de 0°, 30° y 45° para las mamparas en el estudio se justifica por su capacidad para representar diferentes comportamientos del flujo de aire dentro del destilador solar. Cada ángulo permite analizar cómo varía la dinámica del flujo, la velocidad y la eficiencia de mezcla del aire, lo cual es crucial para identificar la configuración que optimiza el rendimiento del sistema. Además, el ángulo de 0° (sin mamparas) sirve como un punto de referencia para evaluar el impacto de las mamparas en la resistencia al flujo y la eficiencia

general. Los ángulos de 30° y 45° facilitan la evaluación de la caída de presión y la velocidad de salida del aire, aspectos importantes para determinar la eficiencia del sistema en condiciones operativas. En conjunto, estos ángulos son representativos de configuraciones que podrían implementarse en aplicaciones reales de destiladores solares, lo que hace que los resultados del estudio sean relevantes y aplicables en el diseño y optimización de estos sistemas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

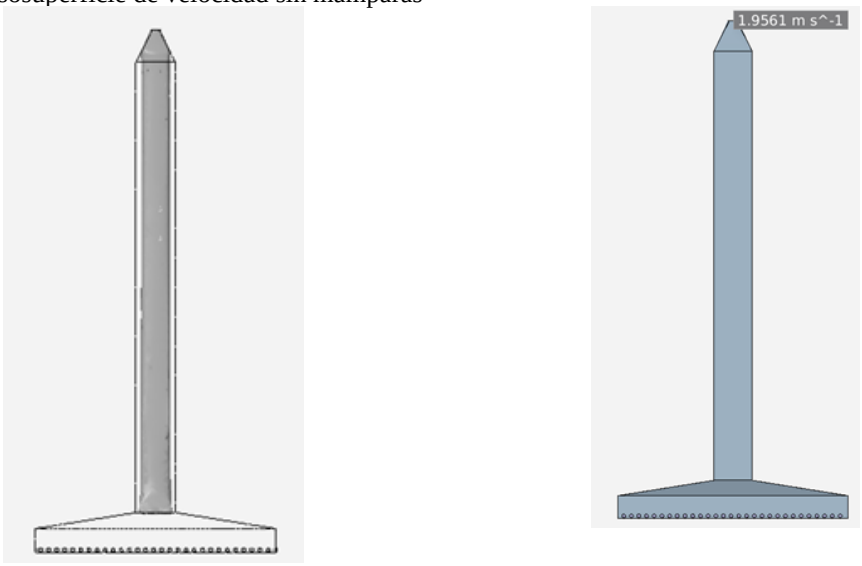
La sección de resultados debe presentar los datos obtenidos de las simulaciones CFD para cada configuración de las mamparas:

4.1 Resultados del Flujo de Aire sin Mamparas

En la figura 4 podemos observar cómo se desplaza el aire de manera ascendente en la chimenea ocupando el volumen interno de la torre, tal como se esperaba y se muestra una velocidad de salida 1.9561 m/s.

Figura 4

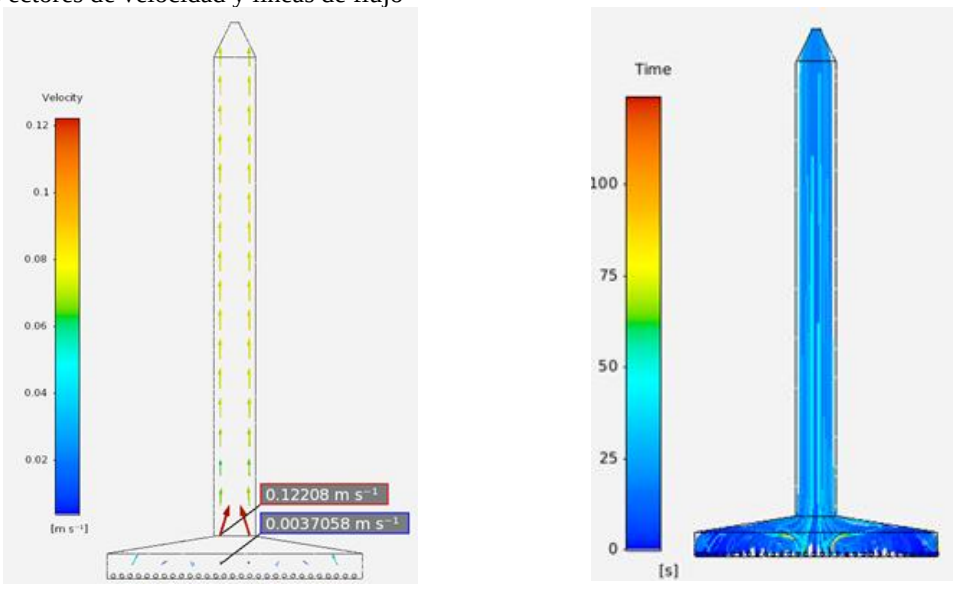
Isosuperficie de velocidad sin mamparas



(a) Isosuperficie de la torre (b) velocidad de salida de la torre

Figura 5

Vectores de velocidad y líneas de flujo



(a) Velocidades al interior (b) Líneas de corriente

Se encontró que el tiempo calculado de 123.81 s en las líneas de corriente indica el tiempo de tránsito o tiempo de residencia del aire mientras sigue su trayectoria a lo largo de las líneas de corriente dentro del dominio simulado. Este tiempo permite analizar cuánto tarda el aire en recorrer la ruta específica desde las perforaciones de entrada hasta su salida en la parte superior de la torre. Es particularmente útil para evaluar la eficiencia del diseño de un sistema en términos de transferencia de masa, mezcla, o intercambio de calor.

En la Figura 5 se observan los vectores de velocidad representan superficies en el modelo donde el flujo alcanza la misma magnitud de velocidad. En las superficies se puede visualizar que son bajas y podemos analizar que el comportamiento del flujo es ascendente en áreas específicas, podemos identificar que en la charola es donde encontramos la velocidad de 0.0037050 m/s que son cercana a cero que indica que hay estancamiento, mientras que en la torre se tiene baja velocidad con un valor de 0.12208 m/s en la entrada de la torre cercanas a la velocidad de ingreso que es de 0.1 m/s.

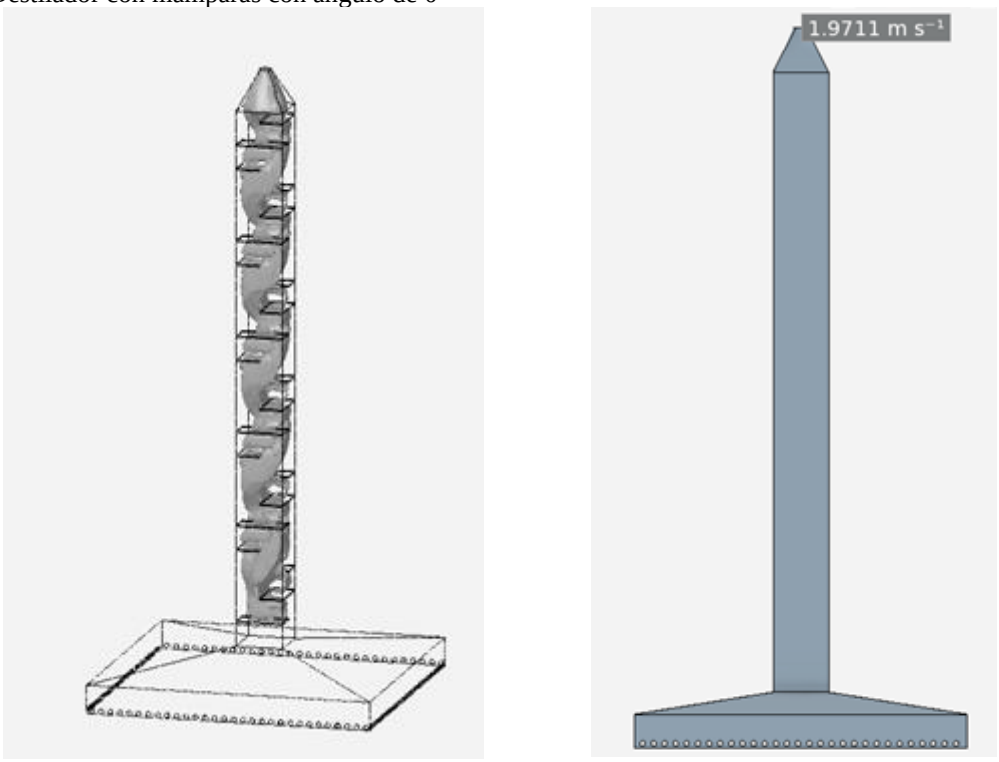
Este análisis proporciona una visión detallada del comportamiento del flujo dentro del destilador, mostrando que el aire tiende a concentrarse preferentemente en las uniones de los vidrios. Sin embargo, de manera efectiva, canaliza el flujo hacia la torre, optimizando así la circulación y permitiendo un tránsito adecuado del aire hacia su salida en la parte superior.

4.2 Resultados para el Ángulo de 0°

En la Figura 6, se observa el desplazamiento del aire en un patrón de espiral cerrada y ascendente dentro de la torre, ocupando completamente su volumen interno. Esta trayectoria permite que el flujo de aire interactúe con ambas caras de cada mampara a lo largo de su recorrido, lo cual facilita un contacto efectivo. La velocidad de salida registrada es de 1.9711 m/s, validando el comportamiento de flujo deseado.

Figura 6

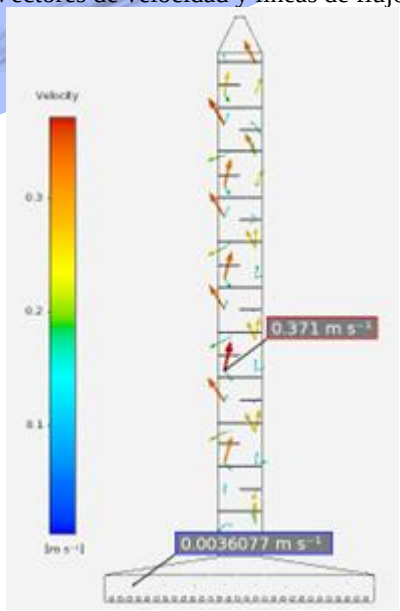
Destilador con mamparas con ángulo de 0°



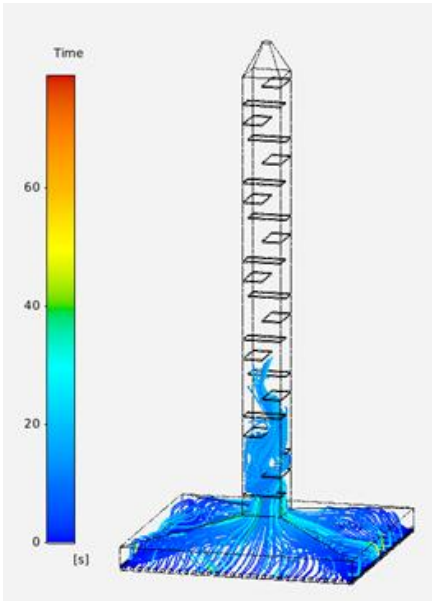
(a) Isosuperficie de la torre (b) velocidad de salida de la torre

El flujo de aire al interior de la torre registra una velocidad máxima calculada de 2.0649 m/s. Este valor representa la velocidad pico alcanzada en el flujo ascendente, evidenciando áreas de mayor impulso dentro de la estructura de la torre y facilitando el análisis de la eficiencia de diseño en cuanto a la dinámica de movimiento del aire.

Figura 7
Vectores de velocidad y líneas de flujo



(a) Velocidades al interior



(b) Líneas de corriente

Se encontró que el tiempo calculado de 78.9 s en las líneas de corriente indica el tiempo de tránsito o tiempo de residencia del aire mientras sigue su trayectoria a lo largo de las líneas de corriente dentro del dominio simulado. Este tiempo permite analizar cuánto tarda el aire en recorrer la ruta específica desde las perforaciones de entrada hasta su salida en la parte superior de la torre. Es particularmente útil para evaluar la eficiencia del diseño de un sistema en términos de transferencia de masa, mezcla, o intercambio de calor.

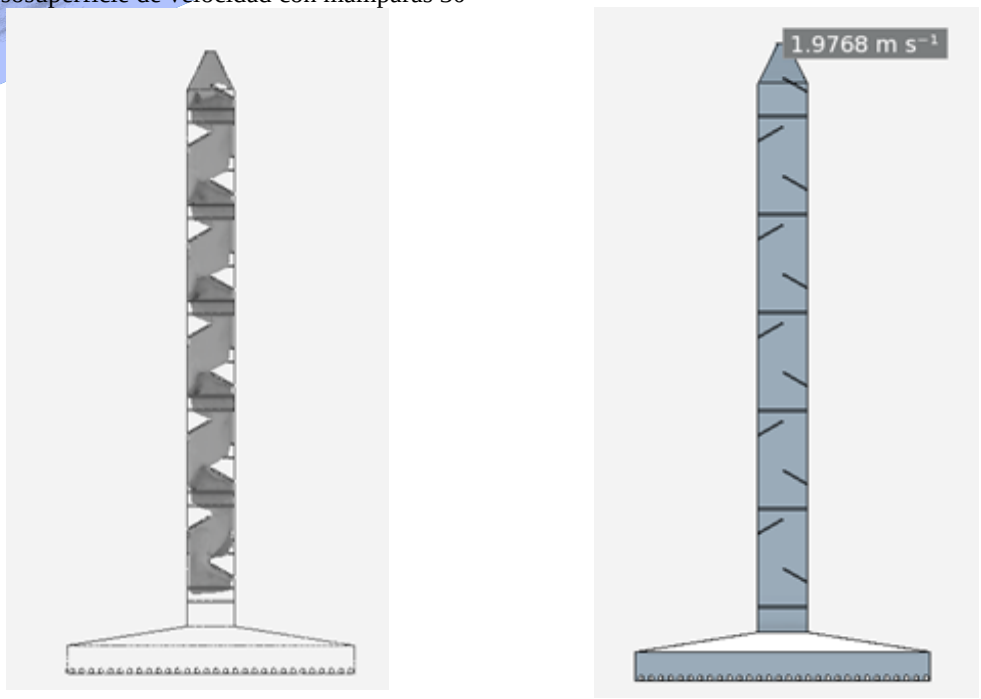
En la Figura 7 se observan los vectores de velocidad representan superficies en el modelo donde el flujo alcanza la misma magnitud de velocidad. En las superficies se puede visualizar que son bajas y podemos analizar que el comportamiento del flujo es ascendente en áreas específicas, podemos identificar que en la charola es donde encontramos la velocidad de 0.0036077 m/s que son cercana a cero que indica que hay estancamiento, mientras que en la torre se tiene baja velocidad con un valor de 0.371 m/s en la parte baja de la torre.

Este análisis proporciona una visión detallada del comportamiento del flujo dentro del destilador, mostrando que el aire tiende a concentrarse preferentemente en las uniones de los vidrios. Sin embargo, de manera efectiva, canaliza el flujo hacia la torre, optimizando así la circulación y permitiendo un tránsito adecuado del aire hacia su salida en la parte superior.

4.3 Resultados para el Ángulo de 30°

En la Figura 8, se observa el desplazamiento del aire en un patrón de espiral cerrada y ascendente dentro de la torre, ocupando completamente su volumen interno. Esta trayectoria permite que el flujo de aire interactúe con ambas caras de cada mampara a lo largo de su recorrido, lo cual facilita un contacto efectivo. La velocidad de salida registrada es de 1.9768 m/s, validando el comportamiento de flujo deseado.

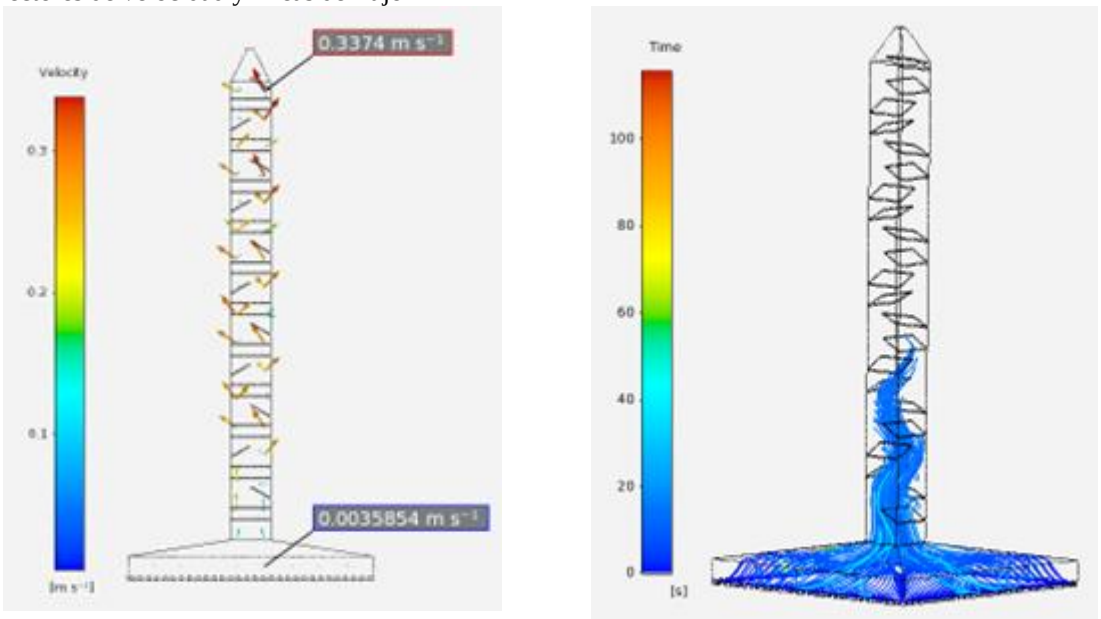
Figura 8
Isosuperficie de velocidad con mamparas 30°



(a) Isosuperficie de la torre (b) velocidad de salida de la torre

El flujo de aire al interior de la torre registra una velocidad máxima calculada de 2.0833 m/s. Este valor representa la velocidad pico alcanzada en el flujo ascendente, evidenciando áreas de mayor impulso dentro de la estructura de la torre y facilitando el análisis de la eficiencia de diseño en cuanto a la dinámica de movimiento del aire.

Figura 9
Vectores de velocidad y líneas de flujo



(a) Velocidades al interior (b) Líneas de corriente

Se encontró que el tiempo calculado de 115.45 s en las líneas de corriente indica el tiempo de tránsito o tiempo de residencia del aire mientras sigue su trayectoria a lo largo de las líneas de corriente dentro del dominio simulado. Este tiempo permite analizar cuánto tarda el aire en recorrer la ruta específica desde las perforaciones de entrada hasta su salida en la parte superior de la torre. Es particularmente útil para evaluar la eficiencia del diseño de un sistema en términos de transferencia de masa, mezcla, o intercambio de calor.
En la Figura 9 se observan los vectores de velocidad representan superficies en el modelo donde el flujo alcanza la misma magnitud de velocidad. En las superficies se puede visualizar que son bajas y podemos analizar que el comportamiento del flujo es ascendente en áreas específicas, podemos identificar que en la charola es donde encontramos la velocidad de 0.0035854 m/s que son cercana a cero que indica que hay estancamiento, mientras que en la torre se tiene baja velocidad con un valor de 0.3374 m/s cercanas a la salida de la torre.
A continuación, se presenta una comparación entre los resultados obtenidos para los ángulos de 0° y 30° en términos de flujo de aire y velocidad de salida, destacando los aspectos de mejora o empeoramiento:

Patrón de Flujo:

Ángulo de 0°: El flujo de aire sigue un patrón de espiral cerrada ascendente dentro de la torre, ocupando el volumen interno y garantizando el contacto con ambas caras de cada mampara. Este patrón ayuda a optimizar la eficiencia de transferencia de calor y contacto con las superficies internas.

Ángulo de 30°: Aunque el patrón de flujo también es de espiral cerrada y ascendente, el ángulo incrementado permite una interacción más dinámica con las mamparas, lo cual podría mejorar la mezcla y la eficiencia térmica, ya que el flujo de aire interactúa de forma diferente con las superficies inclinadas.

Velocidad de Salida:

Ángulo de 0°: La velocidad de salida registrada en el modelo es de 1.9711 m/s.

Ángulo de 30°: Se observa una leve mejora en la velocidad de salida, alcanzando 1.9768 m/s. Este aumento sugiere un flujo más libre y menos estancado, lo cual puede ser beneficioso para la dinámica de escape de aire en la torre.

Velocidad Máxima en la Torre:

Ángulo de 0°: La velocidad máxima alcanzada dentro de la torre es de 2.0649 m/s.

Ángulo de 30°: Con el incremento del ángulo de las mamparas, la velocidad máxima en la torre aumenta ligeramente a 2.0833 m/s. Esto refleja un flujo más rápido en algunas áreas, posiblemente debido a la redirección que genera el ángulo de 30°, lo cual podría favorecer la transferencia de calor y mezcla.

Tiempo de Residencia:

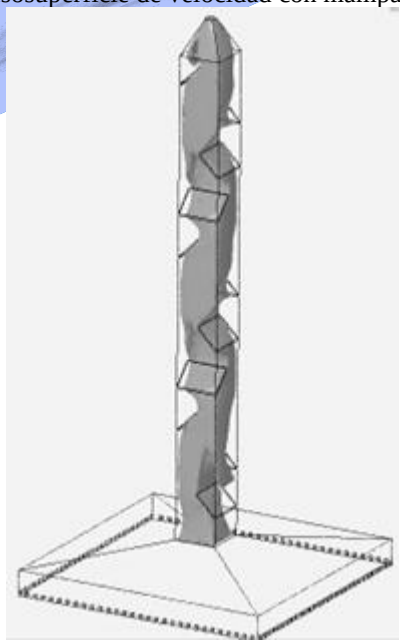
Ángulo de 0°: El tiempo de residencia calculado es de 78.9 s, lo cual indica que el aire se desplaza de manera más rápida a lo largo de su recorrido, con menos interacción en las zonas de estancamiento.

Ángulo de 30°: Al aumentar el ángulo, el tiempo de residencia se eleva a 115.45 s. Este incremento indica un mayor tiempo de contacto y una mayor exposición del aire a las superficies internas de la torre, lo cual puede resultar beneficioso para ciertos procesos de transferencia térmica o de masa.

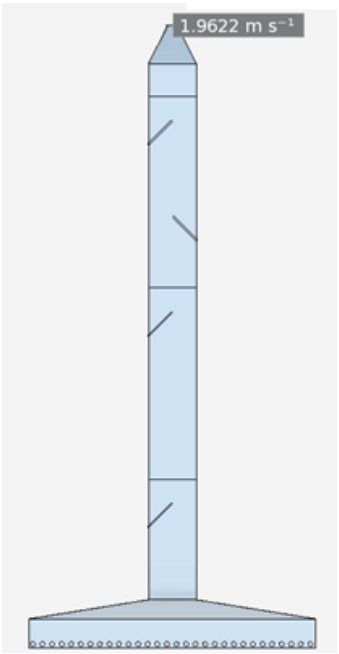
4.4 Resultados para el Ángulo de 45°

En la Figura 10, se observa el desplazamiento del aire en un patrón de espiral alargada y ascendente dentro de la torre, ocupando completamente su volumen interno. Esta trayectoria permite que el flujo de aire interactúe con ambas caras de cada mampara a lo largo de su recorrido, lo cual facilita un contacto efectivo. La velocidad de salida registrada es de 1.9622 m/s, validando el comportamiento de flujo deseado.

Figura 10
Isosuperficie de velocidad con mamparas 45°



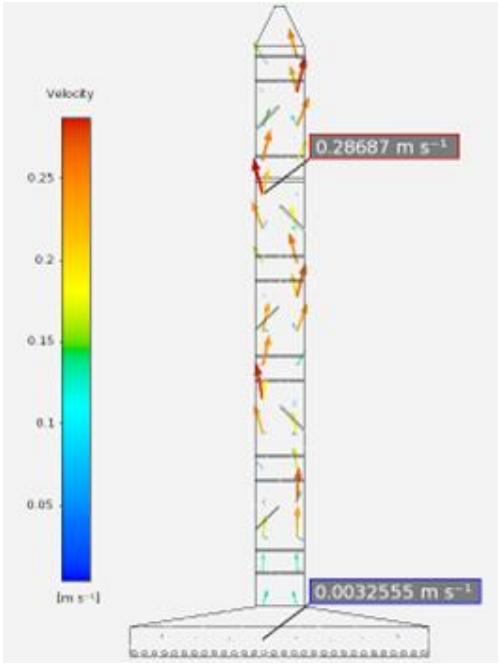
(a) Isosuperficie de la torre



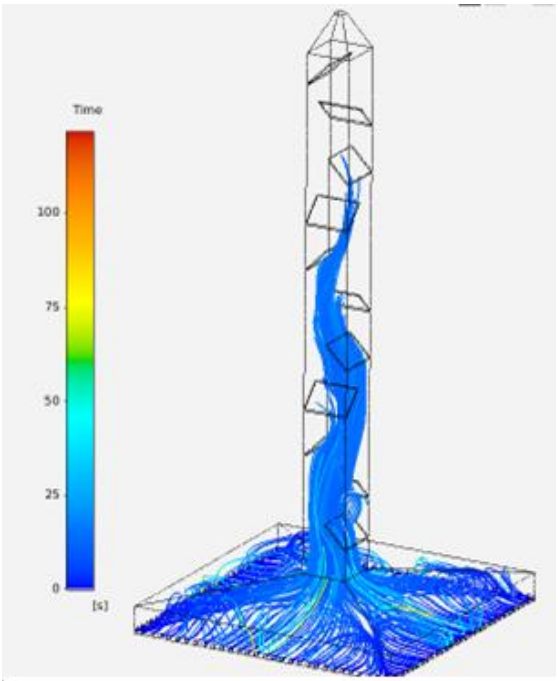
(b) velocidad de salida de la torre

El flujo de aire al interior de la torre registra una velocidad máxima calculada de 2.0328 m/s. Este valor representa la velocidad pico alcanzada en el flujo ascendente, evidenciando áreas de mayor impulso dentro de la estructura de la torre y facilitando el análisis de la eficiencia de diseño en cuanto a la dinámica de movimiento del aire.

Figura 11
Vectores de velocidad y líneas de flujo



(a) Velocidades al interior



(b) Líneas de corriente

Se encontró que el tiempo calculado de 121.52 s en las líneas de corriente indica el tiempo de tránsito o tiempo de residencia del aire mientras sigue su trayectoria a lo largo de las líneas de corriente dentro del dominio simulado. Este tiempo permite analizar cuánto tarda el aire en recorrer la ruta específica desde las perforaciones de entrada hasta su salida en la parte superior de la torre. Es particularmente útil para evaluar la eficiencia del diseño de un sistema en términos de transferencia de masa, mezcla, o intercambio de calor.

En la Figura 11 se observan los vectores de velocidad representan superficies en el modelo donde el flujo alcanza la misma magnitud de velocidad. En las superficies se puede visualizar que son bajas y podemos analizar que el comportamiento del flujo es ascendente en áreas específicas, podemos identificar que en la charola es donde encontramos la velocidad de 0.0032555 m/s que son cercana a cero que indica que hay estancamiento, mientras que en la torre se tiene baja velocidad con un valor de 0.28687 m/s en la parte media alta de la torre.

Realizando una comparación directa de los resultados para los ángulos de 0°, 30° y 45°, con un enfoque en el comportamiento del flujo de aire y la velocidad de salida:

Patrón de Flujo:

0°: El flujo sigue un patrón de espiral cerrada y ascendente que ocupa todo el volumen de la torre. Este patrón facilita el contacto continuo del aire con ambas caras de las mamparas, optimizando la eficiencia de mezcla y transferencia de calor.

30°: Se mantiene el patrón de espiral cerrada, pero el ángulo permite una interacción más dinámica entre el aire y las mamparas, promoviendo un contacto más activo y una mezcla más efectiva dentro de la torre.

45°: El patrón se convierte en una espiral más alargada, lo que reduce el contacto del flujo con las mamparas, disminuyendo la eficiencia de mezcla y transferencia de calor en este ajuste.

Velocidad de Salida:

0°: La velocidad de salida registrada es de 1.9711 m/s.

30°: Se observa una ligera mejora, alcanzando 1.9768 m/s, lo cual indica una menor resistencia al flujo y una salida más constante del aire.

45°: La velocidad de salida disminuye ligeramente a 1.9622 m/s, sugiriendo un aumento en la resistencia al flujo con este ángulo más pronunciado.

Velocidad Máxima en la Torre

0°: La velocidad máxima dentro de la torre es de 2.0649 m/s.

30°: Con el ángulo de 30°, la velocidad máxima aumenta ligeramente a 2.0833 m/s, sugiriendo una mejor redirección del flujo ascendente en este ángulo.

45°: La velocidad máxima disminuye a 2.0328 m/s, lo que implica una menor eficiencia en la dinámica del flujo ascendente.

Tiempo de Residencia:

0°: El tiempo de residencia del aire es de 78.9 s, indicando un desplazamiento relativamente rápido del aire por la torre con menor interacción en zonas de estancamiento.

30°: Al incrementar el ángulo, el tiempo de residencia se eleva a 115.45 s, lo cual sugiere un mayor tiempo de contacto del aire con las superficies internas, beneficiando procesos de transferencia de calor y masa.

45°: El tiempo de residencia aumenta aún más a 121.52 s, reflejando una mayor retención del flujo de aire, lo cual podría disminuir la eficiencia si se desea un flujo más dinámico.

4.5 Comparación Global

Del análisis de los datos de la Tabla 1, sobre la caída de presión y el análisis de la velocidad de salida en función del ángulo de las mamparas, presenta un comparativo de los efectos que tienen distintos ángulos de mamparas en la caída de presión y en la velocidad de salida. Se observa que el uso de mamparas, a diferentes ángulos, influye tanto en la resistencia del flujo de aire (caída de presión) como en la velocidad a la que el aire abandona la torre.

En la Tabla 1 también se compara el flujo de aire sin mamparas contra el flujo con mamparas a 0°, 30° y 45°. La presencia de mamparas incrementa la caída de presión y, en menor medida, la velocidad de salida, lo cual indica una modificación en la resistencia y el patrón de flujo debido a la presencia de estas estructuras.

Tabla 1

Comparativo de ángulo de mampara, caída de presión y velocidad de salida

Angulo mamparas	Caída de presión [Pa]	Velocidad de salida [m/s]
Sin mampara	2.3732	1.9561
0	3.2406	1.9711
30	3.2422	1.9768
45	2.5305	1.9622

Realizando una comparación especifica de los resultados para los ángulos de 0°, 30° y 45°, con un enfoque en el ángulo de las mamparas, caída de presión y velocidad de salida:

Caída de Presión:

Sin Mampara: La caída de presión inicial es de 2.3732 Pa.

Ángulo de 0° y 30°: Se observa el mayor incremento en la caída de presión, alcanzando valores cercanos a 3.24 Pa para ambos ángulos. Esto indica que estos ángulos generan una resistencia considerable, probablemente debido a un contacto más efectivo del aire con las mamparas.

Ángulo de 45°: La caída de presión disminuye a 2.5305 Pa, sugiriendo que este ángulo permite un flujo más libre en comparación con 0° y 30°, aunque sigue ofreciendo resistencia con relación al sistema sin mamparas.

Velocidad de Salida:

Sin Mampara: La velocidad de salida del aire es de 1.9561 m/s.

Ángulo de 0° y 30°: La velocidad de salida aumenta ligeramente a 1.9711 m/s y 1.9768 m/s, respectivamente. Esto indica que estos ángulos ayudan a canalizar el flujo hacia la salida con una leve mejora en la velocidad.

Ángulo de 45°: La velocidad de salida disminuye a 1.9622 m/s, situándose cerca del valor sin mampara. Esto sugiere que, aunque el ángulo de 45° permite un flujo más libre, reduce también la eficiencia en la aceleración del aire hacia la salida.

Tabla 2

Comparativo del ángulo, velocidad de salida y tiempo de residencia

Ángulo de Mamparas	Velocidad de Salida (m/s)	Tiempo de Residencia (s)
Sin Mamparas	1.9561	123.81
0°	1.9711	78.9
30°	1.9768	115.45
45°	1.9622	121.52

En la Tabla 2 se observa que los ángulos de 0° y 30° parecen ofrecer un balance favorable entre la velocidad de salida y el tiempo de residencia, optimizando la eficiencia del sistema, mientras que el ángulo de 45°, aunque permite un flujo más libre, puede resultar en una menor velocidad de salida y un mayor tiempo de residencia, lo que podría no ser ideal para la operación del destilador solar.

CONCLUSIONES

En términos generales, el ángulo de 30° es el más favorable, optimizando el patrón de flujo, la velocidad de salida y máxima, así como el tiempo de residencia, proporcionando un flujo eficiente y una interacción adecuada con las superficies internas de la torre. Por otro lado, el ángulo de 45° introduce un tiempo de residencia más prolongado, pero disminuye ligeramente la velocidad de salida y la velocidad máxima del flujo, lo cual puede comprometer la eficiencia en ciertos diseños donde se requiera un flujo más rápido.

La configuración de las mamparas tiene un impacto significativo en el rendimiento del flujo de aire dentro del destilador solar. Los ángulos de 0° y 30° demuestran ser los más efectivos, ya que logran una velocidad de salida relativamente alta y un tiempo de residencia que, aunque mayor, no compromete la eficiencia del flujo. En contraste, el ángulo de 45° presenta una disminución en la velocidad de salida y un aumento en el tiempo de residencia, lo que sugiere que este diseño podría resultar en un estancamiento del flujo y una menor eficiencia en la transferencia de calor. Por lo tanto, para optimizar el rendimiento del destilador solar, se recomienda considerar la implementación de mamparas en ángulos de 0° o 30°, que equilibran adecuadamente la velocidad de salida y el tiempo de contacto del aire con las superficies internas, favoreciendo así la eficiencia del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

Selmi, M., Al-Khawaja, M. J., & Marafia, A. (2007). Validation of CFD simulation for flat plate solar energy collector. Renewable Energy, 33(3), 383-387. https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.02.003

Tagliafico, L. A., Scarpa, F., & De Rosa, M. (2013). Dynamic thermal models and CFD analysis for flat-plate thermal solar collectors – A review. Renewable And Sustainable Energy Reviews, 30, 526-537. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.023

Escenario sociocultural de comunidades rurales del Norte-Noreste de Guanajuato

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.818

Agustín Córdova Grimaldi, María Mercedes Sáenz Velázquez, Héctor Omar Aguilar Mendoza

Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato: agustíncordova@utng.edu.mx
Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato: mercedessaenz@utng.edu.mx
Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato: hector.aguilar@utng.edu.mx

Linea de investigación: Desarrollo Sustentable

Resumen

La cultura en México es sin duda una gran fortaleza establecido en una importante línea del tiempo en la que se puede observar los usos y costumbres de nuestros ancestros, considerando el antes, durante y después de la invasión española, fundamentado en las tradiciones que se van heredando de generación en generación hasta llegar a nuestros días. Es por demás interesante considerar la intervención de los habitantes en la actualidad, ello puede ofrecer una idea de lo que ocurre en los diversos espacios en el territorio nacional, actividades que desarrollan de manera individual o grupal, el impacto que se obtiene con la participación de cada persona en su diario quehacer.

Los Estados Unidos Mexicanos tiene innumerables comunidades rurales, las cuales observan muy diversas tradiciones y costumbres que los hace especiales, con ello llaman la atención de propios y extraños, los cuales quedan maravillados con lo presencian en cada acto social y cultural de cada espacio del país.

En el norte y noreste del Estado de Guanajuato se toman comunidades como muestra a fin de revisar su participación en el cuidado del medio ambiente, en los eventos sociales y culturales con el propósito de verificar el nivel o grado de desarrollo basado en los criterios mencionados.

En el presente escrito se indica la participación de las personas que habitan comunidades rurales en la toma de decisiones que apoyan el desarrollo social y cultural de la misma, apoyándose cuando es necesario o, en su caso realizando actividades de manera individual, todo ello en beneficio particular y general, el resultado es de resaltar ya que acude mucha gente a los diversos eventos que en la misma se desarrollan; festividades religiosas como semana santa, posadas (navidad), santo patrono entre otras lo que enaltecen con un fervor admirable. Por otro lado, las festividades sociales como bodas, quince años, bautismo e inclusive primera comunión ayudan a fortalecer la unión entre los mismos.

Palabras Clave: Agenda 20-30, Desarrollo sustentable, Escenario sociocultural, Comunidad Rural.

Abstract

The culture in Mexico is without a doubt a great strength established in an important timeline in which you can observe the uses and customs of our ancestors, considering the before, during and after the Spanish invasion, based on the traditions that go away. inheriting from generation to generation until reaching the present day. It is very interesting to consider the intervention of the inhabitants today, this can offer an idea of what happens in the various spaces in the national territory, activities that they carry out individually or in groups, the impact that is obtained with the participation of each person in their daily work.

The United Mexican States has countless rural communities, which observe very diverse traditions and customs that make them special, thereby attracting the attention of locals and strangers, who are amazed by what they witness in each social and cultural event in each space of the country.

In the north and northeast of the State of Guanajuato, communities are taken as a sample to review their participation in the care of the environment, in social and cultural events with the purpose of verifying the level or degree of development based on the criteria.

This document indicates the participation of people who live in rural communities in making decisions that support their social and cultural development, supporting them when necessary or, where appropriate, carrying out activities individually, all for the benefit particular and general, the result is worth highlighting since many people come to the various events that take place there; religious festivities such as Easter, posadas (Christmas), patron saint among others, which they praise with admirable fervor. On the other hand, social festivities such as weddings, fifteen years, baptism and even first communion help strengthen the union between them.

Keywords: *Agenda 20-30, Sustainable development, Sociocultural scenario, Rural Community.*

INTRODUCCIÓN

Si algo tiene México, es su cultura, la cual es admirada por personas de otros países, basta observar miles de visitantes a los diversos eventos dispersos a lo largo del territorio nacional, actividades desarrolladas a lo largo del año, donde siempre tiene ese "toque" que lo hace atractivo nacional e internacionalmente.

La sociedad, en sus diversos núcleos de población, llevan a la ciudadanía a generar lazos de amistad estrechos basados en usos y costumbres característicos de cada zona de México, ello respaldado por la cultura que enriquece la relación de las personas que habitan diversos espacios de la nación. En tal caso, al observar lo vivido en el sur, centro y norte del país se pueden encontrar diferencias notables, desde dialectos (hablados afortunadamente en diversas partes), adoración a los muertos, festividades familiares, festividades al santo patrono del municipio o comunidad rural, y muchos más que podrían indicarse.

El escenario sociocultural, ofrece ese lazo de comportamiento diverso entre habitantes, entender que el contexto en que se encuentran es por demás importante en la adquisición de conductas a través del aprendizaje adquirido por las personas que rodean a los semejantes, esto lleva a hacer o no hacer determinadas actividades.

En la región, específicamente se aplica de manera aleatoria un cuestionario a personas habitantes de estos espacios, de tal manera que este artículo ofrece un panorama general de comunidades rurales de la zona norte y noreste del Estado de Guanajuato relacionadas con el escenario sociocultural, establecido en la agenda 2030.

DESARROLLO

Las comunidades rurales de México conservan una riqueza cultural importante que con el paso del tiempo se han ido fortaleciendo a través de la herencia generada por los ancestros de manera puntual, de esta manera, gran número de personas siguen con los usos y costumbres de familiares que les antecedieron, alcanzando un significado importante para la sociedad y que, en la actualidad continúan con la práctica de manera constante. Es atractivo, ya que fortalece la relación de amistad con habitantes del entorno y fuera del mismo, a través de la convivencia periódica entre los pobladores. Las actividades diversas desarrolladas son muchas veces copiadas gracias al resultado obtenido en el lugar donde se lleva a cabo.

La participación de ancianos y jóvenes en las actividades que se llevan a cabo en la comunidad es muy importante, de ello depende el éxito o fracaso de estas, alcanzado lo deseado inicialmente para volverlo a intentar, e inclusive no hacerlo más.

En el presente documento se realiza una investigación en comunidades rurales del norte y noreste del estado del Estado de Guanajuato, buscando encontrar aquellas costumbres que tienen los habitantes de las mismas.

OBJETIVO GENERAL

Identificar el escenario sociocultural de comunidades rurales de municipios de la zona norte y noreste del estado de Guanajuato, considerando lo estipulado en la agenda 2030.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer el nivel de participación de los habitantes de comunidades rurales que apoyan a fortalecer la relaciones entre los mismos
2. Identificar el grado de participación en eventos culturales y sociales.

OBJETO DE ESTUDIO

Situación sociocultural de las comunidades rurales del Norte y Noreste del Estado de Guanajuato, a fin de conocer el modus vivendi de las personas que habitan estos espacios y lo que realizan para fortalecer los lazos de unión a través del trabajo individual y/o en conjunto a través de usos y costumbres practicados a través del tiempo.

METODOLOGIA

Se llevó a cabo un estudio exploratorio, aleatorio, utilizando la investigación cualitativa y cuantitativa, aplicando como instrumento un cuestionario a habitantes de diversas comunidades rurales. Se aborda a la persona que se encuentra en calle y se le pide apoyo para contestar una serie de preguntas, a los que acceden de manera atenta, finalmente se agradece su participación.

Agenda 20-30:

La **Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible es un** plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad, tiene por objeto fortalecer la paz universal dentro de un concepto más amplio de la libertad. Reconocemos que la erradicación de la pobreza en todas sus formas y dimensiones, incluida la pobreza extrema, es el mayor desafío a que se enfrenta el mundo y constituye un requisito indispensable para el desarrollo sostenible; fue adoptada por los **Estados Miembros de las Naciones Unidas** en la Asamblea General de la ONU el 25 de septiembre de 2015. Este plan global incluye 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con la finalidad de erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar la paz y prosperidad para 2030 (Asamblea General de la ONU, 2015,p.1).

Desarrollo sostenible:

El desarrollo sostenible es la idea de que todas las personas deberían tener acceso a las oportunidades económicas, sociales y ambientales necesarias para vivir una vida digna, al mismo tiempo que se preservan los recursos y el medio ambiente para las generaciones futuras. (Sachs,2015,párr.33,36 y 40)

Escenario sociocultural:

Éste se define como un entorno espaciotemporal que contiene un rico entramado de relaciones personales, con actores dotados de intenciones, motivos y metas, que realizan actividades y tareas significativas para la cultura y que, siguiendo determinados formatos interactivos y tipos de discurso, negocian una representación compartida del contenido de estas. (Rodrigo,2014,párr.227)

Comunidad Rural:

La población rural es el conjunto de personas que vive en el campo en localidades con menos de 2,500 habitantes. La población rural suele disponer de escasos medios de transporte y de servicios públicos como el agua potable, gas natural o cloacas. Además, existen pocos medios de transporte público y la mayoría de las personas utilizan sus propios medios como autos, motos, bicicletas y caballos. Se caracterizan por la predominancia de la agricultura y la ganadería, por lo que la mayoría de las personas que viven allí tienen trabajos relacionados con estas actividades. (Sposob, 2024,párr.1-4)

FASES DEL DESARROLLO

La investigación se realiza por primera ocasión a través de la aplicación de un cuestionario a 20 comunidades rurales de diversos municipios del norte y noreste del Estado de Guanajuato, el instrumento se crea considerando los objetivos de la agenda 20-30, se acude a las comunidades, y de manera aleatoria se abordan personas que se encuentran en calle y se tocan puertas de casas habitación como se observa en la imagen 1, se solicita apoyo para contestar el cuestionario. Es importante mencionar que no hubo resistencia de las personas entrevistadas, accedieron de manera amable a los cuestionamientos establecidos en el documento preestablecido, posteriormente, con los cuestionarios resueltos, se tabula y analiza la información obtenida.

Imagen 1



RESULTADOS

Análisis de gráfico 1

- **Secundaria:** Es el nivel educativo más común en la comunidad, con un promedio de 198 personas equivalente al 49.6%, indicando que la mayoría de las personas han completado al menos la educación secundaria.
- **Preparatoria:** Le sigue la preparatoria con 115 personas, equivalente al 28.8%. Aunque es un nivel importante, la cantidad es considerablemente menor que la secundaria, lo que sugiere que no todas las personas que terminan la secundaria continúan con estudios superiores.
- **Primaria:** Con 61 personas en promedio, la primaria muestra un nivel de educación básico que la mayoría de las personas ha alcanzado.
- **Licenciatura:** El número de personas con estudios universitarios (licenciatura) es significativamente menor, con solo 20 personas en promedio. Esto indica que una proporción más pequeña de la población ha completado una carrera universitaria.
- **No estudió:** Un número muy reducido de personas, apenas 3 en promedio, no ha tenido acceso a ningún tipo de educación formal.
- **Maestría:** El nivel de maestría es el menos común, con solo 2 personas en promedio. Esto sugiere que los estudios de posgrado son menos accesibles o poco comunes en la comunidad.

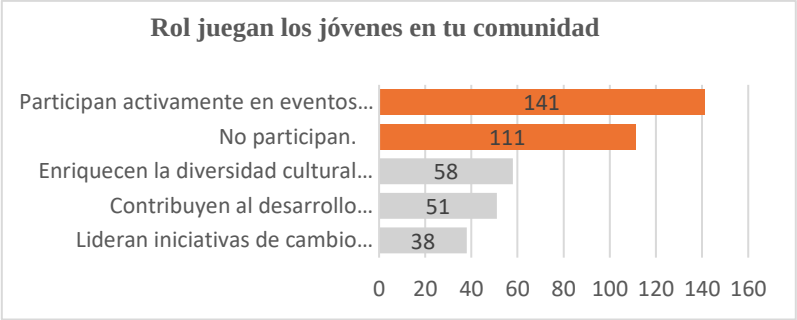
Gráfico 1



El gráfico 2 indica:

- **Participación en eventos y actividades comunitarias:** Esta es la actividad más común entre los jóvenes, con 141 respuestas, que equivale al 35.33%. Esto sugiere que muchos jóvenes están comprometidos con su comunidad y buscan aportar energía y nuevas ideas.
- **No participan:** A pesar de la alta participación en eventos comunitarios, 111personas, equivalente al 27.8% indica que no participan en ninguna actividad comunitaria.
- **Enriquecen la diversidad cultural:** Un número considerable de jóvenes (58) contribuye a enriquecer la diversidad cultural de la comunidad a través de la música, el arte y otras expresiones culturales.
- **Contribuyen al desarrollo económico:** Un poco menos de jóvenes (51) están involucrados en el desarrollo económico de la comunidad, ya sea en emprendimiento o la creación de nuevos negocios.
- **Lideran iniciativas de cambio social y ambiental:** Un número menor de jóvenes (38) se dedica a liderar iniciativas de cambio social y ambiental, organizando campañas y proyectos para mejorar la calidad de vida.

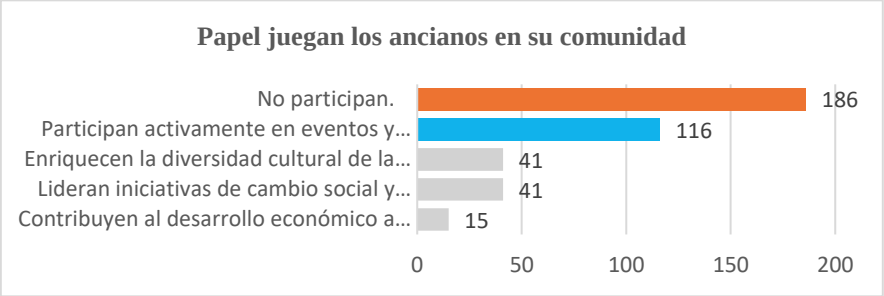
Gráfico 2



Analizando el gráfico 3, señala:

- **No participan (186):** El 46.6% mencionaron que los adultos mayores no participan en ninguna actividad comunitaria. Esto sugiere que una gran proporción de personas mayores en esta comunidad no se involucra activamente en la vida social o en proyectos comunitarios.
- **Participan activamente en eventos y actividades comunitarias (116):** A pesar del alto número de personas que no participan, el 29% de adultos mayores sí se involucra en eventos y actividades comunitarias, aportando su experiencia y conocimientos.
- **Enriquecen la diversidad cultural (41):** Un grupo más pequeño de adultos mayores contribuye a enriquecer la diversidad cultural de la comunidad a través de actividades como la música, el arte, etc.
- **Lideran iniciativas de cambio social y ambiental (41):** Similar al punto anterior, un grupo de adultos mayores también se involucra en liderar iniciativas para mejorar la comunidad.
- **Contribuyen al desarrollo económico (15):** La participación de adultos mayores en actividades económicas como el emprendimiento es la menos común según los datos,

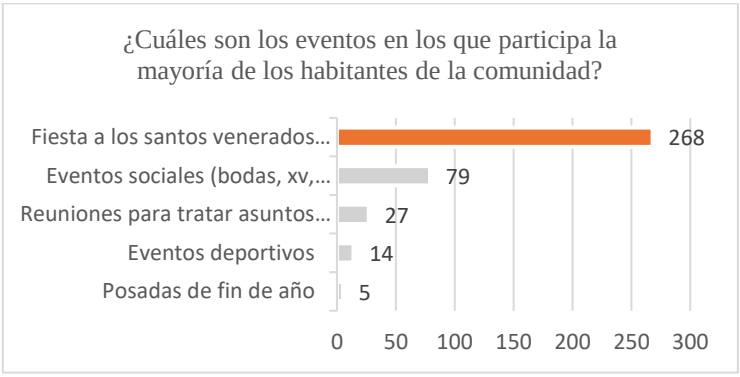
Gráfico 3



En el gráfico 4 encontramos:

- **Fiestas religiosas:** La actividad que reúne a más personas en la comunidad son las fiestas en honor a los santos venerados. Con 268 participantes equivalente al 67%, es el evento más popular, lo que sugiere una fuerte conexión religiosa y tradiciones arraigadas en la comunidad.
- **Eventos sociales:** Los eventos sociales como bodas, XV años y bautizos también tienen una participación considerable, con 79 personas, equivalentes al 19.7%. Esto indica que los habitantes valoran las celebraciones familiares y comunitarias.
- **Reuniones comunitarias:** Las reuniones para tratar asuntos de la comunidad, aunque con una menor participación (27 personas), muestran un interés por la vida cívica y la toma de decisiones colectivas.
- **Eventos deportivos y posadas:** Los eventos deportivos y las posadas de fin de año tienen la menor participación, con 14 y 5 personas respectivamente; lo cual, podría indicar que estos tipos de eventos son menos populares en la comunidad o simplemente hay menos oportunidades para participar

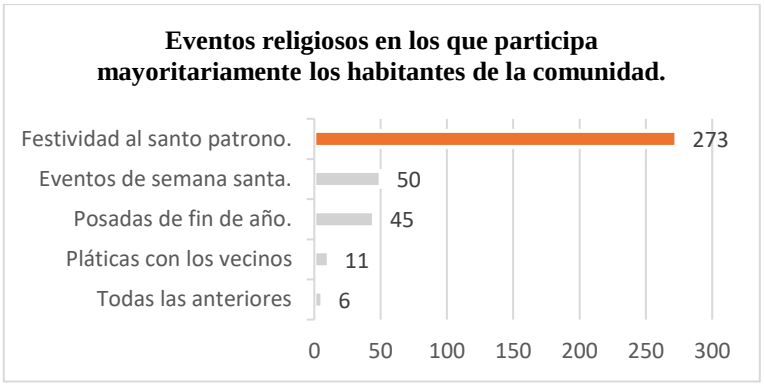
Gráfico 4



Respuestas al gráfico 5:

- **Festividad al santo patrono:** Con 68.4% es el evento religioso más popular en la comunidad, con una participación de 273 personas. Esto indica una fuerte devoción al santo patrono y una tradición arraigada en la comunidad.
- **Eventos de Semana Santa:** Los eventos relacionados con la Semana Santa también tienen una participación considerable, con 50 personas equivalente al 12.53%. Esto sugiere que las celebraciones religiosas de Semana Santa son importantes para los habitantes.
- **Posadas de fin de año:** Las posadas, una tradición navideña, cuentan con una participación de 45 personas, lo que indica que estas celebraciones también son relevantes para la comunidad.
- **Pláticas con los vecinos y todas las anteriores:** Estos dos últimos eventos tienen una participación mucho menor, lo que sugiere que las actividades más formales o que involucran a un grupo más amplio de personas son las más populares.

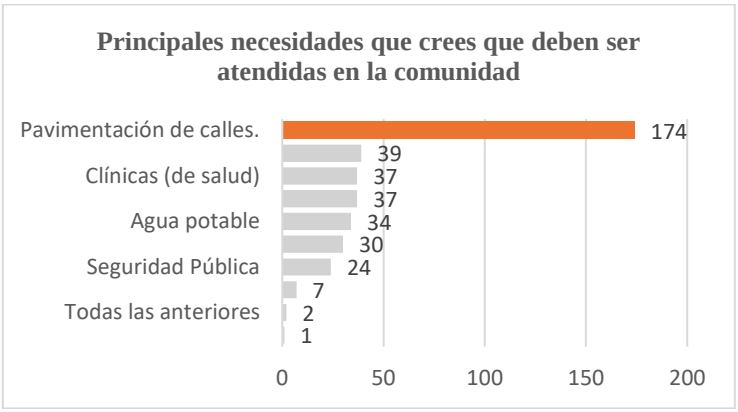
Gráfico 5



Análisis de gráfico 6:

- **Pavimentación de calles:** Es la necesidad más urgente con 174 respuestas, que representa el 43.6%. Esto indica que la calidad de las calles es una preocupación importante para la comunidad.
- **Escuelas, clínicas y espacios públicos:** Estas tres necesidades tienen una puntuación similar, alrededor de 37-39 respuestas cada una, lo equivalente al 27%. Esto sugiere que la educación, la salud y los espacios de recreación son también prioridades para los habitantes.
- **Agua potable, servicio de limpieza y seguridad pública:** Estas necesidades siguen siendo importantes para la comunidad, aunque con una menor cantidad de respuestas.
- **Luz, todas y drenaje:** Estas necesidades tienen una puntuación muy baja, lo que indica que son menos prioritarias para la mayoría de los encuestados, aunque no se pueden descartar por completo.

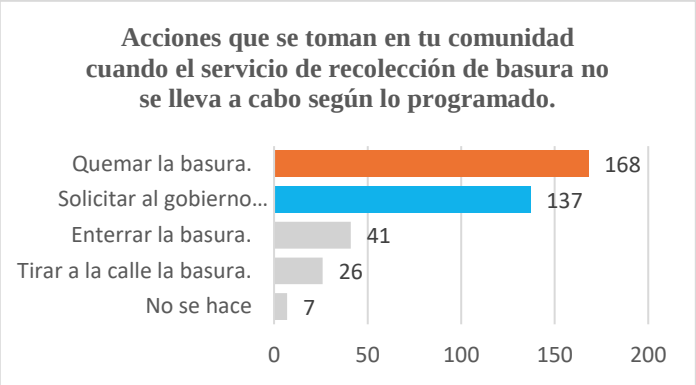
Gráfico 6



Análisis gráfico 7

- **Quemar la basura (168):** Esta es la acción más común con 42%. A pesar de ser perjudicial para el medio ambiente y la salud, muchas personas recurren a quemar la basura como una solución rápida al problema.
- **Solicitar al gobierno municipal (137):** El 34% decide comunicarse con el gobierno local para reportar el problema y solicitar una solución.
- **Enterrar la basura (41) y tirar la basura a la calle (26):** Estas acciones, aunque menos frecuentes, también son utilizadas por algunos habitantes para deshacerse de la basura. **No hacer nada (7):** Un pequeño porcentaje de personas simplemente no hace nada al respecto.

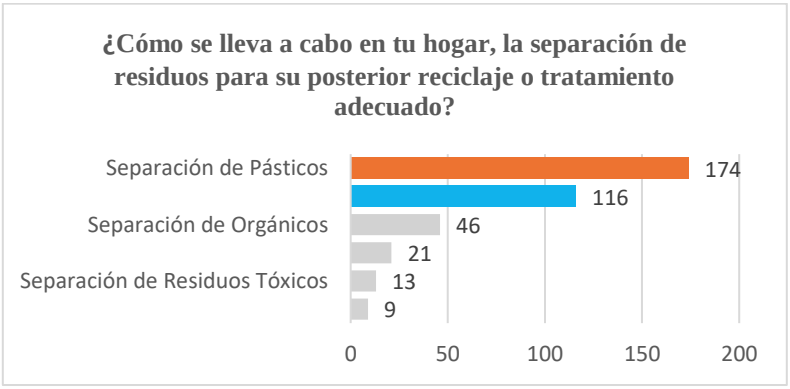
Gráfico 7



Análisis gráfico 8.

- **Separación de plásticos (174):** Es la práctica más común con 43.6%. Esto sugiere que muchas personas son conscientes de la importancia de reciclar los plásticos y toman medidas para hacerlo.
- **No se hace separación (116):** A pesar de que muchos hogares separan los plásticos, aún hay un 29% de hogares que no realizan ninguna separación de residuos. Esto podría indicar una falta de información, de acceso a servicios de reciclaje o de hábitos establecidos.
- **Separación de orgánicos (46):** La separación de residuos orgánicos, como restos de comida, también es una práctica común, aunque en menor medida que la separación de plásticos.
- **Separación de inorgánicos (21) y residuos tóxicos (13):** Estas prácticas son menos comunes, lo que sugiere que la separación de estos tipos de residuos aún no es una práctica generalizada.
- **Separación de todos los tipos de residuos (9):** Un pequeño porcentaje de hogares realiza la separación de todos los tipos de residuos, lo que indica un alto nivel de conciencia ambiental y compromiso con el reciclaje.

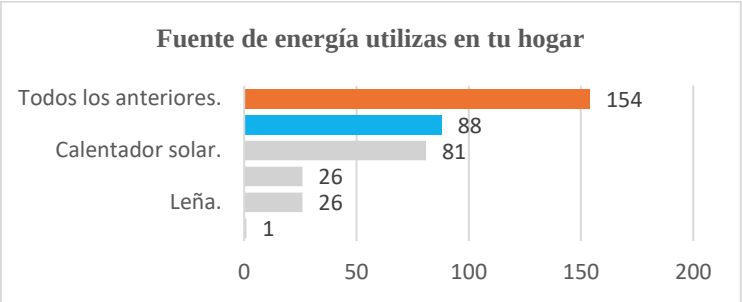
Gráfico 8



Análisis gráfico 9

- **Combinación de fuentes (Todos los anteriores):** La opción más popular es la combinación de varias fuentes de energía, con 154 hogares, equivalente al 38.6%. Esto sugiere que muchos hogares utilizan una mezcla de energías para satisfacer sus necesidades.
- **Electricidad (Luz):** La electricidad, específicamente para la iluminación, es la segunda fuente de energía más utilizada, con 88 hogares, equivalente al 22%. Esto indica que la electricidad es una parte fundamental del suministro energético en los hogares.
- **Energías renovables (Calentador solar):** El calentador solar ocupa el tercer lugar, con 81 hogares. Esto sugiere un creciente interés en las energías renovables y en aprovechar los recursos naturales.
- **Combustibles fósiles (Gas LP y Leña):** Tanto el gas LP como la leña tienen una participación similar, con 26 hogares cada uno. Estos combustibles fósiles siguen siendo utilizados en muchos hogares, a pesar de las alternativas más limpias.
- **Otras fuentes (Otro):** Solo un hogar reportó el uso de otras fuentes de energía no especificadas.

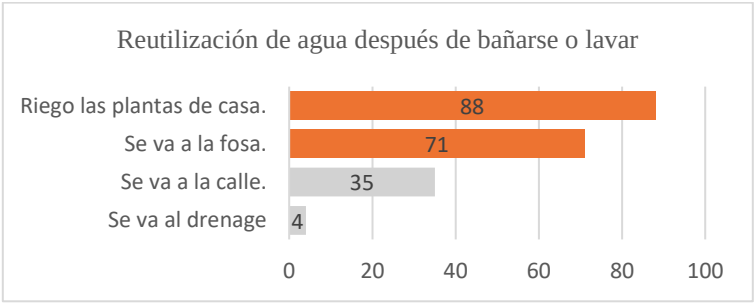
Gráfico 9



Análisis de gráfico 10

- **Riego de plantas (88):** Es la opción más popular, ya que un 22%, utiliza el agua de baño o lavado para regar sus plantas, lo cual es una práctica sostenible y que ayuda a ahorrar agua.
- **Desagüe a la fosa (71):** Esta opción también es bastante común con un 17.8%. El agua se dirige hacia una fosa séptica, donde se descompone de forma natural.
- **Desagüe a la calle (35):** Un número considerable de personas aún vierte el agua directamente a la calle, lo cual puede contaminar el suelo y las fuentes de agua.
- **Desagüe al drenaje (4):** Esta es la opción menos popular, y también la menos recomendable, ya que puede sobrecargar el sistema de drenaje y contribuir a la contaminación.

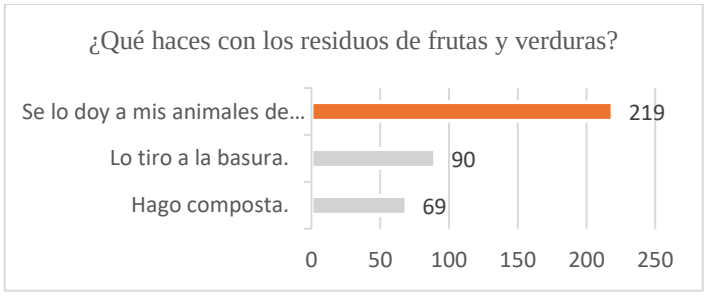
Gráfico 10



Análisis de gráfico 11

- **Alimentar a animales (219):** Es la práctica más común, ya que un 54.8% utiliza los residuos orgánicos para alimentar a sus animales de corral, lo cual es una forma de aprovechar estos residuos y reducir la cantidad de basura orgánica que se genera.
- **Tirar a la basura (90):** El 22.5% aún desecha en la basura común los residuos orgánicos. Esto puede contribuir a la generación de metano en los vertederos, un gas dañino de efecto invernadero.
- **Hacer composta (69):** Un número considerable de personas produce composta con estos residuos. El compost es un abono orgánico muy valioso para las plantas y jardines, y contribuye a la fertilidad del suelo.

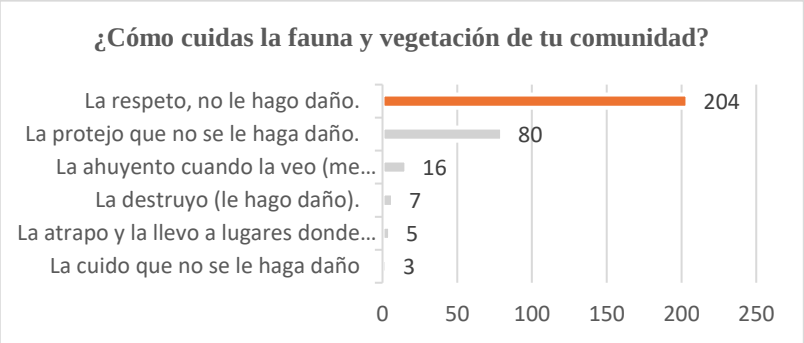
Gráfico 11



Análisis de gráfico 12

- El 51% **(204) expresan respeto hacia la fauna y vegetación**, evitando dañarla. Esto indica una conciencia ambiental y un interés por preservar el entorno natural.
- El 20% (**80) declara proteger a la fauna y vegetación de posibles daños**. Esto sugiere un compromiso activo con la conservación del medio ambiente.
- Por otro lado, un pequeño porcentaje de personas admite **ahuyentar a los animales (16) o incluso destruir la vegetación (7).** Esto podría indicar falta de conocimiento sobre la importancia de la biodiversidad o actitudes negativas hacia la naturaleza.
- Es importante destacar que un número muy bajo de personas **(5 y 3 respectivamente) atrapa a los animales para llevarlos a lugares donde se les cuida o simplemente los cuida para que no se les haga daño.** Esto sugiere que estas prácticas, aunque positivas, no son las más comunes entre los encuestados.

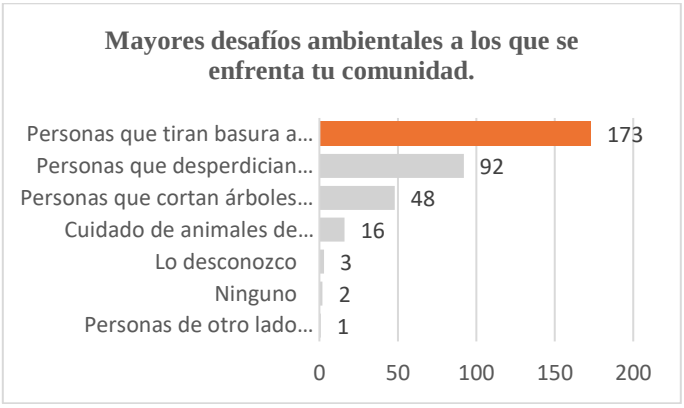
Gráfico 12



Análisis de gráfico 13

- **Basura en la calle (173):** Es el problema ambiental más destacado. El 43.3% señala que tirar basura en la calle o en el cerro es un problema grave en su comunidad. Esto indica un problema de gestión de residuos y falta de conciencia ciudadana.
- **Desperdicio de agua (92):** El 23% menciona que el desperdicio de agua es otro desafío importante. Esto podría deberse a fugas en las tuberías, hábitos de consumo irresponsables o falta de infraestructura adecuada para el tratamiento del agua.
- **Deforestación (48):** La tala de árboles para siembra o leña también es un problema significativo. La deforestación tiene consecuencias negativas para el medio ambiente, como la erosión del suelo, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático.
- **Cuidado de animales (16):** Aunque en menor medida, algunas personas mencionan el cuidado de animales de corral y domésticos como un desafío. Esto podría indicar problemas de bienestar animal o conflictos con la vida silvestre.
- **Desconocimiento (3) y ninguna respuesta (2):** Un pequeño porcentaje de personas no conoce los problemas ambientales de su comunidad o no considera que existan.

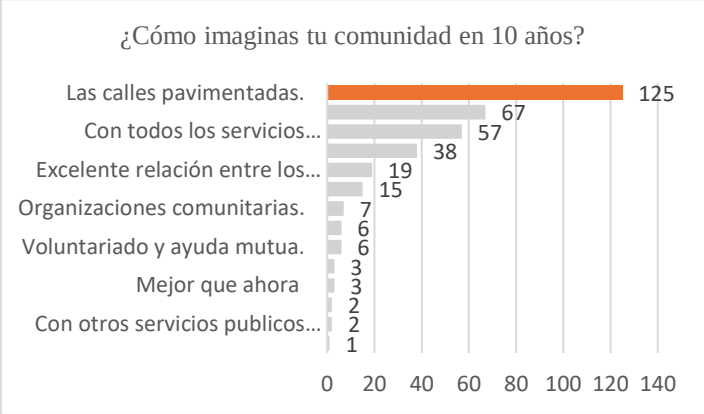
Gráfico 13



Análisis de gráfico 14

- **Infraestructura:** El 62.3% visualiza un futuro con calles pavimentadas y una mayor cantidad de árboles, lo que sugiere una preocupación por el embellecimiento y la sostenibilidad de la comunidad. Además, se espera una mejora en los servicios públicos, como el acceso a agua, electricidad e internet.
- **Relaciones sociales:** El 10% menciona que existe una expectativa positiva en cuanto a las relaciones entre los habitantes de la comunidad. Se espera una mejora en la comunicación y coordinación, así como el fortalecimiento de las redes de apoyo vecinal y el voluntariado.
- **Desarrollo comunitario:** Se valora el crecimiento de organizaciones comunitarias y el fomento de la autosuficiencia, lo que indica un deseo de fortalecer el tejido social y la capacidad de la comunidad para resolver sus propios problemas.
- **Conservación:** A pesar del énfasis en el desarrollo, también se valora la conservación de la situación actual, como se refleja en la opción "Igual que ahora".

Gráfico 14



DISCUSIÓN

Se plantea el escenario sociocultural como factor clave para lograr el desarrollo sostenible en las comunidades rurales de municipios de la zona norte y noreste del estado de Guanajuato; se llevó a cabo una investigación cuantitativa de tipo exploratoria y muestreo de tipo aleatorio, donde se aplicaron 399 encuestas a los habitantes de 20 comunidades; de acuerdo a los resultados se encontró que el nivel estudios que predomina es de nivel secundaria con un 49.6%, también que los que participan más activamente en las comunidades en eventos y actividades comunitarias son los jóvenes con un 35.3% contrastando con el papel de los ancianos, ya que un 46.6% de ellos no participa de manera activa; sin embargo habría que plantearse si los jóvenes en realidad están comprometidos con su comunidad y buscan aportar energía y nuevas ideas, al igual que vivir su religión o si es por todo lo demás que implica la festividad como comida, baile y diversión. El 17.8% dice valorar la diversidad cultural como un aspecto positivo, enfatizando la importancia de la armonía y el respeto mutuo entre todos los miembros de la comunidad. El evento que más festejan con un 68.4% es el del Santo Patrono, sin embargo, surge la misma pregunta, ¿lo hacen por fervor religioso o por diversión?, o una mezcla de ambas, ya que, al ser factores sociales normales, ambos pueden influir en el buen trato y ambiente que se vive dentro de la comunidad e incluso en su relación con otras comunidades, que a la larga derivan en el fortalecimiento de lazos de unión a través de usos y costumbres.

La Agenda 2030 menciona que las comunidades deben tener acceso a oportunidades ambientales para vivir dignamente, lo cual podría ayudar con uno de los mayores desafíos ambientales que evidenció la comunidad que fue la basura en las calles con un 43.3 %, al igual que la manera en que se deshacen de ella cuando no hay servicio de recolección, ya que el 42% dijo quemarla a pesar de ser perjudicial para el medio ambiente y la salud, todo ello indica una gran brecha entre la gestión de residuos y falta de conciencia ciudadana, ya que se muestra un desconocimiento sobre el manejo de residuos que podría solucionarse brindando mayor conocimiento, interés e involucramiento por parte de los habitantes de las comunidades y hacerlos conscientes del daño que se ocasiona.

Un aspecto que destaca es el cómo se visualiza en un futuro la comunidad, ya que un 62.4% mencionan que se ven con calles pavimentadas y una mayor cantidad de árboles, lo que sugiere una preocupación por el embellecimiento y la sostenibilidad de la comunidad. Lo anterior coindice con la opinión de Sachs (2015), donde destaca que para hablar de desarrollo sostenible se debe tener acceso a las oportunidades económicas, sociales y ambientales necesarias para vivir una vida digna, al mismo tiempo que se preservan los recursos y el medio ambiente para las generaciones futuras.

Es importante plantearse como futuras líneas de investigación si el nivel de estudios y la edad, son factores importantes para cuidar o no cuidar el medio ambiente dentro de una comunidad rural, y ello cómo impacta en desarrollo sostenible. Al igual que reflexionar si las comunidades que usan varias fuentes de energía lo hacen por el cuidado del medio ambiente o por ser más económicas o por ser lo que tienen de manera más próxima.

CONCLUSIÓN

El escenario sociocultural de comunidades rurales del norte y noreste del Estado de Guanajuato es sin duda por demás importante ya que de ello se desprende el comportamiento de los habitantes de estas, buscando entender diversas actitudes en el cuidado del medio ambiente que actualmente esta tan desgastado por el manejo de la basura, del agua y sobre todo por el cuidado de flora y fauna del entorno.

En el presente proyecto se observan resultados por demás interesantes en el comportamiento de los habitantes de las comunidades rurales investigadas, desde el nivel de estudios de sus habitantes muestra, pasando por la participación de los jóvenes y ancianos en las actividades desarrolladas, usos y costumbres de su diario quehacer.

Cuando los habitantes de las comunidades rurales participan en las actividades sociales el resultado es más que evidente, observándose el gusto por las festividades locales donde, inclusive, acuden personas de otros lugares lo que fortalece la convivencia entre los ellos.

Es un reto enorme, alcanzar el propio convencimiento en el cuidado y distribución de la basura, del agua tanto de lluvia como la potable, por el escaso perfilado que se les da, empero una vez logrado, se observarán espacios hermosos sustentado con personas comprometidas con el medio ambiente.

La agenda 20-30 propone objetivos a desarrollar, sin embargo, es necesaria la participación de gubernamental a través de diversos apoyos en programas que fortalezca el desarrollo económico, cultural y social; las empresas fomentando en sus trabajadores (de los cuales muchos son de comunidad rural) a través de políticas y reglamentos el cuidado del medio ambiente; las personas practicando constantemente de manera individual y general las diversas costumbres que se realizan en cada espacio, fortaleciendo de esta manera la unión por medio de la convivencia continua y el compromiso adquirido conforme se observa el desarrollo de las actividades dentro y fuera del lugar donde conviven.

FUENTE BIBLIOGRÁFICA

- *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*, 21 de octubre, 2015, https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n15/291/93/pdf/n1529193.pdf
- Sachs Jeffrey D., (2015). *La era del desarrollo sostenible: Nuestro futuro está en juego: incorporemos el desarrollo sostenible a la agenda política mundial*. Grupo Planeta Spain. Recuperado el 4 de octubre del 2024 de https://books.google.com.mx/books?id=tcO6CgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q=acceso%20a%20las%20oportunidades%20econ%C3%B3micas%2C%20sociales%20y%20ambientales%20necesarias%20para%20vivir%20una%20vida%20digna&f=false
- Rodrigo, M. J., Palacios González, J. (2014). *Familia y desarrollo humano.* España: Alianza Editorial. Recuperado el 4 de octubre del 2024 de https://www.google.com.mx/books/edition/Familia_y_desarrollo_humano/2UCUBQAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=ESCENARIO+SOCIOCULTURAL&pg=PT237&printsec=frontcover
- Sposob, Gustavo (10 de abril de 2024). *Población rural y urbana. Enciclopedia Humanidades.* Recuperado el 4 de octubre de 2024 de https://humanidades.com/poblacion-rural-urbana/.

Sentido de pertenencia y propósito de vida.

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.819

Autores

Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato [1]Omar Alejandro Gerardo Hernández, omar.gerardo@utng.edu.mx,[2]Evangelina García Sandoval, evangelinagarcia@utng.edu.mx , [3]Ana Patricia Hernández Gutiérrez, anapatriciahernandez@utng.edu.mx

Coautores

Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato [2]Héctor Omar Aguilar Mendoza, hector.aguilar@utng.edu.mx [3] Martha Elena García Sandoval , martha.sandoval@utng.edu.mx , [4] José Oscar Cruces Rodríguez, oscarcruces@utng.edu.mx .

Línea de investigación: Sustentabilidad

Resumen

El cambio de las emociones se va transformando con los aprendizajes que se van obteniendo y se puede interpretar como una innovación educativa, la cual puede surgir de la necesidad de satisfacer también las necesidades sociales que son atendidas por la educación, en las materias académicas ordinarias. Por lo tanto, en las emociones son en las que recaen las situaciones, las teorías sobre las emociones, la teoría sobre las inteligencias múltiples, la inteligencia emocional, la psicología en la educación, las habilidades sociales, el bienestar del individuo, etc.

Por lo tanto, pudiéramos rescatar que dentro del aula se puede trabajar o moldear la mejora de la autoestima, de las habilidades sociales, el aumento de bienestar en la vida, la eliminación de comportamientos disruptivos, la falta de asertividad, la desesperanza, la falta de motivación, etc., esto dependiendo de la persona que esté frente al grupo desde luego, del que tanto asertividad favorable pudiera generar en el impacto a los alumnos.

Palabras clave

Clima escolar, identidad de lugar, propósito de vida, participación y logro escolar, sentido de pertenencia.

Abstract

The change in emotions is transformed with the learning that is obtained and can be interpreted as an educational innovation, which can arise from the need to also satisfy the social needs that are met by education, in ordinary academic subjects. Therefore, emotions are where situations, theories about emotions, theory about multiple intelligences, emotional intelligence, psychology in education, social skills, individual well-being, etc. fall.

Therefore, we could rescue that within the classroom we can work on or shape the improvement of self-esteem, social skills, increased well-being in life, the elimination of disruptive behaviors, lack of assertiveness, hopelessness, lack of of motivation, etc., this depending on the person who is in front of the group of course, who could generate so much favorable assertiveness in the impact on the students.

Keywords

School climate, place identity, life purpose, school participation and achievement, sense of belonging.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación, permite conocer el sentido de pertenencia y propósito de vida de alumnos de la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato que cursan una carrera o se encuentran en estadías empresariales y cuyos valores particulares pueden ser fortalecidos con las diversas acciones que se llevan a cabo por parte de la institución.

Sabedores que los problemas emocionales y psicológicos que repercuten en la salud y se presentan actualmente en personas muy jóvenes, es de vital importancia monitorear a los alumnos para implementar estrategias que disminuyan las cargas de estrés, favorecer una mejor adaptación a la universidad y eliminar factores de riesgo, que pueden llevarlos a presentar cuadros hipertensivos, gástricos o inclusive ser el origen de problemas crónicos como la diabetes, obesidad e hipertensión, siendo necesario una pronta adaptación y autocuidado para lograr tener la permanencia y retención planeados.

DESARROLLO

OBJETIVOS

General

Obtener información referente al desarrollo emocional de los alumnos para conocer su sentido de pertenencia universitaria y propósito de vida académica.

Específicos

- Aplicar un cuestionario para la medición del propósito de vida y pertenencia universitaria del alumno.
- Generar resultados gráficos con la información obtenida del instrumento aplicado.
- Identificar cómo cambia el propósito de vida del alumno.
- Conocer cómo impacta el sentido de pertenencia universitaria en el rendimiento académico.

OBJETO DE ESTUDIO

Los bloqueos emocionales e inseguridades de los jóvenes repercuten en el sentido de pertenencia institucional y en su propósito de vida. El sentido de pertenencia es algo que depende de muchos factores e impacta en el desarrollo íntegro de los estudiantes, no sólo en el aspecto académico, sino también sobre los niveles de bienestar subjetivo y vínculos entre el resto de la comunidad universitaria.

El sentido de pertenencia permite que surjan lazos afectivos que generan en los estudiantes actitudes positivas tanto hacia el lugar donde se encuentran como hacia su propósito de vida; consiguen logros académicos, conexiones afectivas, generan compromisos, e interactúan positivamente en los diferentes ambientes de la institución, por lo que su propósito de vida indudablemente cuenta con actores que promueven e impulsan no solo su desarrollo académico sino también personal.

"Los estudios universitarios representan un desafío no siempre fácil; implican enfrentar algunos conflictos que afectan a las universidades, originados por la pérdida o el desconocimiento de los valores humanos que permiten una convivencia armónica. Por ello, desarrollar el sentido de pertenencia en los estudiantes hacia su institución educativa facilitará ambas, su inclusión social en el ámbito universitario y el camino hacia la excelencia académica". (Martínez P, 2014)

Cuando los alumnos se encuentran inmersos en su vida universitaria que llevan a cabo día a día a través de la actividad académica, la formación y la convivencia logran generar un sentido de pertenencia.

"La influencia de los grupos a los que se pertenece a lo largo de la vida es evidente; impactan en la forma de ver y evaluar la realidad, de reaccionar ante situaciones y de interactuar con otros individuos fuera del grupo. La personalidad determina a qué grupos pertenecer, al mismo tiempo que los grupos influyen en la personalidad. Pertenecer a un grupo, es importante en el desarrollo de los individuos; son indispensables en la formación de la identidad, otorgan un sentido de pertenencia, un grupo de referencia con normas y reglas específicas, así como perspectivas e ideales". (Gutiérrez A. V., 2024)

METODOLOGÍA

A partir de un estudio exploratorio descriptivo se identifica el contexto particular de los alumnos en cuanto a su propósito de vida y sentido de pertenencia, se toma una muestra aleatoria simple por conglomerados por conveniencia, de las áreas académicas económico administrativo, Tecnologías de la información y comunicación e industrial eléctrica y electrónica.

Con un enfoque mixto se revisan datos estadísticos, así como cualitativos, por medio de un cuestionario diseñado en el formulario de Google aplicado a una población de 303 alumnos que representa a una muestra sobre el nivel de 95.5 % de confianza.

Derivado de lo anterior no se había documentado la identificación de estos factores con un alcance descriptivo, exploratorio, cuantitativo, correlacional y longitudinal. A partir de esta investigación se conoció el contexto particular de los alumnos del nivel licenciatura y Técnico Superior Universitario de las áreas económico administrativo, industrial eléctrica y electrónica, tecnologías de la información y comunicación.

Población

El 100% de las áreas económico administrativo, industrial eléctrica y electrónica y tecnologías de la información y comunicación del campus central Dolores Hidalgo.

Muestra

Con la finalidad de obtener la información requerida, se obtuvo el tamaño de la muestra sobre una población de 1800 alumnos, con un nivel de confianza del 95.5 % y margen de error de 4.5% y probabilidad del 50 %, con lo cual se obtuvieron un total de 297 encuestas.

Muestreo:

Se utilizó un Muestreo Aleatorio por Conglomerados, por conveniencia, en el cual se dividieron las encuestas en por área académica respetando la proporción representativa de alumnos, tanto por área, modalidad y nivel educativo, especificado en la siguiente tabla:

Área Académica	Porcentaje por área	Encuestas
ECONÓMICO-ADMINISTRATIVO	42,12%	126
INDUSTRIAL, ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	30,32%	91
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	27,56%	82
Fuente: Elaboración propia		

Enfoque Metodológico

El enfoque que se implementó para dichos factores fue un enfoque MIXTO, ya que se analizó la información, este método permitió una validación cruzada de los resultados, además de contar con un equipo interdisciplinario, que incrementa el nivel de confianza en las conclusiones.

- Enfoque cuantitativo se centra en el análisis de datos numéricos y estadísticos a partir de las respuestas a las preguntas de investigación planteadas.
- Enfoque cualitativo se analizará información de los participantes a partir de la observación de los comportamientos, actitudes que presentaron los estudiantes en las aulas de la universidad.

Procedimiento

Para la recopilación de la información se aplicó un cuestionario, el cual, consiste en una serie de preguntas que los estudiantes respondieron de acuerdo a su percepción a la escala de likert de tal manera que proporcione la información necesaria para identificar los factores de sentido de pertenencia y propósito de vida.

FASES DEL DESARROLLO

1.- Recolección de datos y análisis de la situación. Cuatrimestre septiembre - diciembre 2024.

- Recopilación de información de fuentes secundarias de las investigaciones sobre sentido de pertenencia y propósito de vida
- Cuestionario general para sentido de pertenencia y propósito de vida
- Muestra y muestreo aplicado a universitarios por área, por modalidad, por nivel académico.
- Aplicación
- Resultados y análisis
- Conclusiones
- Publicación

2.- Investigación a profundidad Cuatrimestre enero - abril 2025.

- Acotación de la dimensión de la investigación.
- Elaboración del cuestionario enfocado a las necesidades universitarias de fuentes secundarias de las investigaciones sobre sentido de pertenencia y propósito de vida
- Prueba piloto.
- Muestra y muestreo
- Aplicación
- Resultados y análisis
- Conclusiones
- Elaboración de instrumentos de campo para la observación conductual de estudiantes sobre su sentido de pertenencia y propósito de vida
- Publicación

3.- Experimentación mayo - agosto 2025.

- Selección de instrumentos.
- Prueba piloto de los instrumentos.
- Muestra y muestreo.
- Aplicación de instrumentos para la observación conductual de estudiantes sobre su sentido de pertenencia y propósito de vida
- Resultados y análisis de instrumentos.
- Conclusiones
- Depuración de instrumentos de campo.

- Publicación

4.- Seguimiento y mejora continua. Septiembre del 2025 en adelante.

- Actualización continua de actividades de tutorías según las necesidades del estudiante resultantes del estudio.
- Seguimiento a grupos pertenecientes al estudio y fuera de él.
- Seguimiento a estudiantes de estadías y egresados para observar su desempeño resultado del estudio de campo.
- Observación de los siguientes factores.

Factor Personal

- Identidad
- Sentido de pertenencia
- Propósito de vida
- Inteligencia emocional
- Logros personales

Factor Académico

- Buen Kardex.
- Permanencia del estudiante.
- Logros académicos.
- Perfilación al egresar.

Factor Profesional

- Tiempo de colocación.
- Recomendaciones.
- Permanencia Laboral.
- Logros profesionales.
- Plan de vida profesional.

Herramientas de recolección de datos.

Se diseñó una encuesta en formulario en Formulario de Google®, para la recopilación de la información.

Tabla 1. Distribución de preguntas

Tipo de Investigación	Variable	Preguntas cerradas	Preguntas Abiertas	Total
	Datos Generales	5	1	6
Propósito de Vida	Percepción de Sentido	9		9
	Experiencia de Sentido	7		7
	Preguntas a profundidad del tema	7		7
Sentido Pertenencia	Participación	4		4
	Gusto	5		5
	Respeto	3		3
	Pertenencia	5		5
	Reconocimiento	2		2
	Preguntas a profundidad del tema	7		7

Fuente: Elaboración propia

En datos generales

En esta variable se solicita información sobre el nivel que cursa, la modalidad, el área, la edad, sexo y número de control.

Sección de Propósito de vida

- Percepción de sentido. Se recaba información con respecto a cómo se siente generalmente, cómo le parece la vida, cómo se encuentra, que le gustaría elegir, entre otros.

- Experiencia de sentido. Se realizan preguntas como si considera estudiar como una prioridad, se compromete con lo que hace, considera tener un propósito de vida claro, entre otros.
- Preguntas a profundidad del tema. Se solicita información para conocer su propósito de vida

Sección Sentido de Pertenencia

- Participación. Se solicita información sobre las actividades en las que le gusta participar como familiares, académicas, con sus compañeros.
- Gusto. Se integra con preguntas en la que se solicita información sobre gustos por los tiempos de permanencia en la escuela, los espacios que comparte o compartir gustos con familiares, amigos y compañeros.
- Respeto. Cumplimiento de reglamentos.
- Reconocimiento. Con esta variable se obtuvo información sobre la autoevaluación de su desempeño académico.
- Preguntas a profundidad del tema. Se solicita información para conocer su sentido de pertenencia con la universidad.

RESULTADOS

SENTIDO DE PERTENENCIA:

Tabla 2. Resultados porcentuales de las respuestas a los encuestados en cuanto a su Sentido de Pertenencia.

Pregunta	Totalmente en acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Me gusta participar en las actividades que organiza mi escuela	23.43%	37.62%	23.43%	3.96%	1.65%
Las actividades que organiza la escuela son de calidad	23.10%	45.87%	24.75%	3.30%	2.97%
En mi familia cada miembro cumple con sus tareas	42.90%	47.19%	6.93%	1.65%	1.32%
Mis compañeros respetan mi trabajo en clase	37.29%	49.50%	10.56%	0.66%	1.98%
Respeto el reglamento de mi escuela	47.85%	49.50%	1.65%	0.00%	0.99%
Me gusta el tiempo que pasó en la escuela	27.72%	51.49%	15.84%	2.31%	2.64%
Comparto gustos con los miembros de mi familia	38.28%	45.54%	11.55%	3.96%	0.66%
Ayudó a mantener limpia la escuela	49.50%	45.21%	3.63%	0.66%	0.99%
Si yo soy buen estudiante es importante para mantener el prestigio de la universidad	43.23%	42.57%	12.54%	0.00%	1.32%
Me siento satisfecho con las actividades que organiza mi escuela	26.73%	46.86%	20.46%	3.30%	2.64%
Mi desempeño en la escuela es reconocido por los docentes	23.76%	43.23%	28.71%	2.97%	1.32%
Mi desempeño en la escuela es reconocido por mis compañeros	22.77%	45.54%	27.06%	2.97%	1.65%
Mi desempeño en la escuela es reconocido por mis padres o tutores	38.28%	43.56%	14.52%	1.98%	1.65%
Me gustan los espacios con los que cuenta la escuela	35.31%	48.84%	12.21%	1.98%	1.65%

Me siento un miembro importante de la escuela	22.77%	38.94%	31.02%	5.28%	1.98%

Fuente: Elaboración propia

La escala de Likert muestra cómo describe su sentir en cuanto a su percepción, ideas y emociones en cuanto a su sentido de pertenencia.

PROPÓSITO DE VIDA:

Gráfico 1



Fuente: Elaboración propia

El 48.51% de los estudiantes sienten un entusiasmo por la vida, pero el 12.54% de los estudiantes tienen una emoción negativa, siendo un 4.62% que se sienten completamente aburridos, el 38.94% de ellos tiene un sentimiento neutral, y el 10.56% de los alumnos se sienten totalmente satisfechos con su vida.

Gráfico 2



Fuente: Elaboración propia

El 51.82% de los alumnos tiene una tendencia de que su vida es siempre emocionante, y el 22.44% de los estudiantes sienten una tendencia a que su vida es rutinaria, es notorio que el 11.88% de los estudiantes sienten su vida siempre aburrida, el 25.74% de ellos se tienen un sentimiento neutral, el 18.15% sienten una vida emocionante.

Gráfico 3



Fuente: Elaboración propia

El 59.74% de los estudiantes tiene una tendencia a tener un propósito y sentido de vida, el 14.85% de los estudiantes tienden a carecer de propósito y sentido en su vida, el 4.29% de los estudiantes carece de propósito y sentido de vida, el 25.41% de ellos tienen un sentimiento neutral y el 28.05% creen tener un propósito y sentido de vida.

Gráfico 4



Fuente: Elaboración propia

El 11.22% de los estudiantes tienen una tendencia a no tener esta vida, el 56.77% de los estudiantes tienen una tendencia a tener una vida plena, el 3.63% de los estudiantes preferiría nunca haber nacido, el 32% de los estudiantes tienen un sentimiento neutral, el 20.79% de ellos se sienten totalmente plenos.

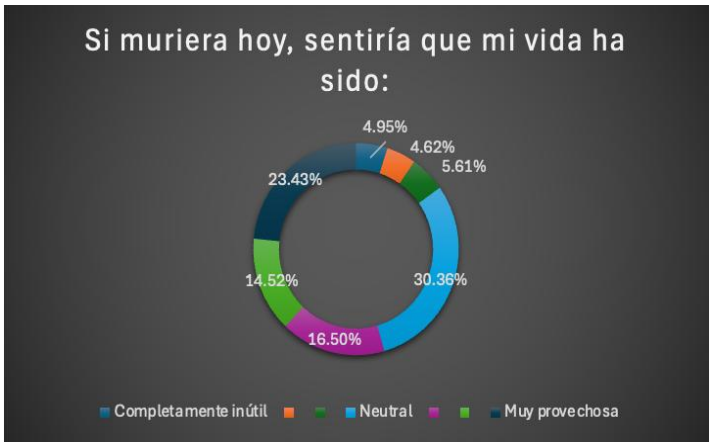
Gráfico 5



Fuente: Elaboración propia

El 58.09% de los estudiantes, tienden a sentir su vida rebosante de cosas buenas y emocionantes, el 13.20% de los estudiantes tienden a sentir su vida vacía, sola y llena de desesperación, el 2.97% de los estudiantes siente su vida vacía, sola y llena de desesperación, el 29.37% de ellos es neutral, el 22.44% siente su vida rebosante de cosas buenas y emocionantes.

Gráfico 6



Fuente: Elaboración propia

El 15.18% de los estudiantes tiende a sentir su vida como inútil, el 54.46% de los estudiantes tiende a sentir su vida como muy provechosa, el 4.95% siente su vida como totalmente inútil, el 30.36% sientes su vida como neutral, y el 23.43% como muy provechosa.

Gráfico 7



Fuente: Elaboración propia

El 54.46% de los alumnos tienen la tendencia de tener clara su visión de vida, el 15.18% de los estudiantes tienden a sentir que su vida es aburrida, el 4.95% de ellos definen su vida como aburrida, el 30.36% de los estudiantes tiene un sentimiento de neutralidad y el 23.43 saben muy claramente porque están aquí.

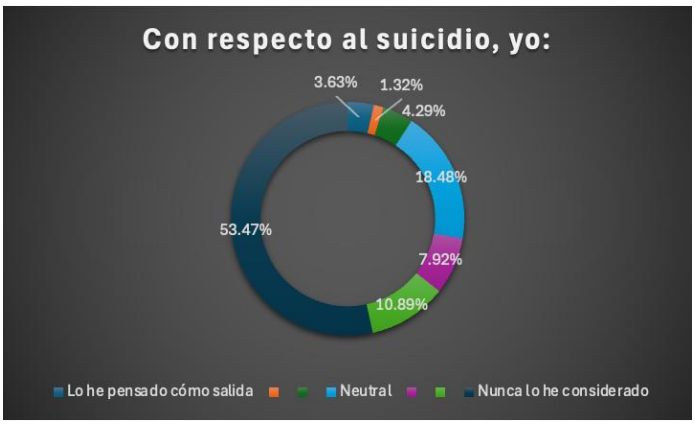
Gráfico 8



Fuente: Elaboración propia

El 15.84% de los estudiantes tienden a sentir que no encajan bien en el mundo, mientras que el 52.48% tiende a sentir que esta vida encaja bien con ellos, un 8.25% de ellos se sienten confundidos, en cuanto al 15.84% siente que encajan completamente, el 31.68% lo ven como neutral.

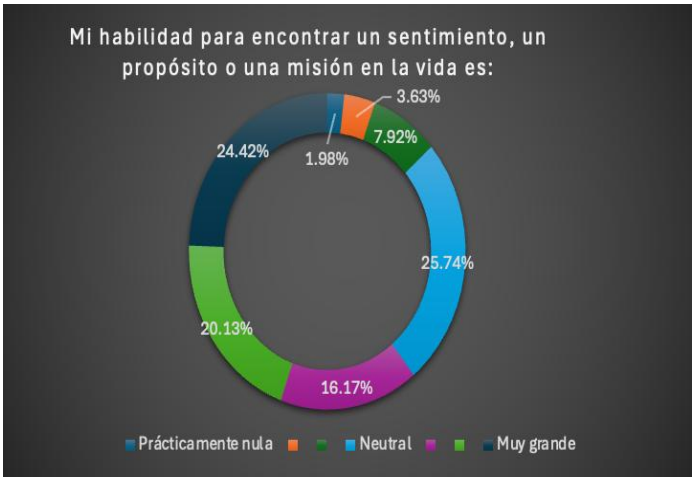
Gráfico 9



Fuente: Elaboración propia

El 9.24% de los estudiantes tienden a sentir una inclinación al suicidio como salida, mientras que el 72.28% tiene la inclinación a no pensar en ello, un 3.63% lo ha considerado seriamente, en cuanto al 53.47% nunca lo ha pensado, el 18.48% lo ven como neutral.

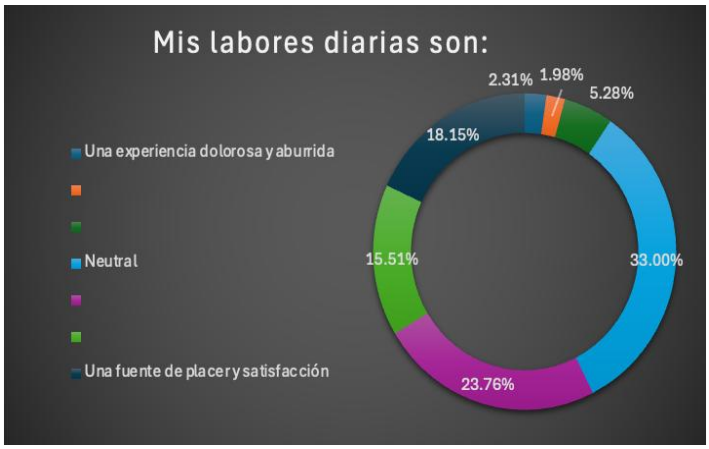
Gráfico 10



Fuente: Elaboración propia

El 13.53% de los encuestados tienen un tienden a no tener propósito o una misiòn en la vida, mientras que 60.73% tiende buscarlo, el 1.98% de los encuestados no busca un propósito o una misión, en cambio el 24.42% busca su propósito o misión en la vida, el 25.74% se mantiene neutral.

Gráfico 11



Fuente: Elaboración propia

El 57.43% de los encuestados tiende a sentir que sus actividades son una fuente de satisfacción, en cambio el 9.57% de los encuestados se tiende a tomar sus actividades como una experiencia dolorosa, el 2.31% estima que sus actividades no son nada placenteras, en cuanto al 18.15% de los estudiantes estima sus actividades como placenteras, y el 33% de los alumnos se mantienen neutral.

Gráfico 12



Fuente: Elaboración propia

El 61.06% de los alumnos encuestados tienen una tendencia de sentido de pertenencia y propósito de vida el cual está claro y bien definido, el 31.68% de los estudiantes mencionan que tienen metas claras. El 26.4% contestaron que se han dado cuenta que se encuentran neutrales con respecto al criterio mencionado. El 12.54% carecen por completo de un sentido de pertenencia y propósito de vida.

El resultado de las gráficas anteriores se dividieron en dos Baremos: Percepción de vida y Experiencia de sentido, nuestro rango en para los baremos son los siguientes:

TABLA 3. ESCALA DE MEDICIÓN	
0- 21	VACÍO EXISTENCIAL
22 - 43	RANGO NO DECISIVO
44 - 63	PRESENCIA DE SENTIDO DE VIDA
Fuente: Elaboración propia	

De lo anterior se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 4. Resultados de los Baremos		
Baremo	Puntuación obtenida	Escala de medición
Percepción de vida	45,47350993	Preseia de sentido de vida
Experiencia de sentido	34,03642384	Rango decisivo
Fuente: Elaboración propia		

Propósito de vida

Tabla 4. Resultados de preguntas con escala de Likert para propósito de vida.

	Totalmente en acuerdo	De acuerdo	Ni deacuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Estudiar es mi principal actividad	28.05%	43.56%	19.14%	6.27%	2.97%
La convivencia con los miembros de la escuela enriquece mi propósito de vida.	21.12%	47.52%	22.11%	5.28%	3.96%
Las tareas que me asignan en la escuela contribuyen con mis objetivos de vida.	18.15%	50.50%	18.81%	8.25%	4.29%
Si pudiera volver a elegir, elegiría estudiar en esta carrera.	26.40%	33.66%	20.79%	9.57%	9.57%
Mis responsabilidades en la escuela son importantes para el funcionamiento de mi carrera	33.66%	44.55%	14.52%	3.96%	3.30%
La educación que recibo en esta escuela es satisfactoria conforme a mis objetivos profesionales	26.07%	49.83%	15.18%	6.27%	2.64%
Soy un estudiante comprometido para lograr concluir satisfactoriamente mi carrera	36.30%	46.86%	9.57%	4.95%	2.31%

Fuente: Elaboración propia

La escala de Likert muestra cómo describe su sentir en cuanto a su percepción, ideas y emociones.

DISCUSIÓN

En la experiencia docente y tutorial se permite constatar que muchos de los bloqueos emocionales e inseguridades de los jóvenes repercuten en el sentido de pertenencia institucional y en su propósito de vida. El sentido de pertenencia es algo que depende de muchos factores e impacta en el desarrollo íntegro de los estudiantes, no sólo en el aspecto académico, sino también sobre los niveles de bienestar subjetivo y vínculos entre el resto de la comunidad universitaria.

El sentido de pertenencia permite que surjan lazos afectivos que generan en los estudiantes actitudes positivas tanto hacia el lugar donde se encuentran como hacia su propósito de vida; consiguen logros académicos, conexiones afectivas, generan compromisos, e interactúan positivamente en los diferentes ambientes de la institución, por lo que su propósito de vida indudablemente cuenta con actores que promueven e impulsan no solo su desarrollo académico sino también personal.

Cuando los alumnos se encuentran inmersos en su vida universitaria que llevan a cabo día a día a través de la actividad académica, la formación y la convivencia logran generar un sentido de pertenencia, por lo que el rol de las instituciones educativas es muy importante, pues deben fomentar que el estudiante integre o fortalezca como parte de su formación, ese sentido de pertenencia.

Involucrar a los estudiantes en actividades extracurriculares permite crear un ambiente sano física y emocionalmente ya que puede llegar a sentir seguridad e incluso sentir que se encuentra en un lugar acogedor. De igual manera promover la diversidad y la inclusión y ofrecer el apoyo emocional y académico a los estudiantes que lo necesitan, los hará sentirse como parte de una familia para fortalecer el propósito de vida.

Este trabajo de investigación, permite conocer el sentido de pertenencia y propósito de vida de alumnos de la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato que cursan una carrera o se encuentran en estadías empresariales y cuyos valores particulares pueden ser fortalecidos con las diversas acciones que se llevan o se pudieran llevar a cabo por parte de la institución.

Del total de las 303 encuestas aplicadas, el 61.7% representan a los estudiantes del nivel Técnico Superior Universitario, el 30.7% representan a l@s estudiantes del nivel Técnico Superior Universitario, el 8.3% no contestó. Lo que significa que por cada estudiante de Licenciatura la universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato cuenta con 2 estudiantes en el Nivel TSU como población universitaria.

Dentro de esta muestra aplicada el 43.9% está representado por l@s estudiantes del Área Económico-Administrativo, el 36.3% de l@s estudiantes del Área Industrial eléctrica y Electrónica y el resto, es decir el 20.8% está conformado por l@s estudiantes del Área de Tecnologías de la información y Comunicación.

Un rasgo importante es la edad de los jóvenes que están realizando sus estudios dentro de la Universidad. Dentro de los cuales podemos destacar que el 47.9% de los encuestados tienen un rango de edad de entre 17 y 19 años edad, el 44.2% corresponde a estudiantes que tienen un rango de edad de entre 20 y 22 años de edad. Por lo tanto, la medida de edad de los estudiantes universitarios es de 19 años.
Una las características básicas demográficas en el género o sexo del grupo de estudiantes encuestados. Lo cual nos arrojó que un 54.1% son mujeres y el resto, es decir el 45.9% corresponde a hombres. Lo que es un dato que pone de manifiesto la importancia e incursión de las mujeres en la vida universitaria de nuestro municipio, estado y país.
La universidad recientemente acaba de cumplir 30 años de formar y educar jóvenes de la región norte y noreste del Estado de Guanajuato contribuyendo a la formación de profesionistas que se han incorporado en los sectores productivos de la región y del Estado de Guanajuato. Con lo cual el posicionamiento de la universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato como la máxima casa de estudios de la región Norte y Noreste del Estado se ha consolidado y como la primera opción para realizar sus estudios en esta región.
En este aspecto el 85.8% de los jóvenes muestran un alto sentido de pertenencia derivado del trabajo de la plantilla docentes, las actividades preescolares, apoyos escolares, las prácticas profesionales, infraestructura física, visitas empresariales, el modelo educativo y la conducción atinada de la rectoría de la institución han logrado el posicionamiento y preferencias de los jóvenes de esta región. Han permitido la inserción de miles de jóvenes en el campo laboral.
Esto se ve reflejado en la matrícula ya que ésta puede reflejar el compromiso de los jóvenes con la universidad, la cual en términos generales se ha mantenido en años recientes.

Información matricula inicial Septiembre 2023 campus Dolores

Número de alumnos totales y porcentaje de las 3 áreas: TICS, IEE, E-A

Área Académica	Total de alumnos	Porcentaje por área
ECONOMICO-ADMINISTRATIVO	1007	42.12%
INDUSTRIAL, ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	725	30.32%
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	659	27.56%
Total	**2391**	**100%**

Totales y porcentaje por modalidad y carrera

Programa Educativo y modalidad	Total de alumnos	Porcentaje
Administración Área Capital Humano	119	4.98%
Administración Área Capital Humano - Semiescolarizado	102	4.27%
Contaduría	133	5.56%
Desarrollo de Negocios Área Mercadotecnia	188	7.86%
Turismo Área Hotelería	90	3.76%
Licenciatura en Gestión del Capital Humano	58	2.43%
Licenciatura en Gestión del Capital Humano - Semiescolarizado	95	3.97%
Licenciatura en Innovación de Negocios y Mercadotecnia	87	3.64%
Licenciatura en Innovación de Negocios y Mercadotecnia - Semiescolarizado	43	1.80%
Licenciatura en Contaduría	92	3.85%
Procesos Industriales Área Manufactura	149	6.23%
Mecatrónica Área Instalaciones Eléctricas Eficientes	184	7.70%
Mecatrónica Área Instalaciones Eléctricas Eficientes - Semiescolarizado	108	4.52%
Energías Renovables Área Calidad y Ahorro de Energia	19	0.79%
Ingeniería en Mecatrónica	49	2.05%
Ingeniería en Mecatrónica - Semiescolarizado	93	3.89%
Ingeniería en Tecnologías de la Producción	13	0.54%
Ingeniería en Tecnologías de la Producción - Semiescolarizado	110	4.60%
Tecnologías de la Información Área Infraestructura de Redes Digitales	62	2.59%
Tecnologías de la Información Área Desarrollo de Software Multiplataforma	174	7.28%
Tecnologías de la Información Área Entornos Virtuales y Negocios Digitales	25	1.05%
Diseño Digital Área Animación	178	7.44%
Ingeniería en Desarrollo y Gestión de Software	92	3.85%
Ingeniería en Redes Inteligentes y Ciberseguridad	23	0.96%
Ingeniería en Entornos Virtuales y Negocios Digitales	10	0.42%
Licenciatura en Diseño Digital y Producción Audiovisual	95	3.97%
Total general	**2391**	**100%**

Número de alumnos y porcentajes por nivel (TSU y Licenciatura)

Programa Educativo y modalidad	Total de alumnos	Porcentaje por nivel
Técnico Superior Universitario	1531	64.03%
Licenciatura	860	35.97%
Total general	**2391**	**100%**

Fuente: Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato. Subdirección de Servicios Escolares.

Este sentido de pertenencia se refleja además en el rubro en donde el 27.1% de los estudiantes se siente en conexión con sus compañeros, con los aprendizajes y las actividades académicas y paraescolares que reciben por parte de la institución. El 25.6% se percibe con un sentido de pertenencia con la universidad por brindarles un espacio y la oportunidad de continuar con sus estudios en el nivel universitario. El 17.9% de los estudiantes encuestados se sienten satisfechos con la oferta educativa que eligieron en la institución, y el 11.5% están satisfechos con tener la oportunidad de seguir estudiando. Como podemos observar la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato se ha consolidado como la primera opción para miles de jóvenes que buscan continuar con su vida profesional.

Los estudiantes encuestados en general con un 148 respuestas favorables con los sentimientos hacia su vida en la etapa universitaria y un 118 respuestas ni a favor o en contra , reflejan que los jóvenes que se encuentran en la institución están buscando no sólo un desarrollo profesional, sino también un desarrollo humano, por lo cual es importante cuidar y mantener mediante la tutoría la formación y desarrollo humano de los jóvenes, la salud física mediante las actividades paraescolares, es decir los talleres de ajedrez, futbol, basketbol, guitarra, ajedrez, etc, así como la salud mental mediante el apoyo con el personal del departamento psicopedagógico, conformado por Psicólogas y Pedagogas, especialistas en su área de conocimiento que contribuyen a la formación humana de los estudiantes.

La formación universitaria, en la institución es un proceso integral de alumno que no sólo permite egresar universitarios titulados con una especialidad que demanda el mercado local, sino que contribuye en la formación de ciudadanos que contribuyen a la construcción de una sociedad humana, ética más justa y equitativa.

En este sentido el rol de docente y tutor universitario juegan un papel clave en la formación humana, física, mental y recreativa de los estudiantes de nuestra institución.

Alrededor del 76.2% de los jóvenes universitarios que están en nuestras aulas tienen un propósito claro y el resto, es decir el 23.8% no tiene un propósito claro.

ESTRATEGIAS DE ATENCIÓN

Fortalecimiento de canalizaciones al psicopedagógico.

- Seguimiento continuo de casos canalizados tanto para atención pedagógica como psicológica.
- Participación de tutores y alumnos en talleres y actividades que contribuyen al fortalecimiento de las tutorías.
- Comunicación constante y de pertinencia con el alumno.
- Cumplimiento y complemento de actividades del Plan de Acción Tutorial.

PROPUESTAS DE ATENCIÓN

- Reforzar el área de psicopedagógico con personal que cubra los requerimientos del alumnado.

CONCLUSIÓN

La investigación realizada en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato ha permitido explorar y describir el sentido de pertenencia y propósito de vida de sus estudiantes en los niveles de Técnico Superior Universitario y Licenciatura. Este estudio, con un enfoque mixto y análisis estadístico, revela que la mayoría de los alumnos muestran una fuerte identificación con la institución y un propósito de vida claro. La metodología, basada en una encuesta exhaustiva y la observación de comportamientos en el entorno universitario, arroja que factores como la calidad de las actividades académicas, la interacción positiva entre docentes y estudiantes, y el apoyo institucional juegan un papel crucial en el bienestar subjetivo y el desarrollo integral de los jóvenes.

Estos hallazgos destacan la importancia de un ambiente educativo que promueva la pertenencia y el propósito, elementos esenciales para el éxito académico y profesional. La universidad cumple un papel fundamental al facilitar experiencias que fomentan la inclusión y el compromiso personal, no solo en el ámbito académico, sino también en la construcción de la identidad y los valores profesionales de sus alumnos. Además, el trabajo muestra cómo la inclusión de actividades extracurriculares y el apoyo emocional y académico fortalecen los vínculos de los estudiantes con su institución y con su propósito de vida.

Este estudio abre la puerta a aplicaciones prácticas como el desarrollo de programas de tutoría más personalizados, el diseño de actividades que respondan a los intereses y aspiraciones de los estudiantes, y el impulso de prácticas de vinculación laboral y emocional que los preparen para sus futuros roles profesionales. Estas estrategias pueden, a su vez, mejorar la retención académica y potenciar el rendimiento de los estudiantes, promoviendo una educación integral que fortalezca el sentido de pertenencia y el propósito de vida en beneficio tanto de los alumnos como de la comunidad universitaria en su conjunto.

Existen diversas razones que respaldan la necesidad de llevar a cabo investigaciones en este campo:

1. Impacto en el éxito académico y la retención estudiantil: Numerosos estudios han demostrado que los estudiantes que se sienten conectados con su institución educativa y que tienen un propósito claro en sus estudios tienden a tener un mejor desempeño académico y una mayor probabilidad de completar sus programas de estudio. Investigar estrategias efectivas para fortalecer el sentido de pertenencia y propósito de vida puede contribuir significativamente a mejorar las tasas de retención estudiantil y el éxito académico en las universidades.
2. Bienestar emocional y salud mental: El sentido de pertenencia y propósito de vida están estrechamente vinculados con el bienestar emocional y la salud mental de los estudiantes. La falta de conexión con la comunidad universitaria y la ausencia de

metas significativas pueden aumentar el estrés, la ansiedad y la depresión entre la población estudiantil. Por lo tanto, investigar intervenciones para promover el sentido de pertenencia y propósito puede tener un impacto positivo en la salud mental de los estudiantes y contribuir a crear entornos universitarios más saludables y compasivos.

3. Formación integral de los estudiantes: La educación superior no solo se trata de adquirir conocimientos académicos, sino también de promover el desarrollo personal y profesional de los estudiantes. Fomentar el sentido de pertenencia y propósito de vida es fundamental para ayudar a los estudiantes a explorar sus intereses, identificar sus valores y establecer metas significativas que trascienden el ámbito académico. Investigar en este campo puede proporcionar información valiosa sobre cómo las instituciones universitarias pueden apoyar de manera más efectiva el crecimiento integral de sus estudiantes.
4. Contribución a la sociedad: Los estudiantes universitarios son el futuro de nuestra sociedad, y su desarrollo personal y profesional tiene un impacto directo en el bienestar y la prosperidad de las comunidades en las que viven. Al promover el sentido de pertenencia y propósito de vida entre los estudiantes, no solo se benefician individualmente, sino que también están mejor preparados para contribuir de manera significativa al desarrollo social, económico y cultural de su entorno. Por lo tanto, investigar en este campo es crucial para cultivar una ciudadanía activa, comprometida y responsable.

En conclusión, realizar investigaciones para trabajar el sentido de pertenencia y propósito de vida con los estudiantes universitarios es fundamental para mejorar su éxito académico, bienestar emocional, formación integral y contribución a la sociedad. Estas investigaciones pueden proporcionar información valiosa para el diseño e implementación de intervenciones efectivas que promuevan el desarrollo personal y profesional de los estudiantes, tanto dentro como fuera del aula universitaria.

Por último, cabe mencionar que con base a lo anterior, nos hemos propuesto dar continuidad a la investigación o líneas de investigación con impacto social que de esta emanen.

BIBLIOGRAFÍA

Ecuador, U. P. (s.f.). *Tecnologías De Información Y Comunicación Asociadas A Discapacidad*. Obtenido de https://ticad.blog.ups.edu.ec/inclusion-educativa

Falcón, P. V. (19 de septiembre de 2017). *Scielo*. Obtenido de El papel de las tareas académicas en la dinámica emocional de estudiantes universitarios. Un estudio en Carreras de Educación: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-74682018000200001

Guadalajara, U. d. (8 de Enero de 2013). *Identidad universitaria*. Obtenido de https://www.gaceta.udg.mx/Identidad-universitaria/

I. C. (20 de marzo de 2019). *FUNDACIÓN CYD*. Obtenido de https://www.fundacioncyd.org/publicaciones-cyd/informe-cyd-2017/

mabeltran@ucam.edu, J. G. (11 de Diciembre de 2016). *redalyc.org/journal*. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/5257/525754431001/html/

Merino, J. P. (23 de julio de 2021). *Definicion.DE*. Obtenido de Tutoría - Qué es, definición, en la educación y beneficios.: https://definicion.de/tutoria/

Ouvia, R. R. (23 de mayo de 2017). *Human Business school*. Obtenido de https://www.darteformacion.es/que-haces-tu-para-encajar/

prepaup-varonil. (3 de octubre de 2022). Obtenido de https://blog.up.edu.mx/prepaup/la-importancia-del-proyecto-de-vida-de-un-estudiante

Robles B. M, S. R. (s.f.). *Formación integral*. Obtenido de planeducativonacional: https://www.planeducativonacional.unam.mx/PDF/CAP_12.pdf

Sánchez P. ML, Á. C. (2023). *Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo*. Obtenido de https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icsa/n4/e7.html

Sánchez, L. M. (19 de abril de 2002). *Redalyc.org*. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/944/94401901.pdf

SHRIVER, D. T. (2024). *special olympics*. Obtenido de https://www.olimpiadasespeciales.org/blog/por-que-la-inclusion-es-importante

Tecmilenio, U. (14 de septiembre de 2021). *¿Qué es el Propósito de Vida y cómo implementarlo?* Obtenido de https://blog.tecmilenio.mx/articulos/que-es-proposito-de-vida

Implementación de un Sistema Contador de pasajeros en autobuses.

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.820

Alvaro Hernández Sandoval[1], Eduardo Salinas Rodriguez[2], Antonio García Narvaez[3], Javier Arredondo Guzman[4]

[1]*Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato,e-mail: alvarohernandez@utng.edu.mx*
[2]*Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato,e-mail: eduardosalinas@utng.edu.mx*
[3]*Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato,e-mail: antoniogarcia@utng.edu.mx*
[4]*Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato,e-mail: jarredondo@utng.edu.mx*

Línea de investigación: Automatización (Mecatrónica)

Resumen

Este proyecto se centra en el desarrollo de un sistema de conteo de personas mediante el uso de tecnología electrónica, específicamente diseñado para su implementación en camiones urbanos. El sistema empleará sensores ultrasónicos y tecnología Bluetooth para facilitar el monitoreo en tiempo real del número de pasajeros que ascienden y descienden de los camiones. Se seleccionarán sensores ultrasónicos adecuados que sean capaces de medir la distancia con alta precisión y que sean compatibles con el microcontrolador utilizado en el sistema. El microcontrolador será montado en un lugar seguro y accesible dentro del camión, asegurándose de que esté protegido contra vibraciones y otros posibles daños. Se utilizarán soportes adecuados para fijar el microcontrolador de manera estable. La información recolectada será transmitida a una aplicación móvil, accesible para los conductores de los camiones. Se diseñó una interfaz de usuario intuitiva y funcional para la aplicación móvil, el diseño se centró en mostrar claramente el número de pasajeros que ascendieron y los que descendieron, con una actualización en tiempo real, se utilizaron herramientas de diseño gráfico y prototipado para crear una interfaz fácil de navegar y visualmente atractiva.

Palabras clave: Aplicación móvil, Bluetooth, Microcontrolador, Sensores ultrasónicos, Transporte.

Abstract

This project focuses on the development of a people counting system using electronic technology, specifically designed for implementation in urban trucks. The system will employ ultrasonic sensors and Bluetooth technology to facilitate real-time monitoring of the number of passengers boarding and disembarking from the trucks. Suitable ultrasonic sensors will be selected that are capable of measuring distance with high accuracy and are compatible with the microcontroller used in the system. The microcontroller will be mounted in a safe and accessible location inside the truck, ensuring that it is protected from vibration and other potential damage. Suitable brackets will be used to fix the microcontroller in a stable manner. The information collected will be transmitted to a mobile application, accessible to truck drivers. An intuitive and functional user interface was designed for the mobile application, the design focused on clearly displaying the number of passengers boarding and disembarking, with a real-time update, graphic design and prototyping tools were used to create an easy-to-navigate and visually appealing interface.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se centra en el desarrollo de un sistema electrónico diseñado para realizar el conteo de pasajeros el cual será formado por dos partes, Hardware y Software; La parte de Hardware y prototipo; el acomodo del proyecto implementado en la carrocería del transporte con la finalidad de que el sistema logre funcionar de una manera eficiente y precisa para que logre contabilizar el ascenso y descenso de los ciudadanos. la parte de Software que será la encargada de realizar la programación de los sensores y el módulo de conexión Bluetooth, así mismo se realiza una aplicación móvil con la finalidad de registrar el número de pasajeros que asciende y descienden de las unidades de transporte.

DESARROLLO

El diseño y desarrollo de un sistema automatizado de conteo de pasajeros aporta beneficios económicos y operativos. La implementación de tecnologías avanzadas permite una recolección de datos más rápida y precisa en comparación con los métodos manuales tradicionales, que son susceptibles a errores y requieren una mayor cantidad de recursos humanos. El alcance del prototipo, así como las principales fases del desarrollo son algunas de las siguientes:

Desarrollo e Implementación de un Prototipo Funcional: Abarcará el diseño, construcción y programación de un sistema automatizado de conteo de pasajeros utilizando sensores electrónicos y un microcontrolador. Será capaz de registrar el número de pasajeros que abordan y descienden del transporte público en tiempo real.

Recolección y Almacenamiento de Datos: El sistema recogerá datos precisos sobre la cantidad de pasajeros.

Análisis de Datos: Se realizará un análisis detallado de los datos recolectados para identificar patrones de uso, picos de demanda y otras tendencias relevantes. Este análisis permitirá una mejor comprensión del comportamiento de los usuarios del transporte público.

Propuesta de Mejoras Operativas: Con base en los datos y análisis realizados, se propondrán recomendaciones para mejorar la eficiencia operativa del transporte público.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema automático de conteo de pasajeros en tiempo real utilizando sensores, microcontrolador Arduino y un módulo de bluetooth, que permita la recopilación, el análisis y la visualización de datos de manera eficiente, permitiendo el conteo preciso y automatizado de pasajeros a bordo de una unidad de transporte.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Diseñar el prototipo físico de acuerdo con las dimensiones de la carrocería del autobús.
- ✓ Realizar una buena calibración de los sensores a utilizar.
- ✓ Programar el microcontrolador Arduino para la correcta interfaz de los sensores (conteo de personas) y la aplicación móvil (teléfono).
- ✓ Garantizar un correcto manejo de la información de conteo teniendo como resultado una aplicación móvil práctica para el chofer.

OBJETO DE ESTUDIO

El conteo preciso de pasajeros es esencial para la optimización de recursos en el transporte público. Con datos exactos sobre la cantidad de usuarios que utilizan los servicios de transporte en diferentes horarios y rutas, las autoridades y operadores pueden ajustar la frecuencia de los vehículos, mejorar la distribución de las unidades y reducir tiempos de espera, lo cual incrementa la eficiencia y la satisfacción del usuario.

METODOLOGÍA

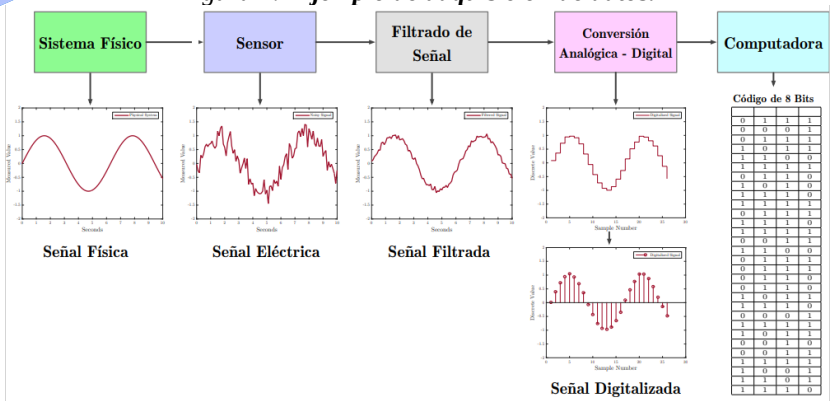
Este proyecto se centra en el desarrollo de un sistema de conteo de personas mediante el uso de tecnología electrónica, específicamente diseñado para su implementación en camiones urbanos. El sistema empleará sensores ultrasónicos y tecnología Bluetooth para facilitar el monitoreo en tiempo real del número de pasajeros que ascienden y descienden de los camiones. La información recolectada será transmitida a una aplicación móvil, accesible para los conductores de los camiones.

La metodología por emplear se basa en tres conceptos fundamentales:

a) La adquisición de datos (conteo) empleando sensores del tipo ultrasónico
b) La visualización de los datos (teléfono celular) empleando la tecnología bluetooth y una aplicación móvil.
c) La programación del microcontrolador Arduino que servirá como interfaz entre los sensores (entrada de datos) y la visualización de pasajeros (salida de datos) en la aplicación móvil.

La **adquisición de datos** o **adquisición de señales** consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otros dispositivos electrónicos como los microcontroladores (sistema digital). Consiste en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan ser procesadas por un microcontrolador. En la figura 1 se muestra un ejemplo de un sistema de adquisición de datos.

Figura 1.- ***Ejemplo de adquisición de datos.***



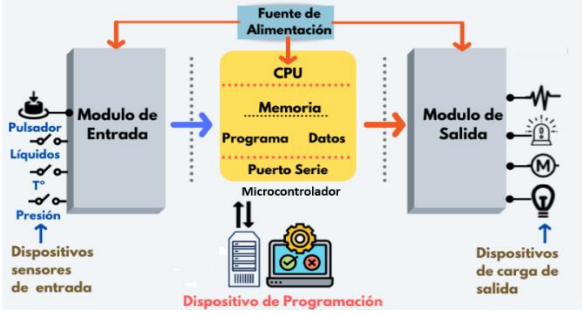
La **visualización de datos** es un campo de estudio interdisciplinario cuyo objeto es la representación de datos en formato gráfico. la visualización de datos requiere conocimientos de estadística y programación que normalmente se imparten en departamentos de Matemáticas o Ciencias. Debido a la gran cantidad de datos que se genera hoy día, y a la necesidad por parte de empresas y organizaciones de guardar e interpretar los mismos, la visualización de datos se ha convertido en una herramienta muy demandada por empresas y organizaciones.
Las formas de presentar los datos en aplicaciones móviles son muy diversas; los gráficos clásicos son los siguientes: Tabla: sirven para mostrar números, siempre se pueden trabajar y hacerlas más fáciles de descodificar a primera vista (con colores, explicación previa). Gráfico de Barra: un gráfico de barra o columna hace énfasis en la comparación entre elementos en un período de tiempo específico. Gráficos de Línea: un gráfico de línea muestra las relaciones de los cambios en los datos en un período de tiempo. La figura 2 presenta un ejemplo de visualización de datos en un teléfono celular empleando una aplicación móvil.

Figura 2.- ***Visualización de una aplicación móvil.***



Desde un **microcontrolador** es sencillo realizar lecturas de información de todo tipo de sensores y controlar dispositivos (actuadores), ya sea directamente o, lo más habitual, por medio de algún tipo de interfaz.
El Arduino es una placa basada en un microcontrolador ATMEL. Los microcontroladores son **circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones**, las cuales las escribes con el lenguaje de programación que puedes utilizar en el entorno Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa.
El microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una **interfaz de entrada**, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos.
También cuenta con una **interfaz de salida**, que es la que se encarga de llevar la información que se ha procesado en el Arduino a otros periféricos. Estos periféricos pueden ser pantallas o altavoces en los que reproducir los datos procesados, pero también pueden ser otras placas o controladores. La figura 3 nos presenta un esquema general de las interfaces de entrada/salida en un microcontrolador Arduino.

Figura 3.- ***Microcontrolador como medio de interfaces (Entrada/Salida).***



Además, las placas Arduino también cuentan con otro tipo de componentes llamados Escudos (Shields) o mochilas. Se trata de una especie de placas que se conectan a la placa principal para añadirle una infinidad de funciones, como GPS, relojes en tiempo real, bluetooth, conectividad por radio, pantallas táctiles LCD, placas de desarrollo, y un larguísimo etcétera de elementos. La figura 4 presenta un ejemplo ilustrativo de los shields.

Figura 4.- ***Construcción didáctica de un shield.***



FASES DEL DESARROLLO

Interfaz de entrada. El sistema empleará sensores ultrasónicos y tecnología Bluetooth para facilitar el monitoreo en tiempo real del número de pasajeros que ascienden y descienden de los camiones. La información recolectada será transmitida a una aplicación móvil, accesible para los conductores de los camiones.

Se seleccionaron sensores ultrasónicos adecuados que sean capaces de medir la distancia con alta precisión y que sean compatibles con el microcontrolador utilizado en el sistema. Se determinará la ubicación exacta de los sensores en cada escalón de las dos puertas de los camiones. La ubicación será planificada de manera que los sensores puedan detectar con precisión la presencia de personas al medir la distancia entre el sensor y el objeto más cercano.

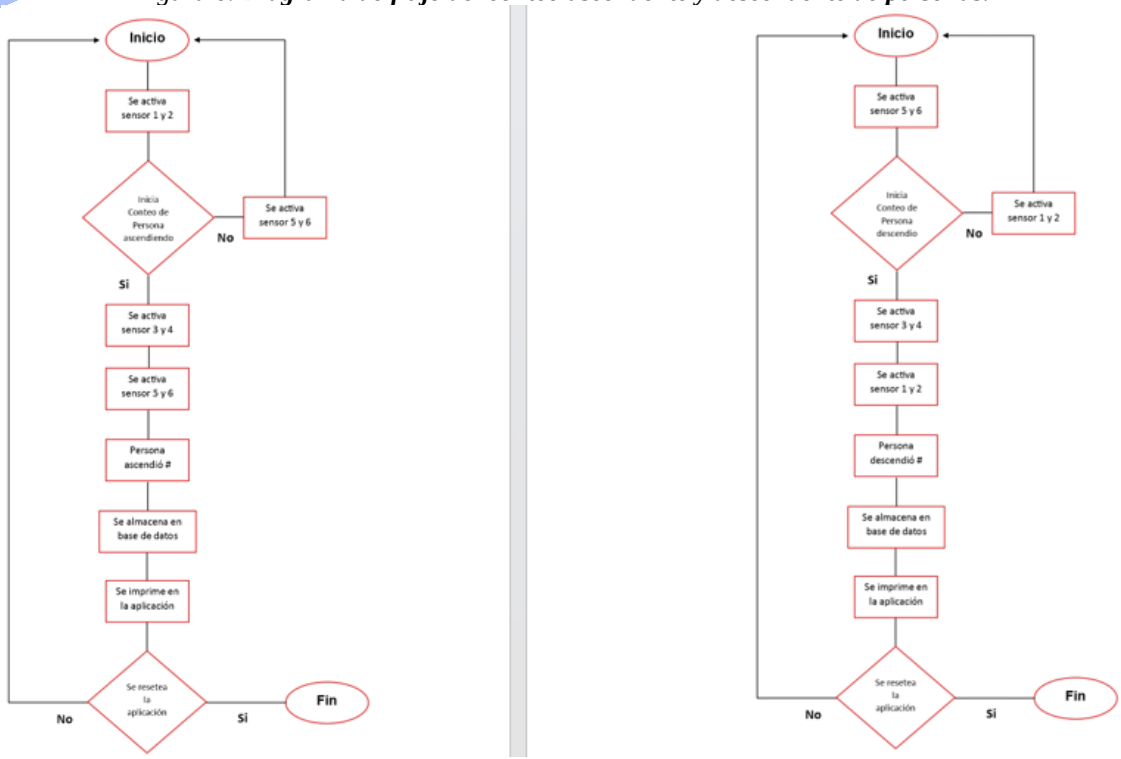
Los sensores ultrasónicos serán montados en los escalones de las puertas. Se utilizarán soportes adecuados para asegurar los sensores de manera firme y estable. Cada escalón contará con un sensor instalado estratégicamente para cubrir toda el área del escalón y garantizar una detección precisa. Los sensores serán conectados al microcontrolador siguiendo el esquema de conexión. La figura 5 nos muestra la ubicación del contador de personas tradicional en el autobús.

Figura 5.- ***Ubicación real de los contadores de pasajeros en un autobús.***



La figura 6 nos presenta el diagrama de flujo de la secuencia que realizara nuestro proyecto. Este diagrama de flujo se programo en la tarjeta Arduino uno. Como se puede apreciar en la figura el código programado permite realizar un conteo ascendente y descendente empleando adecuadamente la posición de los sensores de entrada.

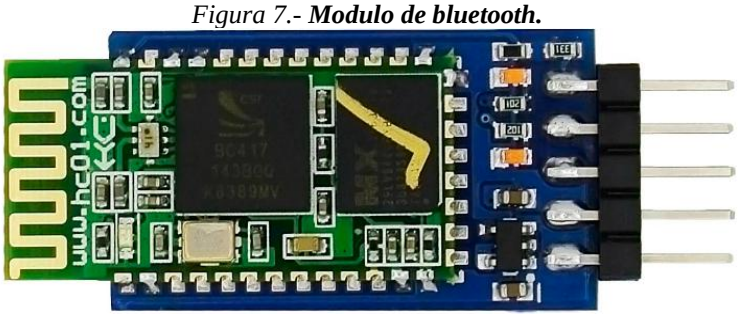
Figura 6. ***Diagrama de flujo del conteo ascendente y descendente de personas.***



Interfaz de salida. Un módulo Bluetooth será utilizado para transmitir los datos recolectados por el microcontrolador a una aplicación móvil. Este módulo garantizará una comunicación inalámbrica eficiente entre el sistema de conteo y el dispositivo del conductor. Una vez establecida la conexión física, se procedió a la configuración del módulo Bluetooth. Utilizando comandos AT, se configuraron parámetros clave como el nombre del dispositivo, la velocidad de transmisión y el código de emparejamiento. Esta configuración se realizó mediante un software de terminal serie, permitiendo una interacción directa con el módulo y asegurando que estuviera preparado para comunicarse con el microcontrolador y la aplicación móvil.

Finalmente, se llevó a cabo una serie de pruebas de campo para evaluar el rendimiento del sistema en condiciones reales de operación. Durante estas pruebas, se verificó que la comunicación inalámbrica entre el sistema de conteo y el dispositivo del conductor fuera estable y eficiente, asegurando que los datos de conteo se transmitieran de manera precisa y en tiempo real. La Figura 7 nos presenta el módulo de bluetooth empleado.

Figura 7.- ***Modulo de bluetooth.***

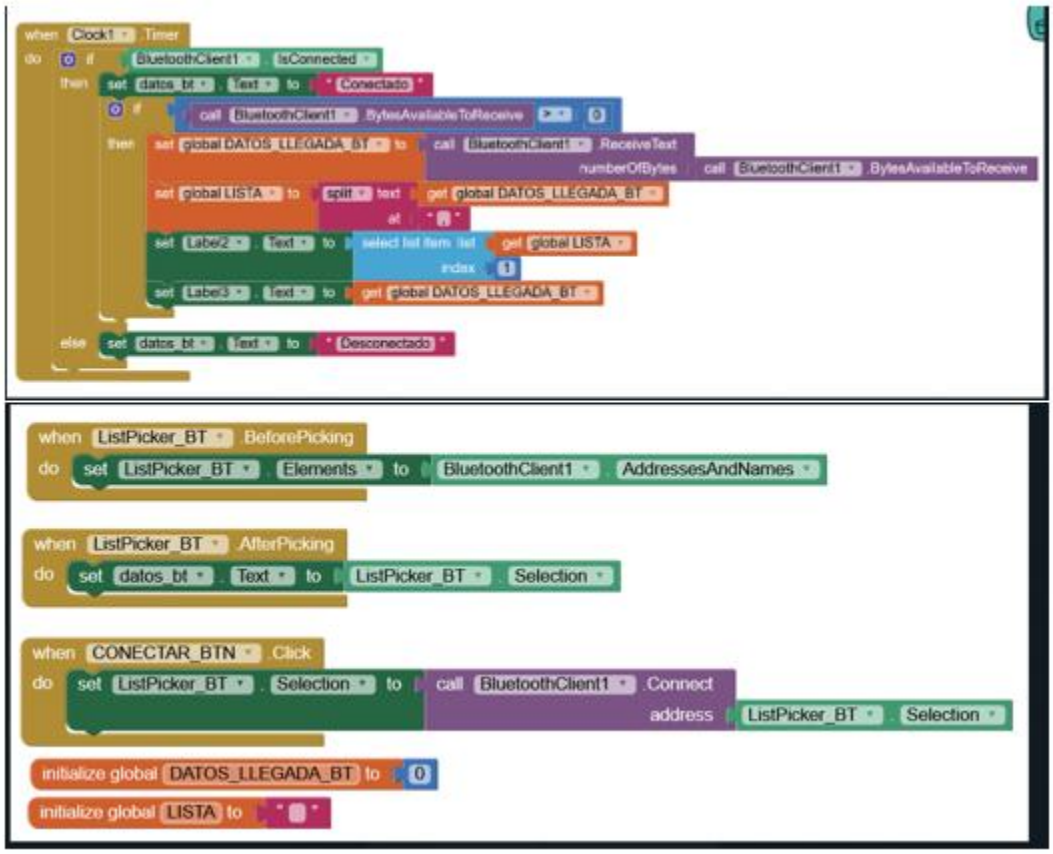


Aplicación Móvil: La aplicación móvil, instalada en el teléfono de cada conductor, recibirá los datos transmitidos por el módulo Bluetooth. La aplicación mostrará en tiempo real el número de pasajeros que han ascendido y descendido del camión, facilitando la gestión y monitoreo del flujo de pasajeros.

Se inició con la creación de un diseño de interfaz de usuario intuitivo y fácil de usar. Se utilizaron herramientas de diseño gráfico y prototipado para crear una interfaz que mostrara claramente el número de pasajeros a bordo y los que habían descendido. Se realizaron pruebas de usabilidad con usuarios representativos para asegurarse de que la interfaz fuera accesible y eficiente en diferentes condiciones de operación.

Utilizando un entorno de desarrollo integrado (IDE) específico para desarrollo móvil, como Android Studio, se programó la aplicación. La aplicación fue desarrollada en lenguajes adecuados para cada plataforma (Java/Kotlin para Android). Se implementaron funciones para conectar y comunicarse con el módulo Bluetooth, recibir y procesar datos, y actualizar la interfaz de usuario en tiempo real.
Los conductores recibieron instrucciones para descargar e instalar la aplicación en sus teléfonos móviles. Durante la instalación, se aseguraron de que la aplicación tuviera los permisos necesarios, especialmente el permiso para acceder a la conexión Bluetooth del dispositivo. La Figura 8 nos presenta una captura de pantalla de la visualización de la aplicación móvil.

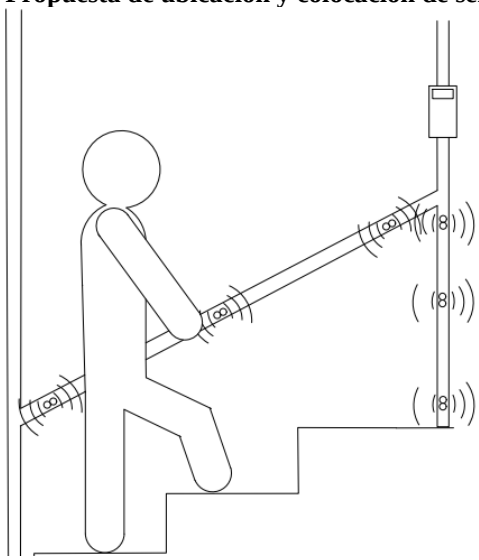
Figura 8.- ***Visualización de la programación de la aplicación móvil.***



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sensor ultrasónico tiene una gran ventaja y es detectar objetos a cierta distancia de acuerdo sea programado, en este caso el sensor facilitara el análisis de los pasajeros, de acuerdo con la figura 9 se logra visualizar el diseño y acomodo de los sensores, esto detectara el ascenso y descenso de los pasajeros.

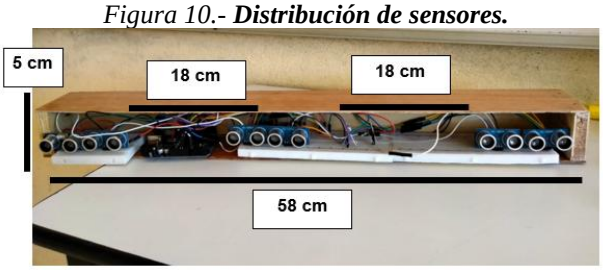
Figura 9. – Propuesta de ubicación y colocación de sensores.



Convencidos que es una mejor propuesta se determinó que de acuerdo al acomodo de los sensores es posible crear un algoritmo con ellos lo cual una vez programado el sistema lograra determinar si ascendieron o descendieron del transporte; de acuerdo a la *ilustración 4* se observa un ciudadano que asciende al transporte en este caso lo detecta el primer sensor que se colocara en el primer escalón, esto indicando que estarán ascendiendo al transporte el algoritmo se completara ya que tendrá que pasar por el segundo y tercer sensor los cuales estarán instalados uno en cada escalón sucesivamente. De la misma manera el algoritmo estará programado para detectar los ciudadanos que descienden, esta vez el algoritmo estará invertido ya que tendrá que empezar a marcar el recorrido del sensor del escalón tercero y tendrá que pasar por el segundo y terminar en el primer sensor; esto indicará que la persona bajo del transporte.

El sistema propuesto consiste en una barra equipada con tres sensores ultrasónicos en la entrada del autobús. La función principal de estos sensores es detectar el movimiento y la presencia de personas que suben o bajan del bus. La instalación de una segunda barra con tres sensores adicionales está diseñada para corregir posibles errores en el conteo. Teniendo la secuencia de que, si enciende primero el sensor derecho, luego el central y al final el izquierdo la persona bajo y si enciende primero el sensor izquierdo, después el central y al final el derecho la persona subió. Donde si el patrón no se cumple y no encienden los tres sensores entonces no marcara ni que subió ni que bajo una persona. La figura 10 presenta el dimensionamiento y posición de los sensores ultrasónicos.

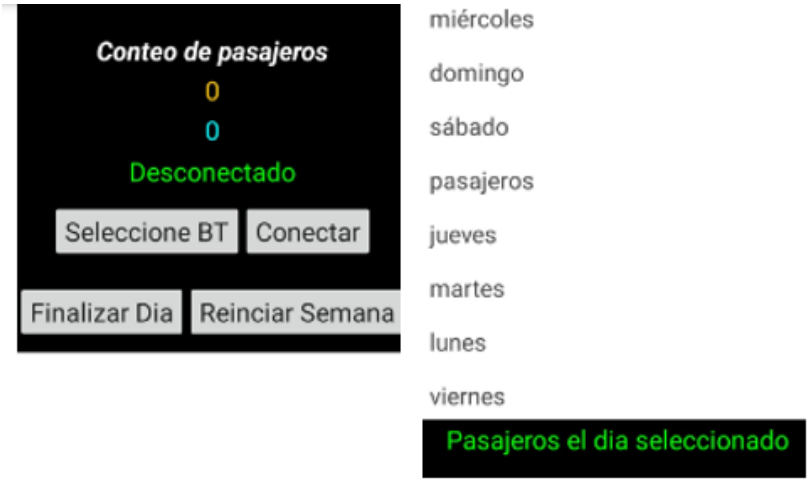
Figura 10.- ***Distribución de sensores.***



Con respecto a la aplicación móvil se ajustaron los parámetros de configuración del módulo Bluetooth para mejorar la estabilidad de la conexión y la calidad de la transmisión de datos, se realizaron pruebas para identificar y mitigar posibles fuentes de interferencia en la señal Bluetooth, asegurando una comunicación fluida entre el módulo y la aplicación móvil.

Después de implementar los ajustes, se llevaron a cabo nuevas pruebas de campo para validar las mejoras realizadas, se verificó que los problemas identificados anteriormente se hubieran resuelto y que el sistema operara de manera más eficiente, se estableció un proceso de monitoreo continuo para evaluar el rendimiento del sistema a lo largo del tiempo y realizar ajustes adicionales si fuera necesario. La figura 11 nos presenta una captura de pantalla de la aplicación móvil que es lo que el conductor u operario vería en su teléfono al momento de abrir la aplicación.

Figura 11.- ***Visualización de la aplicación móvil***



CONCLUSIÓN

En este proyecto se planteó un primer reto el cual está presente día a día en el transporte público, este reto es el saber que cantidad de pasajeros utilizan el transporte público todos los días, con base a esto se pretende conocer algunas variables como por ejemplo el dinero que genera al día una unidad del transporte público, la cantidad de pasajeros por ruta, la demanda de transporte publico entre otras.

Otro reto significativo fue la programación de una aplicación para descargar y gestionar los datos que generan los sensores. Este proceso implicó varios desafíos, como la integración de hardware y software, la necesidad de asegurar la fiabilidad en la transmisión de datos, y la creación de una interfaz de usuario intuitiva y funcional. La programación de esta aplicación requirió la implementación de algoritmos eficientes para procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real, así como asegurar la compatibilidad con diferentes plataformas y dispositivos. Superar estos retos fue esencial para garantizar que los datos recogidos fueran accesibles y útiles para el análisis y toma de decisiones.

En resumen, este proyecto no solo resolvió un problema práctico en el ámbito del transporte público, sino que también permitió el desarrollo de habilidades técnicas avanzadas en áreas como la robótica, la programación, y la gestión de datos, todas ellas cruciales para el éxito de iniciativas similares en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

1. L. Tokheim, Roger (2020). Fundamentos de los Microprocesadores. Mc Graw Hill. (Pag. 112)
2. Gudiña, V. (2023, 27 octubre). *Transporte público - Qué es, tipos, ventajas y desventajas*. Definición.de. https://definicion.de/transporte-publico/
3. *Guía de referencia de Arduino - Guía de referencia de Arduino*. (s. f.). https://www.arduino.cc/reference/es/
4. Hernández, E. (2023, 29 octubre). *Los desafíos del transporte público en México: un viaje entre retos y oportunidades - Quo.mx*. Quo.mx. https://quo.mx/mexico/los-desafios-del-transporte-publico-en-mexico/#:~:text=Los%20principales%20retos%20del%20transporte%20terrestre%20Entre%20los,a%20distancia%20y%20la%20ausencia%20de%20apoyo%20gubernamental.
5. *Introducción a Android Studio*. (s. f.). Android Developers. https://developer.android.com/studio/intro/?hl=es&refresh=1
6. Rodriguez, A. (2023, 8 marzo). Sensores electrónicos: ¿Qué son y cómo funcionan? *diarioelectronicohoy.com*. https://www.diarioelectronicohoy.com/sensores-electronicos-que-son-y-como-funcionan/#:~:text=Los%20sensores%20electr%C3%B3nicos%20son%20dispositivos%20que%20detectan%20y,la%20electr%C3%B3nica%2C%20hasta%20la%20medicina%20y%20la%20rob%C3%B3tica.

Exploración del Uso de la Inteligencia Artificial en Aulas Universitarias: Un Estudio en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.821

José de Jesús Eduardo Barrientos Avalos[1], Anastacio Rodríguez García[2], Maricela Méndez Mendoza [3]

[1] *Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato/Profesor Titular A, jjbarrientos@utng.edu.mx* ,
[2] *Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato/Profesor Titular A, anastaciorodriguez@utng.edu.mx* ,
[3] *Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato/Profesora Asociada C, maricelamendez@utng.edu.mx* .

Línea de investigación: Tecnología Educativa y Transformación Digital en la Educación Superior

Resumen

Esta investigación explora el uso de la inteligencia artificial (IA) en las aulas de la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato, evaluando las percepciones de docentes y estudiantes sobre sus aplicaciones, beneficios y posibles riesgos. Mediante encuestas y observaciones en clase, se busca comprender el impacto de la IA en la enseñanza y el aprendizaje, identificando tanto las ventajas, como la personalización del aprendizaje y la automatización de tareas, como las desventajas, entre ellas la dependencia tecnológica y la posible deshumanización del proceso educativo. Los hallazgos proporcionarán recomendaciones para una implementación efectiva y ética de la IA en el contexto universitario.

Palabras clave: Automatización de tareas educativas, Dependencia tecnológica en educación, Ética en la implementación de IA, Impacto de la IA en la enseñanza, Inteligencia artificial en educación, Percepciones de docentes y estudiantes, Personalización del aprendizaje, Tecnología educativa, Transformación digital en el aula, Ventajas y desventajas de la IA.

Abstract

This research explores the use of artificial intelligence (AI) in classrooms at the Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato, evaluating teachers' and students' perceptions of its applications, benefits, and potential risks. Through surveys and classroom observations, it seeks to understand AI's impact on teaching and learning, identifying both advantages, such as personalized learning and task automation, and disadvantages, including technological dependence and potential dehumanization of the educational process. The findings will provide recommendations for an effective and ethical implementation of AI in the university context.

INTRODUCCIÓN

En su libro sobre inteligencia artificial (IA), López Briega (2016) define la IA como una realidad que está transformado nuestra sociedad, suponiendo que la inteligencia artificial (IA) se centra en el desarrollo de software o máquinas que exhiben una inteligencia humana. López asegura que los datos son como el nuevo Petróleo de estos tiempos, considerando que la fuente principal de estos datos son diversas plataformas que residen en internet, con miles de usuarios como proveedores, afirma que la IA ha abandonado los laboratorios, para convertirse en una realidad que moldea la sociedad y para prueba de ello Alexa, Next, Siri, Uber y Waze, máquinas inteligentes mediante plataformas poderosas de software de aprendizaje, denominado como Inteligencia Artificial Débil, en donde no hay autoconciencia o inteligencia genuina (López, 2016).

Existen sistemas inteligentes como Facebook, Spotify, Netflix, Amazon y Google que combinan software, algoritmos, reglas de negocio, análisis predictivo, aprendizaje automático o Machine Learning, sensores, servidores, dispositivos móviles y conectividad, siendo las principales características que hacen a estos sistemas inteligentes: software que aprende, hardware con una gran capacidad de cómputo y la capacidad de procesar grandes cantidades de datos en fracciones de segundo (López, 2016).

Una de las principales herramientas basada en la IA es ChatGPT, una plataforma de inteligencia artificial capaz de escribir artículos como si fuera un humano, consiguió en cinco días un millón de usuarios registrados, fue inventado por OpenAI, su primera versión 2018 (Gutiérrez, 2023). El software funciona como un robot de conversaciones digitales. Su objetivo es proporcionar a los usuarios respuestas para cualquier pregunta tomando como base los contenidos disponibles en internet. Aunque aún resulta una herramienta en perfeccionamiento, susceptible de errores, y esté en fase de pruebas masivas, la calidad de sus respuestas ha sorprendido favorablemente a los usuarios: es capaz de confeccionar varios contenidos; emitir respuestas rápidamente (Diego, 2023). La calidad de las respuestas o interacciones con Chat GPT depende de cómo se diseñan y formulan las frases o preguntas, conocidas como "*propts*", que se utilizan para estimular una respuesta de la plataforma (Morales-Chan, 2023).

La inteligencia artificial (IA) está transformando muchos aspectos de la sociedad, incluida la educación. En este contexto, es necesario explorar cómo la IA puede ser integrada en las aulas de la Universidad Tecnológica para mejorar tanto la enseñanza como el aprendizaje, la presencia y uso de este tipo de herramientas es innegable. Esta investigación explorará las percepciones, aplicaciones, ventajas y desventajas del uso de la IA en las aulas universitarias, específicamente en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato, así como sus implicaciones para profesores y alumnos.

DESARROLLO

El uso de IA en el ámbito educativo tiene el potencial de transformar la manera en que los docentes enseñan y los estudiantes aprenden. Sin embargo, aún se necesita una evaluación clara de cómo esta tecnología afecta las dinámicas dentro del aula, considerando el aula como el proceso enseñanza aprendizaje en el nivel universitario. Esta investigación permite a la Universidad Tecnológica tomar decisiones informadas sobre la implementación de tecnologías de IA en sus aulas, aprovechando sus beneficios y mitigando posibles riesgos.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Explorar el uso de la inteligencia artificial en las aulas de la Universidad Tecnológica, evaluando sus ventajas y desventajas desde la perspectiva de alumnado y profesorado.

Objetivos Específicos

- Identificar las aplicaciones actuales de la IA en las aulas universitarias.
- Explorar las percepciones de los docentes y estudiantes sobre el impacto de la IA en sus actividades educativas.
- Analizar las ventajas del uso de IA en la enseñanza, tales como la personalización del aprendizaje, automatización de tareas, y mejora de la eficiencia.
- Identificar las desventajas o riesgos percibidos del uso de la IA, como la posible deshumanización del proceso educativo o la dependencia tecnológica.
- Evaluar las competencias tecnológicas de los profesorado y alumnado para utilizar IA efectivamente.

OBJETO DE ESTUDIO

El uso de la inteligencia artificial en el contexto educativo universitario, particularmente en las aulas de la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato, analizando sus aplicaciones, percepciones y el impacto que genera en la experiencia de enseñanza y aprendizaje de docentes y estudiantes. Considerando tanto los beneficios percibidos como los desafíos asociados.

METODOLOGÍA

Cohen, Manion y Morrison (2017) proporcionan una base sólida sobre el uso de métodos cualitativos, incluida la observación en entornos educativos. En Research Methods in Education, los autores detallan cómo la observación puede utilizarse para estudiar comportamientos y patrones en el aula, discutiendo diferentes tipos de observación (participante, no participante y estructurada). Además, ofrecen estrategias para diseñar hojas de observación, registrando datos de manera sistemática y organizada. Esta obra es fundamental para estudios que buscan capturar detalles sobre interacciones en tiempo real y cambios en el comportamiento de los estudiantes al usar tecnología.

La metodología utilizada para llevar a cabo esta investigación exploratoria consiste en las fases de diseño de la Investigación, definición de la población muestra, definición de instrumento de recolección de datos y análisis de datos, lo que a continuación se detalla cada una.

Diseño de la Investigación

Considerando que la investigación exploratoria según Galarza (2020), es el primer acercamiento a un fenómeno no estudiado en el contexto particular de la Universidad Tecnológica, sin embargo que por sentido común en la actualidad la utilización de la IA es una práctica común de estudiantes y docentes, por tanto, se lleva a cabo una investigación exploratoria de tipo cualitativo y cuantitativo. Se utilizan encuestas y observaciones directas para recopilar datos de docentes y estudiantes que utilizan o han tenido experiencias con herramientas de IA en sus actividades educativas.

Población y Muestra

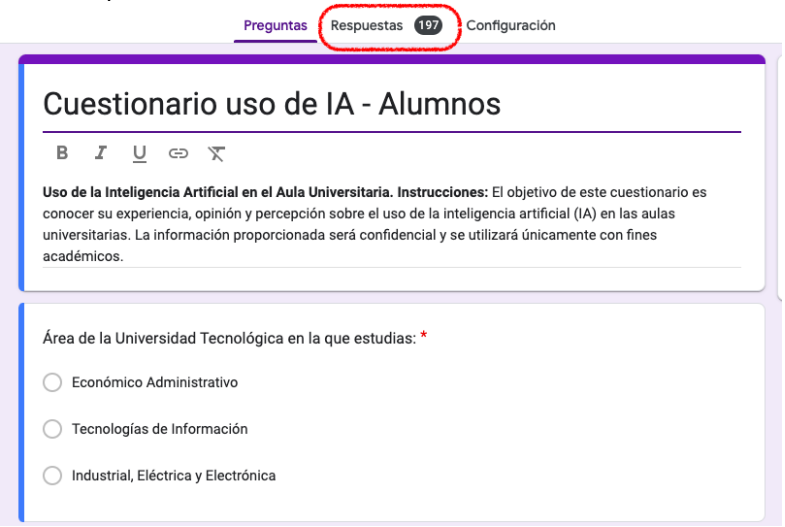
Población: Alumnos y profesores de la Universidad Tecnológica.

Muestra: Una selección de 20 docentes y 200 estudiantes de diversas carreras tecnológicas. La muestra será seleccionada mediante un muestreo por conveniencia. Se seleccionó este tipo de muestreo por ser una investigación exploratorio, siendo también un primer acercamiento, el cual se considera como un punto de partida para propuestas e investigaciones más elaboradas y con un alcance mayor que solo el hecho de explorar, buscando ser punta de lanza en la concientización sobre la implicaciones que trae consigo el uso de la IA en la aulas, en la investigación se desarrolla el primer acercamiento formal una realidad actual (Tamayo, 2000).

Definición de Instrumentos de Recolección de Datos

- **Cuestionarios**: Dirigidos a estudiantes y docentes, para recoger datos cuantitativos sobre el uso de IA, sus ventajas y desventajas. Para ello se utilizan formularios de Google para obtener la información, se muestra en la Figura 1, este mismo se puede visualizar de manera completa en la siguiente vinculo: https://forms.gle/KQsS5V8tu77tn1vd6 el formulario para estudiantes y para docentes en el vinculo: https://forms.gle/MRNJ1yGMH9zcoCTB6.

  En su libro, Álvarez-Gayou (2003) describe un enfoque práctico para el diseño de instrumentos de recolección de datos, especialmente en el ámbito educativo. Proporciona orientación para redactar preguntas claras, elegir tipos de respuestas adecuadas y validar los instrumentos, lo cual es clave en estudios que analizan comportamientos y percepciones en contextos educativos.
  Los cuestionarios completos empleados para docentes y estudiante se anexan al final de la investigación (ver anexo 1 y anexo 2)
  Figura 1. Formulario del cuestionario para estudiantes



  Nota: Se muestra la pantalla del formulario aplicado a estudiantes, de manera ilustrativa de manera similar se realiza un cuestionario para docentes, los cuestionarios completos se anexan al final de la investigación.

- **Observación:** Se lleva a cabo un análisis detallado en aulas donde se esté utilizando IA, con el objetivo de identificar tendencias en el uso de esta tecnología y en el comportamiento académico de los estudiantes. Esta observación se ha realizado en colaboración estrecha con los docentes responsables de la investigación, quienes han diseñado actividades específicas para evaluar el impacto de la IA en el aprendizaje.
  En primer lugar, se asignaron tareas para realizar en casa, consistentes en sintetizar temas clave de la materia. Posteriormente, se solicitó a los estudiantes que compartieran sus síntesis de manera verbal en clase, pero la participación fue en general bastante limitada. A raíz de esto, se decidió pedirles que repitieran la síntesis, esta vez por escrito y dentro del aula.
  La comparación entre los trabajos realizados en casa y los escritos en clase reveló diferencias significativas. Las tareas completadas en casa mostraban redacciones extensas, estructuradas y con un lenguaje elaborado, presentando además un mínimo de errores gramaticales y ortográficos. Estos indicios apuntan a que los estudiantes probablemente utilizaron herramientas de inteligencia artificial para apoyar la elaboración de sus tareas. En contraste, las redacciones realizadas en el aula, a mano, presentaban una expresión más sencilla, limitada en vocabulario, de menor extensión y, en algunos casos, con falta de coherencia y organización lógica.
  Esta discrepancia entre los trabajos hechos en casa y en el aula sugiere una dependencia de la tecnología para completar las tareas fuera del entorno supervisado. La diferencia en calidad y estilo de los escritos ofrece una valiosa perspectiva sobre cómo la IA puede influir en los hábitos de estudio y en las habilidades de expresión escrita de los estudiantes.

  Gold (1997) describe en este texto la aplicación de la observación para estudiar las dinámicas de grupo y las interacciones individuales en diversos entornos. Explica cómo realizar observaciones detalladas y analizar patrones de comportamiento e interacción, especialmente en situaciones en las que el investigador quiere entender cómo los estudiantes responden a nuevas tecnologías o metodologías de enseñanza. La obra es útil para establecer una metodología de observación clara y organizada en estudios educativos.

Análisis de Datos

Los datos cualitativos se analizan mediante codificación temática, buscando patrones recurrentes en las percepciones sobre el uso de la IA. Los datos cuantitativos serán analizados mediante estadística descriptiva, utilizando gráficos para representar los hallazgos.

- **Resultados Esperados**
  - Identificar cómo y en qué medida se está utilizando la IA en las aulas universitarias.
  - Establecer un balance entre los beneficios y las desventajas percibidas de la IA por parte de docentes y estudiantes.
  - Proporcionar recomendaciones para una implementación efectiva de la IA en las aulas, mitigando los riesgos potenciales.
- **Recursos Necesarios**
  - Acceso a aulas y herramientas tecnológicas con IA.
  - Software para el análisis de datos cualitativos y cuantitativos.
  - Tiempo de profesores y estudiantes para encuestas.
- **Consideraciones Éticas**
  Se garantizará la confidencialidad de los participantes, y su consentimiento informado será obtenido antes de aplicar cualquier instrumento de recolección de datos. Además, se evitará cualquier tipo de manipulación de la información.

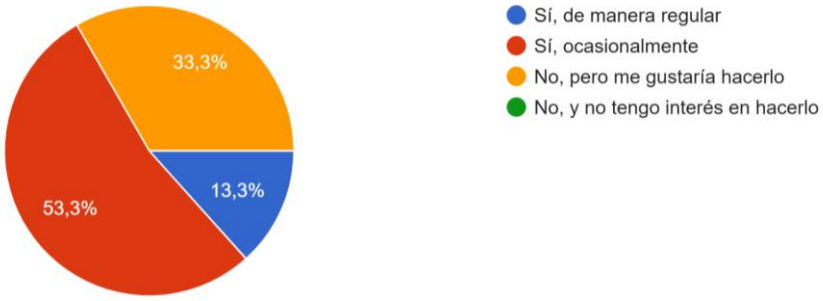
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados son obtenidos mediante las herramientas que proporciona Google Forms que permiten revisar los resultados estadísticos de manera gráfica, teniendo en consideración los resultados esperados, se procede a destacar algunos aspectos importantes:

Para identificar en qué medida se utiliza la IA se planteó la siguientes preguntas para docentes, las cuales se estarán analizando una a una los aspectos considerados más relevantes.

¿Utiliza actualmente herramientas de inteligencia artificial en su enseñanza?, a lo cual el 53.3% si utiliza de manera ocasional, 33.3 % no utiliza pero le gustaría hacerlo y solo el 13.35% sí de manera regular. El gráfico obtenido se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Gráfica de uso de IA por los docentes,



Nota: Se puede observar que la mayoría de los docentes encuestados utilizan IA de manera ocasional. Gráfico de Google Forms generado como resultado de la encuesta realizada a los docentes.

De la pregunta: ¿Qué herramientas de IA ha utilizado en el aula?, el 60% utiliza asistentes virtuales como ChatGPT, 40 % no la ha utilizado en el aula, 26.7% lo utiliza para evaluación automática y el 13.3 % utiliza plataformas de análisis de datos automatizados. De acuerdo a estos porcentajes, se corrobora que en su mayoría los docentes utilizan la IA en el proceso educativo dentro del aula, de manera ocasional, en específico utilizando herramientas en mayor medida asistentes virtuales como ChatGPT, Microsoft XiaoIce, Facebook Blender, Rasa, IBM Watson Assistant, Google Dialogflow y Amazon Lex, información obtenida también de las respuestas de los docentes encuestados.
En cuanto a los beneficios que puede llegar a ser en promedio le dan una calificación de 3 considerando 5 muy beneficios y 1 nada beneficioso, de tal manera que el docente considera medianamente beneficios el uso de la IA.

Dentro de las principales *ventajas* el docente opina en orden de importancia, se encuentran las siguientes:

1. Proporciona retroalimentación inmediata 73.3%
2. Ahorro de tiempo en a evaluación 66.3 %
3. Mejora eficiencia del docente 60%

Dentro de las principales *desventajas* el docente opina en orden de importancia, se encuentran las siguientes:

1. Dependencia tecnológica excesiva 73.3%
2. Deshumanización del proceso educativo 73.3 %
3. Riesgo en el sesgo en las decisiones automatizadas 60%
4.

CONCLUSIÓN

Satanizar herramientas como ChatGPT es comparable a las reacciones que han suscitado otras innovaciones a lo largo de la historia. En el pasado, se condenó la llegada de la televisión, la popularización de ciertos géneros musicales como el rock, el jazz y más tarde la música electrónica, así como el uso del internet y los videojuegos. Estas tecnologías y expresiones culturales fueron vistas, en su momento, como amenazas a la moral, la concentración o la creatividad, cuando en realidad, cada una de ellas trajo consigo nuevas formas de aprendizaje, creatividad e interacción. Hoy en día, reconocemos que esas reacciones de temor eran reflejo de una incomprensión natural ante lo nuevo y lo desconocido.
Así como en esos tiempos, la clave no está en prohibir o temer lo nuevo, sino en fomentar un uso responsable, consciente y ético que potencie sus beneficios y minimice sus riesgos. Las herramientas de inteligencia artificial, como ChatGPT, representan un salto en nuestra capacidad de acceder y procesar conocimiento, pero depende de nosotros, como educadores y estudiantes, integrarlas de manera que favorezcan la reflexión y el aprendizaje auténtico.
Aceptar y comprender estos avances, en lugar de rechazarlos, nos permite evolucionar y mejorar nuestras prácticas. Aprovechemos esta oportunidad para guiar su uso en la educación, incorporando la inteligencia artificial como un complemento que inspire curiosidad, desarrolle el pensamiento crítico y nos prepare para los desafíos del mundo actual. Este enfoque progresista nos llama a humanizar la tecnología, utilizándola no como un reemplazo, sino como una herramienta que enriquece nuestra experiencia educativa y fortalece los valores de colaboración, creatividad y aprendizaje continuo.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez-Gayou, J. L. (2003). Cómo se hace una investigación. Limusa.
Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). Research Methods in Education (8th ed.). Routledge.
Diego Olite, F. M., Morales Suárez, I. D. R., & Vidal Ledo, M. J. (2023). Chat GPT: origen, evolución, retos e impactos en la educación. Educación Médica Superior, 37(2).
Galarza, C. A. R. (2020). Los alcances de una investigación. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 9(3), 1-6.
Gold, R. L. (1997). The Ethnographic Method in Educational Research. McGraw-Hill.
Gutiérrez J. En solo cinco días, Chat GPT-3 consiguió un millón de usuarios. La Jornada. 2023 [acceso 11/09/2024]. Disponible en: Disponible en: https://www.jornada.com.mx/2023/01/27/economia/014n1eco.
López Briega, R. (2016). Libro online de IAAR. [acceso 10/10/2024]. Disponible en: Disponible en https://iaarbook.github.io/.
Morales-Chan, M. A. (2023). Explorando el potencial de Chat GPT: Una clasificación de Prompts efectivos para la enseñanza.
Tamayo, G. U. (2000). Diseños muestrales en la investigación. Recuperado de: http://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1410.

Anexo 1. Cuestionario para docentes

Cuestionario: Uso de la Inteligencia Artificial en el Aula Universitaria

Instrucciones:

El objetivo de este cuestionario es conocer su experiencia, opinión y percepción acerca del uso de la inteligencia artificial (IA) en el aula universitaria. La información que proporcione será utilizada de manera confidencial y únicamente con fines académicos.

Sección 1: Datos Generales

1. **Carrera en la que enseña:**
   - a) Economico Administrativo
   - b) Tecnologías de la Información
   - c) Industrial Eléctrica y Electrónica
2. **Años de experiencia como docente:**
   - a) Menos de 5 años
   - b) 5 a 10 años
   - c) 11 a 20 años
   - d) Más de 20 años
3. **Nivel de experiencia con herramientas de IA:**
   - a) Ninguno
   - b) Básico
   - c) Intermedio
   - d) Avanzado

Sección 2: Uso de la IA en el Aula

0. **¿Utiliza actualmente herramientas de inteligencia artificial en su enseñanza?**
   - a) Sí, de manera regular
   - b) Sí, ocasionalmente
   - c) No, pero me gustaría hacerlo
   - d) No, y no tengo interés en hacerlo
0. **¿Qué herramientas de IA ha utilizado en el aula? (Puede seleccionar más de una opción)**
   - a) Asistentes virtuales (como ChatGPT, Alexa)
   - b) Plataformas de análisis de datos automatizados
   - c) Sistemas de tutoría inteligente
   - d) Evaluación automática de tareas
   - e) No he utilizado IA en el aula
0. **En una escala del 1 al 5, ¿qué tan beneficioso considera el uso de la IA en las siguientes actividades educativas?** (1 = Nada beneficioso, 5 = Muy beneficioso)

Actividad educativa	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Personalización del aprendizaje					

Automatización de la evaluación

Apoyo a la tutoría y mentoría

Mejora de la eficiencia en la enseñanza

Retroalimentación automática

Sección 3: Percepciones sobre Ventajas y Desventajas de la IA

0. **En su opinión, ¿cuáles son las principales ventajas del uso de la IA en el aula?**
   (Seleccione hasta 3 opciones)
   - a) Mejora la eficiencia del docente
   - b) Facilita la personalización del aprendizaje
   - c) Ahorra tiempo en la evaluación de tareas
   - d) Proporciona retroalimentación inmediata a los estudiantes
   - e) Mejora la motivación de los estudiantes
   - f) Otra: _____
0. **¿Cuáles cree que son las principales desventajas del uso de la IA en la enseñanza?**
   (Seleccione hasta 3 opciones)
   - a) Dependencia tecnológica excesiva
   - b) Deshumanización del proceso educativo
   - c) Posible reducción de la interacción entre docentes y estudiantes
   - d) Falta de competencias tecnológicas para su uso adecuado
   - e) Riesgos de sesgos en las decisiones automatizadas
   - f) Otra: _____
0. **¿En qué medida está de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el uso de la IA en el aula?**
   (1 = Totalmente en desacuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo)

Afirmación	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
La IA mejora la calidad de la enseñanza en el aula					
La IA reduce la carga de trabajo del docente					
La IA podría reemplazar algunas funciones del docente					
Los estudiantes se benefician más de la IA que de un docente					
La IA requiere una gran inversión de tiempo para su implementación efectiva					

Sección 4: Competencias y Preparación

0. **¿Considera que tiene las competencias necesarias para utilizar herramientas de IA en sus clases?**
   - a) Sí, me siento capacitado para hacerlo
   - b) Sí, pero necesitaría más formación
   - c) No, no tengo las competencias necesarias
0. **¿Le interesaría recibir formación adicional sobre el uso de IA en la enseñanza?**
   - a) Sí
   - b) No
   - c) Tal vez, dependiendo de la disponibilidad de tiempo y recursos
0. **En su opinión, ¿cuál es el mayor obstáculo para implementar la IA en la educación universitaria?**
   - a) Falta de infraestructura tecnológica
   - b) Falta de formación adecuada para docentes
   - c) Resistencia al cambio por parte de los docentes
   - d) Costo de implementación
   - e) Otros: _____

Sección 5: Sugerencias

0. **¿Qué sugerencias tendría para mejorar la implementación de la IA en las aulas de la universidad?** (Respuesta abierta)
0. **¿Le gustaría compartir alguna experiencia positiva o negativa que haya tenido al utilizar IA en su labor docente?** (Respuesta abierta)

Agradecemos su participación y tiempo en responder este cuestionario. Su contribución es valiosa para nuestra investigación.

Anexo 2. Cuestionario para estudiantes

Cuestionario: Uso de la Inteligencia Artificial en el Aula Universitaria

Instrucciones:

El objetivo de este cuestionario es conocer su experiencia, opinión y percepción sobre el uso de la inteligencia artificial (IA) en las aulas universitarias. La información proporcionada será confidencial y se utilizará únicamente con fines académicos.

Sección 1: Datos Generales

1. **Carrera en la que estudias:**
   - a) Ingeniería en Tecnologías de la Información
   - b) Ingeniería en Mecatrónica
   - c) Ingeniería en Energías Renovables
   - d) Otra: _____
2. **Año en el que te encuentras:**
   - a) 1er año
   - b) 2do año
   - c) 3er año
   - d) 4to año o más
3. **Nivel de conocimiento sobre inteligencia artificial (IA):**
   - a) Ninguno
   - b) Básico
   - c) Intermedio
   - d) Avanzado

Sección 2: Uso de la IA en el Aula

0. **¿Te han enseñado o utilizado herramientas de IA en alguna de tus clases?**
   - a) Sí, de manera regular
   - b) Sí, ocasionalmente
   - c) No, pero me gustaría aprender más
   - d) No, y no tengo interés en aprender
0. **¿Qué tipo de herramientas de IA has utilizado en clase?** (Puedes seleccionar más de una opción)
   - a) Asistentes virtuales (ChatGPT, Alexa, etc.)
   - b) Plataformas de análisis de datos automatizados
   - c) Herramientas de evaluación automática
   - d) Software de tutoría inteligente
   - e) No he utilizado herramientas de IA en clase
0. **En una escala del 1 al 5, ¿qué tan beneficioso consideras el uso de la IA en las siguientes actividades?** (1 = Nada beneficioso, 5 = Muy beneficioso)

Actividad educativa	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Resolución automática de tareas					
Apoyo en la tutoría y mentoría					
Personalización del aprendizaje					
Retroalimentación inmediata en ejercicios					
Automatización de procesos educativos					

Sección 3: Percepciones sobre la IA en el Aula

0. **¿Qué ventajas crees que ofrece el uso de la IA en el aula?** (Selecciona hasta 3 opciones)
   - a) Permite personalizar el aprendizaje según mis necesidades

- b) Proporciona retroalimentación inmediata
- c) Ahorra tiempo en la resolución de tareas
- d) Facilita el acceso a más recursos de aprendizaje
- e) Mejora la eficiencia del proceso educativo
- f) Otra: _____

0. **¿Cuáles son las desventajas o riesgos que observas en el uso de la IA en el aula?** (Selecciona hasta 3 opciones)
   - a) Dependencia tecnológica excesiva
   - b) Reducción de la interacción con los profesores
   - c) Riesgo de que los estudiantes se vuelvan demasiado pasivos
   - d) Problemas de privacidad y uso de datos
   - e) Falta de preparación de los docentes para manejar IA
   - f) Otra: _____
0. **En qué medida estás de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el uso de la IA en el aula?**
   (1 = Totalmente en desacuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo)

Afirmación	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
La IA mejora mi aprendizaje y desempeño académico					
La IA permite que el docente se concentre en aspectos más importantes del aprendizaje					
El uso de IA me motiva a aprender más					
La IA podría reemplazar algunas funciones del profesor					
La IA en el aula me ayuda a aprender de manera más eficiente					

Sección 4: Competencias y Preparación

0. **¿Sientes que tienes las competencias necesarias para aprovechar las herramientas de IA en tus estudios?**
   - a) Sí, estoy capacitado para utilizarlas
   - b) Sí, pero necesitaría más formación
   - c) No, no tengo las competencias necesarias
0. **¿Te interesaría recibir más formación sobre el uso de la IA en la educación?**
   - a) Sí
   - b) No
   - c) Tal vez, dependiendo del tipo de formación
0. **¿Consideras que el uso de IA en el aula ha mejorado tu rendimiento académico?**
   - a) Sí
   - b) No
   - c) No lo sé

Sección 5: Sugerencias

0. **¿Qué sugerencias tendrías para mejorar el uso de la IA en las aulas universitarias?**
   (Respuesta abierta)
0. **¿Te gustaría compartir alguna experiencia positiva o negativa que hayas tenido al utilizar IA en tus estudios?**
   (Respuesta abierta)

Gracias por tu participación. Tu opinión es importante para el éxito de esta investigación.

Propuesta de sistema inteligente IoT para la clasificación y conteo de taparroscas plásticas

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.822

Pamela Villanueva-Gaytan[1], Juana Andrea Godoy-Barrera[2], Alma Cecilia García-Pérez[3], Luis Gerardo Aguayo-López[4]

[1]*Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato,e-mail: pamela.villanueva@utng.edu.mx*
[2] *Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato,e-mail: andrea.godoy@utng.edu.mx*
[3] *Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato,e-mail: alma.garcia@utng.edu.mx*
[4] *Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato,e-mail: luis.aguayo@utng.edu.mx*

Línea de investigación: Internet de las cosas Resumen

El reciclaje de taparroscas no solo contribuye a la reducción de desechos plásticos, sino que también genera ingresos que pueden ser destinados a causas sociales. En este caso, parte de las ganancias obtenidas del reciclaje se destinarán a asociaciones que brindan tratamientos médicos a pacientes con cáncer, lo que otorga un valor añadido al proyecto tanto desde el punto de vista ecológico como humanitario. El reciclaje no solo ayuda a preservar los recursos naturales sino también ayuda a reducir la cantidad de residuos sólidos urbanos.
La tecnología que se implementará en este prototipo utilizará sensores, servomotores y otros componentes electrónicos controlados por Arduino.

Abstract

Recycling plastic lids not only contributes to the reduction of plastic waste, but also generates income that can be used for social causes. In this case, part of the profits obtained from recycling will be donated to associations that provide medical treatments to cancer patients, which gives added value to the project from both an ecological and humanitarian point of view. Recycling not only helps preserve natural resources but also helps reduce the amount of solid urban waste.

The technology that will be implemented in this prototype will use sensors, servomotors and other electronic components controlled by Arduino.

INTRODUCCIÓN

El presente documento se realiza una propuesta de clasificador de taparroscas con Internet de las Cosas integra sensores de conteo, color y tamaño y conectividad para enviar datos a una plataforma en la nube. En este contexto, la implementación del clasificador de taparroscas no solo mejora la precisión del proceso también permite el acceso a información en tiempo real mediante una aplicación web para automatizar y optimizar procesos.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desarrollar un prototipo automatizado que utiliza sensores y tecnología de Internet de las Cosas (IoT) sea capaz de:

1. Clasificar las taparroscas según su color, tamaño o material, con el fin de optimizar el proceso.
2. Contar automáticamente el número de taparroscas procesadas, brindando datos precisos.
3. Facilitar la automatización del reciclaje y la gestión de residuos plásticos, reduciendo la intervención manual humana y mejorando la eficiencia del proceso.

OBJETO DE ESTUDIO

El manejo de residuos plásticos se ha convertido en un desafío ambiental significativo. Entre estos residuos, las taparroscas plásticas de botellas representan una porción considerable que, si no se gestionan adecuadamente, pueden contribuir a la contaminación. Sin embargo, estas taparroscas poseen un valor reciclable alto, pudiendo transformarse en nuevos artículos plásticos. Además, existen iniciativas donde las taparroscas se recolectan y donan a empresas recicladoras, las cuales a su vez destinan parte de las ventas a asociaciones médicas que financian tratamientos de cáncer. Este esfuerzo no solo promueve el reciclaje, sino que también apoya causas sociales vitales.

METODOLOGÍA

Para un proyecto como el "Sistema Inteligente IoT para la Clasificación y Conteo de Taparroscas Plásticas," es recomendable utilizar una metodología de investigación aplicada, ya que este tipo de estudio busca resolver un problema práctico con el desarrollo de un sistema específico. Además, se pueden combinar enfoques cuantitativos y cualitativos dentro de un diseño experimental.

En el contexto de IoT, un enfoque experimental permite establecer y probar la efectividad del sistema, comparando su rendimiento en distintas condiciones. Esto se puede hacer mediante pruebas controladas para evaluar el conteo y la precisión de clasificación del sistema.

La metodología de investigación aplicada se estructura en fases que permiten pasar desde la identificación de un problema real hasta el desarrollo e implementación de una solución práctica.

FASES DEL DESARROLLO

Identificación del problema

Conteo y clasificación de taparroscas plásticas de forma automatizada y eficiente usando IoT. Se realiza una revisión inicial del contexto, los posibles impactos de resolver este problema y una breve descripción del sistema IoT que se desarrollará. Actualmente, el proceso de recolección, conteo y clasificación de taparroscas plásticas se realiza manualmente, lo cual es ineficiente y propenso a errores. Este método limita la cantidad de taparroscas que se pueden procesar y donar, afectando tanto el impacto ambiental como la capacidad de financiar tratamientos médicos.

Revisión de la literatura y marco teórico

El Internet de las Cosas (IoT) en la actualidad nos permite gestionar y realizar tareas de manera automatizada esto orientado a sistemas tal como un clasificador de taparroscas. Este proyecto nos permite mantener una conectividad, además de que puede integrarse para mejorar los procesos industriales pues nos permite clasificar y monitorear las taparroscas a través de dispositivos conectados y tecnologías con sensores avanzados.

En el ámbito industrial (Industria 4.0) se ha ido adoptando el IoT, lo cual ha cambiado la automatización de sus procesos con el uso de sensores inteligentes, actuadores y plataformas de análisis en la nube lo cual ha permitido que la producción sea más precisa, eficiente y flexible; es por esto que un selector de taparroscas puede ser una aplicación útil de automatización.

Diseño del sistema y planificación

Para el diseño de este prototipo es fundamental detallar cada aspecto técnico y operativo. Los principales elementos clave para esta fase se describen a continuación:

Las especificaciones de hardware, que consiste básicamente en identificar sensores de visión (como cámaras RGB o cámaras con infrarrojo), procesadores (ESP32), y actuadores necesarios para manipulación y conteo. También se consideran sistemas de iluminación que aseguren una buena visibilidad para el reconocimiento de las taparroscas.

Será necesario diseñar algoritmos de clasificación, que sirvan para implementar técnicas para diferenciar las taparroscas según su color, tamaño, o forma.

En las técnicas de conteo se integrará una técnica de procesamiento de clasificación para realizar el conteo en tiempo real. Alternativamente, el uso de sensores adicionales como sensores ópticos o de peso puede facilitar un conteo preciso.

Arquitectura de red de Internet de las Cosas para la transmisión de datos desde los sensores al servidor central o la nube. La red puede incluir un protocolo como MQTT o HTTP para comunicación eficiente y monitoreo en tiempo real.

Planificación

Se utiliza un cronograma

1. Fase de Diseño: 2-4 semanas para definir el hardware y los algoritmos de clasificación.
2. Fase de Desarrollo: 4-6 semanas para construir el prototipo del sistema.
3. Pruebas y Ajustes: 2-3 semanas para probar el sistema y hacer ajustes necesarios en los algoritmos y el hardware.
4. Implementación Final: 2 semanas para la implementación final y la evaluación del rendimiento.

Desarrollo y construcción del prototipo

La propuesta para el desarrollo y construcción del prototipo requiere de software y hardware.

Requisitos de hardware:

- Microcontrolador o placa base: ESP32 WiFi Inalámbrico BT Módulo IoT de Doble Núcleo Procesador de Desarrollo de Funciones Inalámbricas.
- Actuadores de clasificación: Servomotores.
- Sensores de conteo:
    - Sensor de proximidad.
    - Cámara o sensor óptico.
    - Sensor TCS3200.
- Módulo de comunicación IoT: Plataforma de conectividad en la nube IoT de AWS.

Requisitos de software:

- Plataforma de desarrollo: Software fritzing.
- Plataforma de visualización de datos: AWS IoT.
- Algoritmos de clasificación: TensorFlow Lite.

Pruebas y validación

Las pruebas que se realizarán se centrarán en evaluar la efectividad del sistema inteligente IoT en la clasificación y conteo de taparroscas plásticas, los indicadores clave de medición a monitorear son:

Precisión en la clasificación para medir la capacidad del sistema para clasificar correctamente las taparroscas por características como color, tamaño y material; cuidando que la meta sea de más del noventa y cinco por ciento de precisión para asegurar una clasificación confiable.

Exactitud en el conteo, necesario para determinar el porcentaje de aciertos en el conteo de taparroscas procesadas en comparación con el conteo manual. En el prototipo procurar que sea más del noventa y ocho por ciento del conteo para minimizar el margen de error.

Tiempo de procesamiento por unidad, es conocer el tiempo promedio que el sistema necesita para clasificar y contar cada taparrosca para asegurar que el sistema pueda operar en tiempo real.

Tasa de éxito en clasificación y conteo para determinar la cantidad de taparroscas que el sistema puede clasificar y contar en un tiempo determinado, generalmente por minuto o por hora.

Tasa de falsos positivos y negativos que mida la proporción de errores de clasificación y conteo, donde se cuenta o clasifica incorrectamente una taparrosca.

Análisis de resultados

En esta fase nos permite evaluar la efectividad del sistema para poder realizar:

- Costos.
- Precisión.
- Eficiencia.
- Áreas de mejora.
- Optimizar procesos.
- Toma de decisiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El prototipo se encuentra en una fase de desarrollo inicial conforme se adapten los componentes para lograr la clasificación y conteo de taparroscas plásticas y demostrar en un entorno de pruebas controlado, clasificar las piezas con una precisión significativa, permitiendo un conteo automático que reduce el error humano y optimiza el tiempo del proceso.

La implementación del sistema en entornos industriales o reales ofrece la oportunidad de automatizar procesos de clasificación y reciclaje de taparroscas plásticas. Esto contribuiría tanto a la sostenibilidad al facilitar el reciclaje como a la optimización de los recursos en plantas de procesamiento.

La arquitectura IoT del sistema va a permitir una fácil escalabilidad, de manera que pueda adaptarse a otras aplicaciones industriales que requieran clasificación y conteo de objetos. Además, al emplear sensores y tecnología IoT, el sistema será flexible y podrá ser configurado

para otros tipos de materiales o productos.
La automatización en la clasificación y reciclaje de taparroscas plásticas ayudará a reducir el impacto medioambiental al facilitar el reciclaje.
Recomendaciones
Realizar las pruebas en entornos reales, antes de una implementación a gran escala, se recomienda realizar pruebas en un entorno real para ajustar el sistema a las condiciones del entorno y evaluar el rendimiento.
Mejoras en la precisión del prototipo para futuras versiones, se podría explorar el uso de algoritmos de inteligencia artificial más avanzados, como redes neuronales convolucionales, machine Learning para mejorar la precisión en la clasificación de objetos y hacer que el sistema sea más robusto ante variaciones en la forma y el color de las taparroscas.
Ampliación de la Investigación: El prototipo podría ampliarse hacia la clasificación y conteo de otros tipos de plásticos o materiales reciclables, así como hacia la implementación de sensores adicionales que permitan clasificar otros atributos, como la densidad o el peso de las piezas.
Al aplicar estas recomendaciones y conclusiones, el sistema podría evolucionar hacia una herramienta robusta y altamente eficiente para la industria del reciclaje y la gestión de residuos, beneficiando tanto a las empresas como al medio ambiente.
Implementación
La implementación del sistema aún no ha sido llevada a cabo, dado que el proyecto se encuentra en su fase inicial. En esta etapa preliminar, el equipo se centra en definir los aspectos fundamentales del prototipo, tales como los requisitos técnicos, el diseño de la arquitectura, la selección de componentes de hardware y software, así como la especificación de algoritmos y métodos de clasificación y conteo que garantizarán el correcto funcionamiento del sistema en etapas posteriores. Esta fase es crucial para establecer una base sólida que permita una implementación efectiva en el futuro, minimizando riesgos y optimizando el uso de recursos.

CONCLUSIÓN

El prototipo se encuentra en una fase de desarrollo inicial conforme se adapten los componentes para lograr la clasificación y conteo de taparroscas plásticas y demostrar en un entorno de pruebas controlado, clasificar las piezas con una precisión significativa, permitiendo un conteo automático que reduce el error humano y optimiza el tiempo del proceso.
La implementación del sistema en entornos industriales o reales ofrece la oportunidad de automatizar procesos de clasificación y reciclaje de taparroscas plásticas. Esto contribuiría tanto a la sostenibilidad al facilitar el reciclaje como a la optimización de los recursos en plantas de procesamiento.
La arquitectura IoT del sistema va a permitir una fácil escalabilidad, de manera que pueda adaptarse a otras aplicaciones industriales que requieran clasificación y conteo de objetos. Además, al emplear sensores y tecnología IoT, el sistema será flexible y podrá ser configurado para otros tipos de materiales o productos.
La automatización en la clasificación y reciclaje de taparroscas plásticas ayudará a reducir el impacto medioambiental al facilitar el reciclaje.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, L. J. (2021). Internet de las cosas: Un futuro hiperconectado: 5G, Inteligencia Artificial, Big Data, Cloud, Blockchain, Ciberseguridad. Alpha Editorial.
Babiuch, M., Foltynek, P., & Smutny, P. (2019). Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing. Conferencia Internacional Sobre Computación Innovadora y Computación En la Nube.
Conde, C. P. (1996). Sensores ópticos. Universitat de València.
Johnson, A., & Academy, C. N. (2018). CCNA Cybersecurity Operations Companion Guide. Cisco Press. Ramírez, L. G. C., Jiménez, G. S. A., & Carreño, J. M. (2014). Sensores y actuadores. Grupo Editorial Patria. The Internet of Things. (2021). Greenhaven Publishing LLC.

Diseño de un controlador de iluminación manual para LEDs de0 a 10 Watts

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.823

[1]René Camacho Martínez[1], Ricardo Valdivia Hernández[2], [3]Hanoi Abdel Pérez Ramírez

[1] *Universidad Tecnológicadel Norte de Guanajuato, Dolores Hidalgo, C.I.N., Gto., México.Profesor de tiempo completo e-mail: renecamacho@utng.edu.mx* ***(autor-responsable)***

[2]*Centro de investigaciones en óptica León Guanajuato, Gto., México, investigador e-mail:rvaldivía@cio.mx* ***(coautor).***

[3] *Universidad Tecnológicadel Norte de Guanajuato, Dolores Hidalgo, C.I.N., Gto., México. Profesor de tiempo completo e-mail: hanoi@utng.edu.mx* ***(co-autor)***

Línea de investigación: Mecatrónica

Resumen

La iluminación LED ha emergido como un componente esencial en la industria debido a su eficiencia energética, durabilidad y capacidad para proporcionar una luz intensa con un bajo consumo de energía. En particular son cruciales en aplicaciones que requieren una iluminación precisa, como la fotografía industrial y la inspección visual en líneas de producción. En estos entornos, la calidad de iluminación es fundamental paraobtener imágenes claras y evaluar productos con precisión. El diseño y desarrollo de un dispositivo controladormanual para la intensidad luminosa de **LEDs** de alta potencia permite ajustar con precisión la luz emitida regulando la corriente del LED para controlar su brillo. La capacidad de modificar manualmente la intensidad luminosa es crucial para adaptarse a diferentes condiciones y garantizar tanto la calidad visual como la eficiencia del sistema de inspección. El circuito diseñado incluye un regulador de voltaje, un transistor TIP120y un potenciómetro, seleccionados por su capacidad para manejar corrientes elevadas y mantener la estabilidad en la regulación de la luz. El regulador de voltaje asegura un funcionamiento constante, mientras que el transistor amplifica la corriente necesaria para el LED, permitiendo que el potenciómetro ajuste el brillo con precisión. Se realizaron pruebas para validar el desempeño del controlador, evaluando la eficiencia energética,la disipación térmica y la estabilidad del circuito en diversas condiciones. También se examinó cómo el sistemade disipación de calor influye en la durabilidad y el rendimiento del controlador.

Palabras clave:
Intensidad luminosa, Controlador manual, LED de potencia

Research line: Mechatronics.

Abstract:

LED lighting has emerged as an essential component in the industry due to its energy efficiency, durability andability to provide intense light with low energy consumption. In particular they are crucial in applications that require precise lighting, such as industrial photography and visual inspection on production lines. In these environments, lighting quality is critical for clear images and accurate product evaluation. The design and development of a manual controller device for the luminous intensity of high-power LEDs allows the light emitted to be precisely adjusted by regulating the LED current to control its brightness. The ability to manuallymodify the light intensity is crucial to adapt to different conditions and ensure both the visual quality and efficiency of the inspection system. The designed circuit includes a voltage regulator, a TIP120 transistor and a potentiometer, selected for their ability to handle high currents and maintain stability in light regulation. Thevoltage regulator ensures constant operation, while the transistor amplifies the current needed for the LED, allowing the potentiometer to precisely adjust the brightness. Tests were carried out to validate the performance of the controller, evaluating energy efficiency, thermal dissipation and circuit stability under various conditions.It was also examined how the heat dissipation system influences the durability and performance of the controller.

Keywords:
Luminous intensity, Manual controller, Power LED

INTRODUCCIÓN

La Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato (UTNG), y el Centro de Investigaciones en Óptica (CIO),dado que se tiene un convenio de estadías, y proyectos de investigación para alumnos y profesores, llevaron a cabo en conjunto un proyecto de **Diseño de un Controlador de Iluminación Manual para LEDs de 0 a 10 W**, ya que algunos investigadores tenían la necesidad de controlar la intensidad de la iluminación, sobre todo para mediciones no invasivas de dimensiones, para mantener la estabilidad de iluminación de luz de alta potencia. Otras áreas de interés en que se puede utilizar este tipo de controlador son en iluminación de microscopios, en interferometría, procesamiento digital de imágenes, en líneas de producción de inspección confotografía, etcétera.

El diseño de este controlador se alimentará con 12 V y maneja leds hasta 10W soportando corriente hasta 1 A,incluyendo un regulador de 12 V a 3.3 V, y un led indicador de corriente, un potenciómetro para ajuste de corriente y un transistor TIP 120 tipo Darlington para manejar corrientes que pasan a través del led. Cabe mencionar que este tipo de reguladores electrónicos son limitados en el mercado, por lo cual se diseñó un circuito eficiente y confiable que permita el ajuste preciso de luminosidad del Led, al mismo tiempo realizar una comparación de la eficiencia de los Watts de salida con los Watts entrada para maximizar la eficiencia energética y durabilidad del sistema, así mismo implementar las medidas de enfriamiento, ya que a medida queaumenta su potencia existe más disipación de calor, por lo cual se considera usar un disipador y un ventilador compacto.

Se utilizó un software de diseño easyEDA para la fabricación del circuito impreso en el CIO empleando el método de Photoresist con exposición de luz ultravioleta, para imprimir pistas finas y precisas. realizar pruebasde validación y desempeño del controlador.

OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar un controlador manual para regular la intensidad luminosa de LEDs de altapotencia (de 0 a 10W), para mejorar la calidad fotográfica en líneas de producción, optimizando el contraste, evitando la saturación de las imágenes y facilitando una evaluación precisa de los productos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

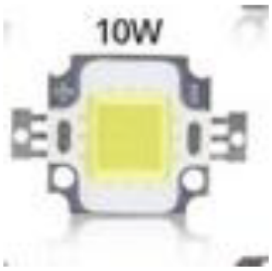
- Diseñar un circuito eficiente y confiable que permita el ajuste preciso de la intensidad luminosa de losLEDs mediante un potenciómetro.
- Realizar pruebas de eficiencia para asegurar que el controlador cumple con los requerimientos de regulación de intensidad luminosa, comparando los Watts de salida con los Watts de entrada y verificando una mínima diferencia.
- Rediseñar el diseño y la implementación para maximizar la eficiencia energética y la durabilidad del sistema.
    - Mantener los componentes a una temperatura operativa adecuada, evitando el uso de disipadores de calor grandes considerando un disipador y un ventilador compacto para realizar pruebas de validacióny desempeño del controlador.

FASE DE ESTUDIO

El objeto principal de estudio del prototipo es el control de iluminación del chip LED de alta potencia (10 W),el cual se muestran la figura 1 y características principales. (libre, 2024).

Figura 1

Led de alta potencia de 10W.



Temperatura de color: blanco cálido (2800-3500K.
Flujo luminoso: 90 -110 lm/w
Corriente directa: 850 – 900 mA.
Voltaje del controlador: 9 – 12 V
Esquema integrado: 3 en serie, 3 en paralelo.

Nota: Led de alta potencia de 10 W referencia de (Mercado libre 2024)

DESARROLLO- METOLODOLOGIA

La metodología empleada para este proyecto es de desarrollo tecnológico es diseñar un prototipo de unControlador Manual para leds de 0 a 10 W para control de iluminación.

FASES DE DESARROLLO

Para el diseño del circuito se realizó una lista de materiales que se cotizaron en 3 diferentes electrónicaseligiendo la electrónica Digikey electronics como se muestra en la tabla 1

Fase 1 Lista de componentes:Tabla 1

Lista de componentes

Componente	Valor	Costo ($)	Modelo	Cantidad	Descripción
Capacitor Cerámica	100 nF	0.82	C321C104M5R5TA	1	Cap. Cer. 0.1µF 50VX7R Radial
Capacitor Electrolítico	47 µF	0.24	ESK476M025AC3FA	1	Cap. ALUM 47 µF 20%25V Radial
Resistencia	330 Ω	0.11	CFR50J330R	1	Res. 330 OHM 5% 1/2W Axial
Potenciómetro	0 -500 kΩ	1.03	3362P-504LF-ND	1	Trimmer 500K OHM 0.5W PC PIN TOP
Resistencia	1 kΩ	0.28	CFR200J1K0	1	Res. 1K OHM 5% 2W AXIAL
Resistencia	470 mΩ	0.64	SQP500JB-47R	1	Res. 0.47 OHM 5% 5W Axial
Diodo LED	LED-TH-5mm_R	0.73	XLM2MR12D	1	Led Rojo Difuso T-1 3/4 T/H
Transistor Darlington	NA	0.75	TIP120	1	Transistor (BJT)NPN - Darlington 60 V 5A2 W TH TO-220
Regulador de Voltaje	NA	0.45	L78L33ACZ	1	IC REG Lineal 3.3V 100mA TO92-3

Nota: Lista de compontes Digikey electronics (www.digikey.com.mx)

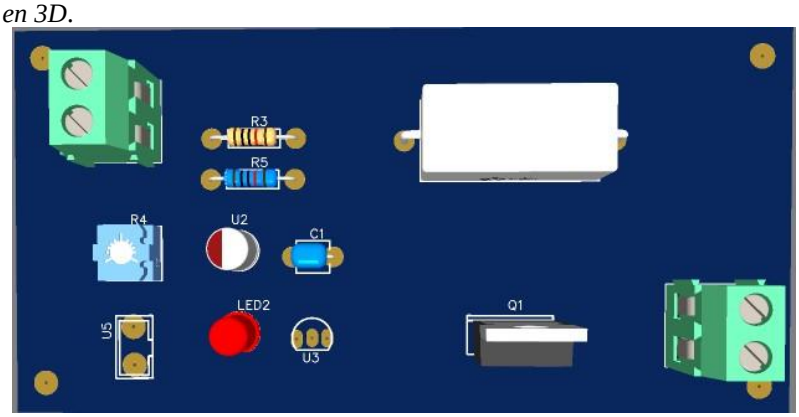
Fase 2 Diseño del circuito esquemático y PCB en easyEDA:

El proceso de diseño esquemático y PCB en EasyEDA para el controlador de LED de alta potencia incluyó lossiguientes pasos:

1. Diseño del esquema del circuito. Se utilizan los componentes necesarios, como el regulador de voltaje,el transistor Darlington, el potenciómetro y los LEDs. Se muestra en la figura 1
2. Colocación de los componentes en el diseño del esquema, asegurando una disposición lógica y eficiente.
3. Realizar el ruteo del PCB manualmente en EasyEDA para conectar los componentes siguiendo las mejores prácticas de diseño, como minimizar las interferencias y asegurar la integridad de la señal. Semuestra en la figura 2.
4. Realizar verificaciones y simulaciones para asegurar que el diseño cumpliera con los requisitos eléctricos y térmicos, y para identificar y corregir posibles errores.

Figura 2

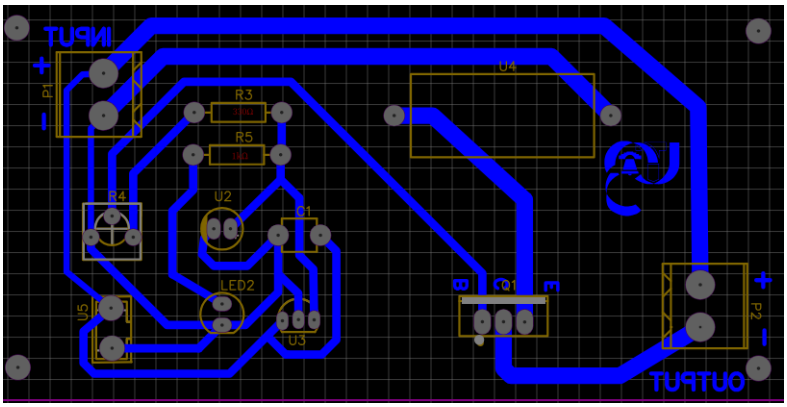
Diseño de circuito esquematico en 3D.



Nota: Diseño del circuito en 3D easyEda (www-easyEDA.com)

Figura 3

Diseño de circuito PCB en 3D.



Nota: Diseño del circuito PCB easyEda (www-easyEDA.com)

Fase 3 Método de Impresión (Luz Ultravioleta):

Uno de los métodos más precisos y comunes para la fabricación de PCBs es el uso de luz ultravioleta (UV) combinado con un líquido fotosensible. Este método permite crear patrones de alta resolución en la placa, asegurando la precisión y la calidad del circuito impreso (Smith, 2019). Sus ventajas son la precisión del UVque permite la creación de patrones detallados que son adecuados para alta densidad, la exposición controlada de laluz UV asegura una consistencia en la calidad de los PCBs producidas (Smith, 2019). Observar la figura 4

Figura 4

Impresión de circuito.



Nota: Impresión de circuito impreso uso de luz ultravioleta y fotoresist. (Mercado libre 2024)

Eficiencia:

Se calculó la eficiencia que corresponde a la potencia de salida entre la potencia de entrada

$$Pent = (12v)(1A) = 12w \qquad (1)$$

$$Psal = (10v)(1A) = 10w \quad (2) \qquad (2)$$

La eficiencia se calcula como porcentaje de la relación entre la potencia de salida (2)entre la potencia de entrada (1)

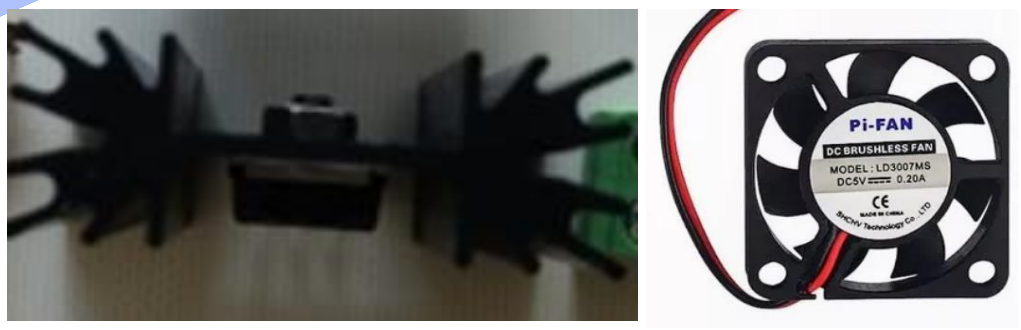
$$\eta = \left(\frac{10w}{12w}\right)(100) = 83.3\%$$

Fase 4 Disipador de calor:

Este incluye un disipador de calor para el transistor TIP120, además se le adaptará un sistema de ventilación compacto de 12V para mejorar la disipación térmica y evitar el sobre calentamiento, y se mantenga una temperatura dentro de los límites seguros y optimizando la longevidad del circuito. El dimensionado no es uniforme y un ventilador compacto de 12V. ver la figura 5

Figura 5

Impresión de circuito



Nota: Muestra de disipador del transistor TIP120, con ventilador comercial (Mercado libre, 2024)

Fase 5 Regulador de Voltaje (u1 – L78L33):

El regulador de voltaje toma el voltaje de entrada y lo reduce a 3.3.V. donde Se calcula el voltaje de la base porla formula 4 dando como resultado 1.67 V que es el voltaje máximo que puede regular

$Vbmax = 1.2V + 1A(0.47\Omega) = 1.67V$ (4)

Fase 6 Transistor Darlington (TIP120)

Su función principal es actuar como interruptor para el LED de alta potencia. Ganancia del transistor (β): TIP120 tiene una ganancia de corriente alta, alrededor de 1000.

Corriente del colector (Ic): La corriente a través del LED de 10W.

$$Ic = \frac{10W}{10V} = 1A \quad (5)$$

$P = VLED * Ic$ Para un LED de 10W, asumiendo una caída de voltaje de 10V,

Corriente de base (I_B): relacionando la corriente de colector (Ic) entre su ganancia deltransistor (β)

$$I_B = \frac{Ic}{\beta} = \frac{1A}{1000} = 1mA$$

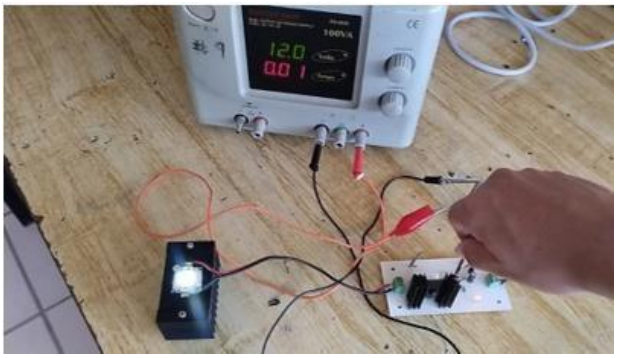
Esto quiere decir que cuando pasa la corriente de 1 A por la base esta se reduce a 1mA para el potenciómetroy así se pueda regular.

Fase 7 PRUEBAS Y RESULTADOS.

Durante estas pruebas, se utilizó un multímetro para medir los voltajes (V) y corrientes (A) con el fin de calcularla potencia (W). Además, se empleó una fuente de alimentación variable para alimentar el controlador con diferentes niveles de voltaje y evaluar su rendimiento y estabilidad bajo diferentes condiciones eléctricas. Comose observa en la figura 6 y producto terminado se muestra en la figura 7

Figura 6

Pruebas de Regulación de voltaje



Nota: Pruebas de regulación de intensidad de LED de alta potencia (laboratorio UTNG, 2024)

Figura 7

Producto terminado de circuito regulador



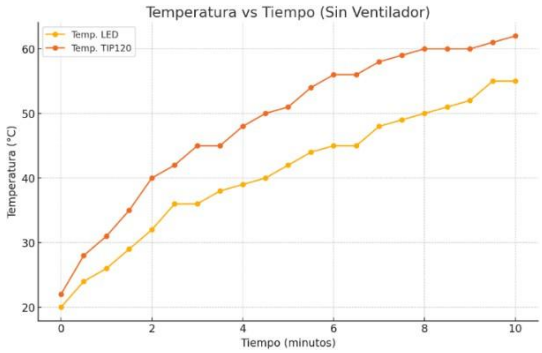
Nota: producto terminado del circuito regulador de luz, LED de alta potencia (R. Valdivia, laboratorio CIO2024)

Prueba de temperatura

Con la introducción del ventilador, las temperaturas se estabilizan rápidamente. La temperatura del LED sube desde 21°C hasta 31°C en 7 minutos y se mantiene estable. De manera similar, la temperatura del TIP120 alcanza los 32°C en 3 minutos y se estabiliza en este valor. Esto indica que el ventilador es efectivo en la disipación del calor, manteniendo los componentes dentro de un rango seguro y evitando el sobrecalentamientoobservado sin ventilador como se puede observar en la Figura 8.

Figura 8

Gráfica de temperatura sin ventilador

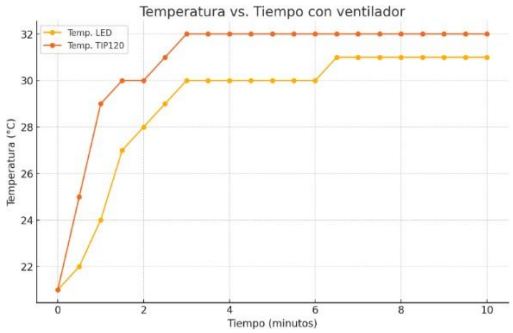


Nota: Pruebas de temperatura del LED de alta potencia sin ventilador (R. Valdivia, laboratorio CIO 2024)

El uso del ventilador tiene un impacto significativo en el control de la temperatura de los componentes. En ausencia de ventilador, se observa un aumento continuo de la temperatura, lo que puede llevar al
sobrecalentamiento de los componentes. En contraste, con el ventilador, las temperaturas se estabilizan rápidamente y permanecen en un rango seguro, demostrando la eficacia del ventilador en la disipación térmicacomo se puede observar en la figura 9.

Figura 9

Gráfica de temperatura con ventilador

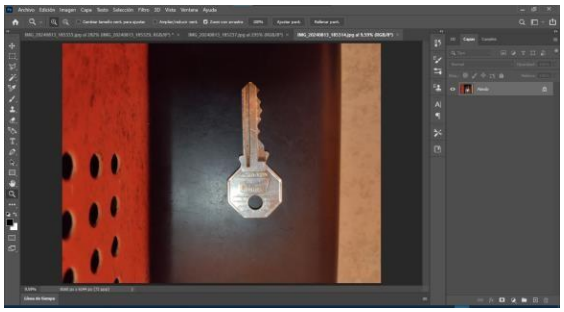


Nota: Pruebas de temperatura del LED de alta potencia con ventilador (R. Valdivia, laboratorio CIO 2024)

El objetivo de esta prueba fue evaluar cómo la iluminación de alta potencia ajustable, proporcionada por el controlador, influye en la calidad de las imágenes capturadas en un entorno de control de calidad por fotografía.Para ello, se tomaron fotografías de una llave de cerradura bajo diferentes niveles de iluminación, evaluando cómo afecta la nitidez y definición de la imagen, así como la claridad con la que se distinguen los píxeles que ocupa la pieza en la foto como se muestra en la Figura 10.

Figura 10

Prueba de fotografia



Nota: Photoshop permite hacer un análisis (Salazar Sosa, J. C. (2024).)

Iluminación adecuada

Con una iluminación de alta potencia bien ajustada, la imagen de la llave es mucho más nítida, y los píxeles que definen los bordes y detalles de la pieza son más claramente distinguibles. Esto demuestra que una buena iluminación permite capturar imágenes de alta calidad, lo cual es crucial para el control de calidad en procesosindustriales como se muestra en la Figura 11

Figura 11

Prueba de fotografía acercamiento fotográfico llave de cerradura 2



Nota: Photoshop acercamiento fotográfico llave de cerradura 2. (Salazar Sosa, J. C. (2024).)

Estos resultados demuestran la importancia de contar con una iluminación controlada y ajustable en aplicaciones de control de calidad por fotografía, ya que permite obtener imágenes más precisas y útiles para lainspección y análisis de piezas metálicas u otros objetos.

CONCLUSIÓN

El desarrollo del controlador manual para la intensidad luminosa de LEDs de alta potencia ha mostrando un rendimiento sólido en diseño, fabricación y funcionamiento. El circuito, diseñado del circuito, fue fabricado mediante exposición a luz ultravioleta, resultando en un PCB preciso y estable y adecuada para aplicaciones que requieren consistencia.

Las pruebas indicaron que, sin gestión térmica adecuada, tanto el LED como el TIP120 alcanzaban temperaturas elevadas, comprometiendo la seguridad y durabilidad del dispositivo. La incorporación de un ventilador estabilizó las temperaturas, destacando la importancia de la gestión térmica en sistemas de alta potencia.

En cuanto al rendimiento eléctrico, las pruebas confirmaron una operación conforme a lo esperado, manteniendo una relación coherente entre voltaje, corriente e intensidad luminosa, asegurando que el LED funcione dentro de sus parámetros ideales sin comprometer la eficiencia. Además, el controlador demostró altaeficiencia energética con pérdidas mínimas.

En aplicaciones prácticas, especialmente en fotografía, el controlador optimizó la iluminación, permitiendo la captura de imágenes más nítidas, esencial en la inspección visual de componentes.

El controlador manual de intensidad luminosa para LEDs de alta potencia es una solución robusta y eficiente para aplicaciones que requieren un control preciso de la iluminación. Ofrece control ajustable, optimiza el consumo de energía y garantiza la seguridad térmica, siendo una herramienta valiosa en entornos donde la calidad de la iluminación es crucial, como en líneas de producción que dependen de la inspección visual. Este dispositivo tiene un gran potencial para mejorar el control de calidad en procesos industriales que requieren iluminación LED de alta potencia y control manual.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Brown, R. W. (2018). *Advanced Techniques in Electronic Design.* New York: TechPress.Doe, J. (2017). *Principles of Voltage Regulation.* : Boston: Engineering Books.

Johnson, A. &. (2020). *Modern LED Applications.* San Francisco: LightTech Publications.Kim, H. (2020). *High-Efficiency LED Systems.* Chicago: Innovate Press.

Mercado Libre. (2024). *kid de 5 ventiladore[Fotografia]*. Obtenido de MercadoLibre:https://articulo.mercadolibre.com.mx

Salazar Sosa, J. C. (2024). *Fotografía de llave de cerradura [Captura de pantalla]* .Salazar Sosa, J. C. (2024). *Grafica de temperatura con ventilador*.

Apellido, R. V. (2024). Título. Recuperado de http:// https://easyeda.com/editor

Alternativa de Fosas Sépticas en Escuelas Rurales

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.824

Rodolfo Hernández Onofre. MC y MGA[1] , María Pilar Liova Cortes Ramírez. Ing[2], , Gabriel Ángel Aguilar Bárcenas. Ing[3]

Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato / rho192512@gmail.com
Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato / pilarcortes@utng.edu.mx
Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato / gabriel.aguilar@utng.edu.mx

Línea de investigación: Tratamiento de agua residual con métodos sustentables

Resumen

Presentamos un sistema de tratamiento de agua residual para escuelas rurales del municipio de Dolores, Hidalgo, Guanajuato, el cual sustituye las fosas sépticas comunes en dichas escuelas. El sistema tiene tres etapas: biodigestor, humedales artificiales y destilación solar. El proyecto tiene los beneficios de ser de bajo costo en los materiales, instalación y mantenimiento. La energía utilizada para el flujo de agua es la potencial. La eficiencia del sistema alcanza para cumplir con las normas mexicanas para el reúso de aguas tratadas. Se presentan análisis de pruebas realizadas en prototipos. La mayoría de las escuelas rurales no cuentan con drenaje o sus fosas sépticas ya no son eficientes para el tratamiento del agua residual.

Palabras clave:. biodigestor, agua residual, destilación solar, humedales artificiales.

Abstract

We present a wastewater treatment system for rural schools in the municipality of Dolores, Hidalgo, Guanajuato, which replaces the common septic tanks in said schools. The system has three stages: biodigester, artificial wetlands and solar distillation. The project has the benefits of being low cost in materials, installation and maintenance. The energy used for the flow of water is potential. The efficiency of the system is enough to comply with Mexican standards for the reuse of treated water. Analysis of tests carried out on prototypes is presented. Most rural schools do not have drainage, or their septic tanks are no longer efficient for treating wastewater.

INTRODUCCIÓN

El agua residual es aquella que procede del empleo de un agua natural o de la red en un uso determinado. Snow en 1849 demostró la transmisión del cólera a través de aguas contaminadas por aguas residuales; a partir de este momento se tomó conciencia de que las aguas residuales eran transmisoras de enfermedades y por lo tanto un problema que resolver (Gómez y Hontoria, 2003). En el municipio de Dolores Hidalgo CIN, según censo INEGI-SEP-2013, de 259 escuelas de nivel preescolar, 193 no cuentan con drenaje (74.4%); de 270 escuelas primarias, 270 no cuentan con drenaje (78.4%) y de 85 escuelas nivel secundaria, 63 no tienen drenaje (74.7%). Se busca resolver el problema de falta de tratamiento de agua residual en escuelas rurales del Estado de Guanajuato. La propuesta consiste en diseñar, instalar, operar y evaluar la eficiencia de la remoción de los contaminantes de un sistema de tratamiento de agua residual. La escuela rural donde se instalará el prototipo cuenta con 180 usuarios, entre alumnos, maestros y administrativos. Se tratará el 100% del agua residual generada. El tren de tratamiento consistirá en biodigestor, humedales artificiales y destilador solar. En el humedal artificial se experimentará con tres tipos de plantas: alcatraz (Zantedeschia aethiopica), carrizo (Phragmites australis) y Scirpus lacustris.

DESARROLLO

En esta sección, es importante describir el objetivo general y los objetivos específicos, el objeto de estudio, la metodología o metodologías, las fases del desarrollo de acuerdo con la metodología seleccionada, reactivos y equipos utilizados. También están incluidos los Resultados y Discusión, en el cual puede venir separado o en una sección según convenga a los autores. Se necesita colocar cada tema a desarrollar en un subtítulo.

EL OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de tratamiento de agua residual para sustituir las fosas sépticas utilizadas en las escuelas rurales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diseñar el sistema de tratamiento.
Operar el sistema de tratamiento.

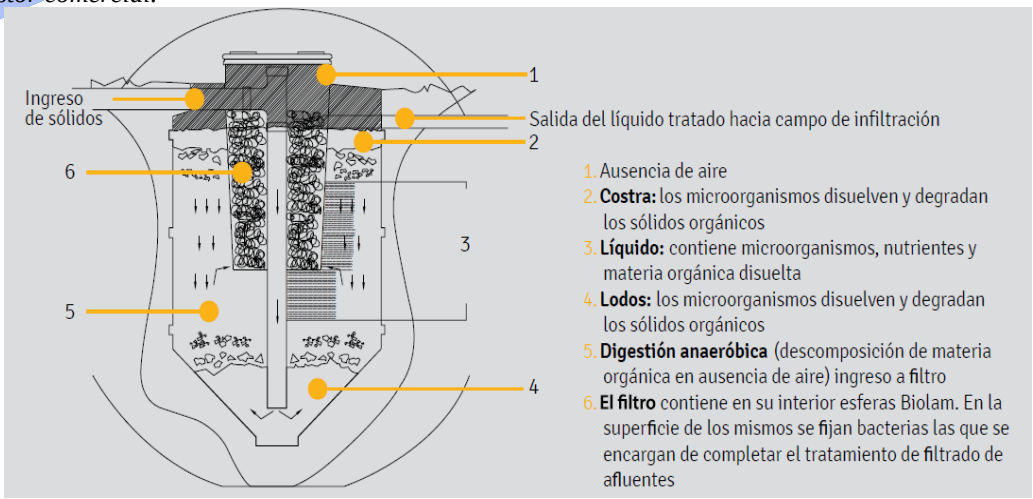
OBJETO DE ESTUDIO

La investigación de aplicación se centra en las escuelas rurales que no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales. Algunas escuelas rurales usan fosas sépticas. Los riesgos a la salud por no contar con sistemas de tratamiento es un problema de salud pública.

METODOLOGÍA

El sistema de tratamiento está formado por las siguientes etapas: (1) Biodigestor comercial de 3000 litros de capacidad, (2) Humedales artificiales y (3) Destilación solar. En el biodigestor se realiza un primer tratamiento del agua residual (proceso anaerobio).
El biodigestor contiene una llave para la extracción de lodos residuales con los cuales se piensa hacer composta con lombrices californianas. Para su mantenimiento no es necesario utilizar equipo especializado para el desazolve, eliminando costos extras.
Ayuda a la sustentabilidad al prevenir la contaminación de agua y suelos.
Es hermético e higiénico, construido de una sola pieza lo que evita fugas, olores y agrietamientos. Es ligero y fuerte, ofreciendo alta resistencia a impactos y a la corrosión, ver figura 1. Se realizarán análisis del agua a la salida del biodigestor para conocer la eficiencia de dicha etapa.

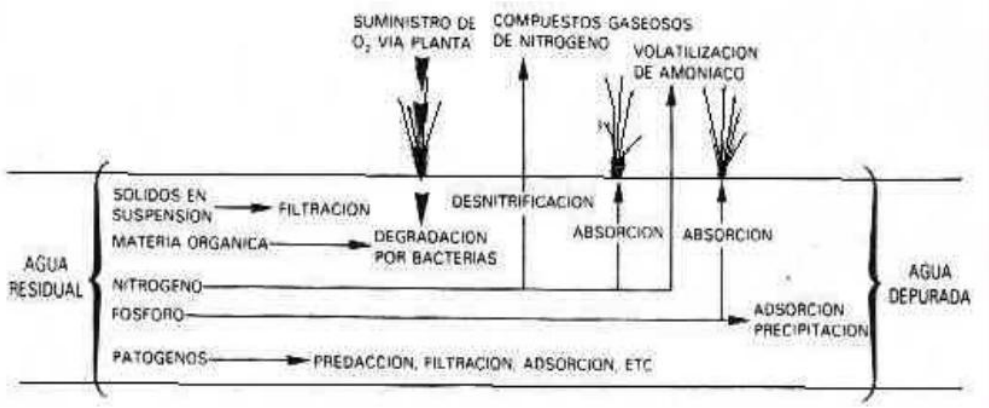
Fig. 1.
Esquema del biodigestor comercial.



Fuente: Manual Rotoplas

En la segunda etapa el agua que sale del biodigestor entrará a un proceso de humedales artificiales para seguir con el tratamiento. Los procesos dentro del humedal se muestran en la figura 2.

Fig. 2.
Procesos de depuración en humedales artificiales.



(Lara, 1999).

Se probarán tres tipos de plantas acuáticas: alcatraz, Tyhpa y junco de laguna.
Para evitar la infiltración se utilizarán tinas de plástico para colocar el sustrato de piedras y planta (filtro microbiano con planta). Ver figura 3 y 4.

Figura 3.
Tinas para humedales artificiales.



(Mercado libre, 2018)

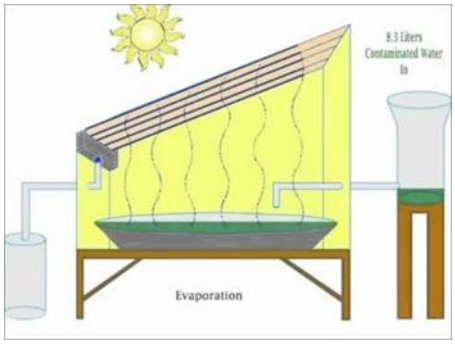
Figura 4.
Humedales artificiales de alcatraz.



(creación propia)

La destilación solar se presenta como una alternativa sustentable en el tratamiento de agua residual. En la bibliografía consultada se encuentran aplicaciones de la destilación solar para la potabilización del agua. Nosotros la utilizaremos para mejorar la calidad del agua tratada. En la figura 5 se muestra como es el prototipo que vamos a construir:

Figura 5.
Ejemplo de destilador solar a construir.



(Imágenes Google, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se espera lograr una calidad de agua que cumpla con las normas:
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se rehúsen en servicios al público. Se determinará de la eficiencia de cada etapa del sistema y del sistema en general. Se buscará el tratamiento del 100% del agua residual de la escuela rural en cuestión.
Se espera mejorar la calidad del agua como se muestra en la figura 6.

Figura 6.
Imágenes del agua tratada por etapas.



(creación propia).

CONCLUSIÓN

Los beneficiarios del proyecto son las escuelas rurales que no cuentes con drenaje o que tengan problemas de mantenimiento con su fosa séptica.

Se buscará gestionar más recursos para beneficiar a más escuelas. Las dependencias donde se buscarán los recursos son a nivel federal, estatal y municipal.

Se invitará a la asociación de padres de familia de cada escuela que realicen gestiones para conseguir recursos para la instalación del sistema que proponemos.

El cuerpo académico de la UTNG, con el cual estamos desarrollando el presente proyecto, ya cuenta con un prototipo más pequeño del sistema a instalar en la escuela rural. Ahora se pretende hacer un sistema con dimensiones para grandes (para 180 usuarios) y tratar el 100% de sus aguas residuales. El sistema es sencillo y de bajos costos de mantenimiento. Al cumplir con las normas oficiales para aguas tratadas, la escuela podrá reusar el agua tratada para riego de áreas verdes con la consecuencia de ahorro de agua potable. Será importante saber la eficiencia de las plantas utilizadas en los módulos de los humedales artificiales.

BIBLIOGRAFÍA

Censo de escuelas, maestros y alumnos de educación básica y especial. (2013), atlas educativo
http://cemabe.inegi.org.mx/
Consultado: mayo 2020.

Gómez Nieto, M.A. y Hontoria García, E. (2003). Técnicas analíticas en el control de la ingeniería ambiental. Granada: Universidad de Granada.

Guía de biodigestor Rotoplas
https://rotoplas.com.mx/catalogo/biodigestor-autolimpiable/?gclid=EAIaIQobChMI5Meax8S_2wIVDJFpCh1C0QWpEAAYASAAEgJNBvD_BwE
Consulta: junio 2020.

Imágenes de Google.
https://www.google.com.mx/search?q=destilador+solar&rlz=1C1TSNP_enMX616MX616&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=uJauGq1Z9qlMfM%253A%252Cy4Mtw9_OVsxuQM%252C_&usg=__tEQUP0DlPqMI4SHLBDtSg5oUxbw%3D&sa=X&ved=0ahUKEwj84u3VoczbAhVNja0KHUahC5gQ9QEIQDAF#imgrc=_
Consultado. Junio 2020.

Mercado libre
https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-581797156-tina-de-plastico-uso-rudo-600-litros-larga-_JM
Consulta: junio 2020

Mundo solar
http://www.dforcesolar.com/energia-solar/descripcion-y-funcionamiento-de-un-calentador-solar-para-uso-residencial/
Consultado: mayo 2020

Lara, Jaime A. (1999). Depuración de Aguas Residuales Municipales con Humedales Artificiales. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. España.

Mecanismo de control de créditos para clientes, caso de aplicación en taller mecánico.

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.825

Jimena González Rincón[1], Samuel Hernández Galván[2]

[1]Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato/Alumno/jimena.utng2004@gmail.com
[2]Samuel Hernández Galván/Profesor de tiempo completo/Samuel.hernandez@utng.edu.mx

Línea de investigación: Emprendimiento e impulso en el desarrollo de negocios

Resumen

La gestión de cuentas por cobrar es una función crítica para cualquier organización, ya que impacta directamente en el flujo de caja y la salud financiera de la empresa. En el caso de Multiservicios Victoria, una gestión deficiente ha llevado a situaciones en las que los clientes acumulan deudas significativas sin un seguimiento adecuado, lo que pone en riesgo la estabilidad financiera de la empresa. La falta de un sistema estructurado y transparente ha resultado en una acumulación de cuentas por cobrar que no solo afecta el flujo de caja, sino que también complica la planificación financiera y operativa a largo plazo.

Palabras clave: Clientes, cuentas por cobrar, deudas.

Abstract

Accounts receivable management is a critical function for any organization as it directly impacts the cash flow and financial health of the company. In the case of Multiservicios Victoria, poor management has led to situations where clients accumulate significant debts without adequate monitoring, putting the company's financial stability at risk. The lack of a structured and transparent system has resulted in a buildup of accounts receivable that not only impacts cash flow but also complicates long-term financial and operational planning.

INTRODUCCIÓN

Para la (Gestión de gastos, 2023) Una preocupación y un elemento molesto a la par que común en la contabilidad de un negocio. Es lo que suponen las cuentas por cobrar. Así lo han sido desde el inicio de las actividades comerciales y no ha cambiado con la entrada en esta nueva era digital. Por lo tanto, continúan teniendo incidencia en la contabilidad automatizada y la aprobación de facturas. Por eso, en este texto queremos explicar detenidamente, qué son las cuentas por cobrar a nivel contable, cómo se clasifican y registran hoy en día y sus riesgos. Y, por supuesto, cómo podemos ayudar desde easyap a gestionarlas.

¿Qué es una cuenta por cobrar?

Lo primero es establecer qué es una cuenta por cobrar a nivel conceptual. Cualquier persona de a pie entendería por cuenta por cobrar toda factura o pago que no te han abonado. Sin embargo, hablamos de un término que es más profundo, dado el peso que tiene en las empresas.

Por definición técnica, en easyap decimos que una cuenta por cobrar es un término contable que se refiere a las cantidades que una empresa espera recibir de sus clientes por los bienes o servicios que les ha proporcionado a crédito. Así mismo, se trata de un derecho que tiene la empresa sobre el cliente para recibir un pago en el futuro.

Las cuentas por cobrar aparecen cuando una empresa ofrece plazos de crédito a sus clientes para que estos puedan pagar sus facturas en un plazo determinado. Por ejemplo, si una compañía vende productos con un vencimiento de pago de 30 días, se generará una cuenta por cobrar en el momento de la venta y hasta que el cliente realice el pago. Es decir, que las cuentas por cobrar son aquellas que no exigen o conllevan el pago inmediato.

¿Qué es CxC?

Al mismo tiempo que definimos este concepto, surgen algunos otros a su alrededor. Sin ir más lejos, uno de los más populares es el CxC. Basta con bucear en los buscadores de Internet o con estar familiarizado con la contabilidad y las finanzas para comprobar que es muy recurrente.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Establecer un mecanismo en el que se lleve un control detallado y preciso del crédito que se le proporciona a cada uno de los clientes. Este sistema incluirá la recopilación y almacenamiento de los datos personales de los clientes, tales como nombre, dirección, número de teléfono y cualquier otra información relevante para la gestión del crédito.

OBJETO DE ESTUDIO

Este proyecto busca establecer un sistema estructurado y eficiente que permita un control riguroso sobre los créditos otorgados a los clientes, mejorando el flujo de caja y asegurando la estabilidad financiera de la empresa.

Para lograr estos objetivos, el proyecto contempla la implementación de diversas estrategias y herramientas de control. Una de las medidas principales es la **definición de límites de crédito personalizados** para cada cliente, basados en un análisis detallado de su capacidad de pago y antecedentes crediticios. Al establecer límites de crédito claros, la empresa no solo minimiza el riesgo de morosidad, sino que también promueve un uso responsable del crédito entre sus clientes.

Además, el proyecto incluye el desarrollo de **planes de pago personalizados** que se adapten a las necesidades y capacidades financieras de cada cliente. Estos planes buscan ofrecer una mayor flexibilidad en los pagos, lo que reduce la carga financiera de los clientes y aumenta la probabilidad de recuperación de las deudas. La flexibilidad en los términos de pago es un aspecto que no solo mejora la satisfacción del cliente, sino que también fortalece las relaciones a largo plazo con la empresa, contribuyendo a la fidelización y lealtad.

METODOLOGÍA.

Se utilizó una metodologìa cuantitativa ya que se basa en los datos numéricos del historial de endeudamiento de los clientes y se realiza un anàlisis cuantitativo para determinar el nivel de endeudamiento de los clientes principales de la empresa Multiservicios Victoria (La Flaca)

FASES DEL DESARROLLO.

Análisis **de la Situación Actual**: Identificación de problemas en la administración de cuentas por cobrar, como falta de claridad en límites de crédito y el riesgo de morosidad.

Diseño e Implementación del Sistema: Desarrollo de políticas de crédito, planes de pago personalizados y herramientas de monitoreo de pagos. Esto incluye la comunicación clara de políticas a clientes y el uso de incentivos para fomentar pagos anticipados.

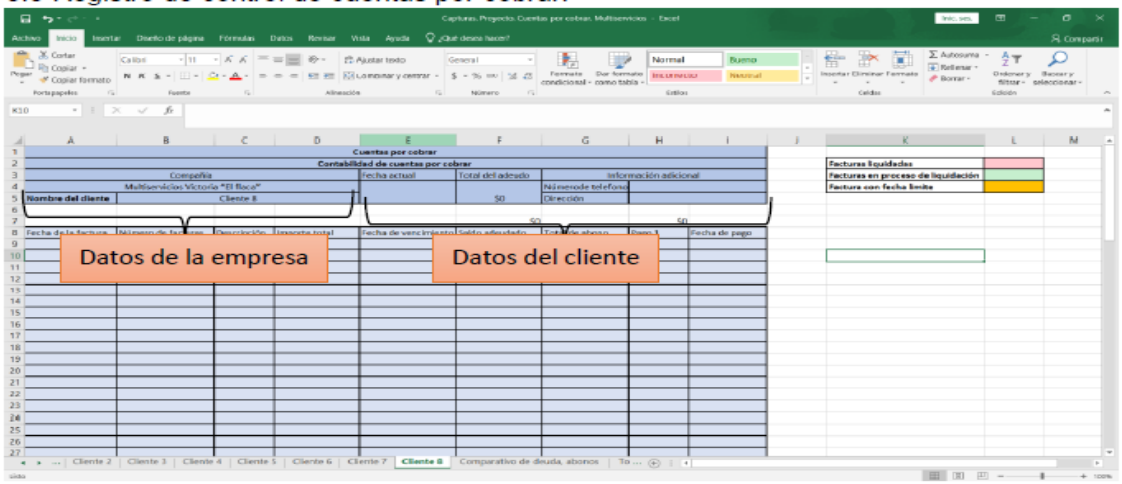
Evaluación Continua y Ajustes: Implementación de evaluaciones periódicas y ajustes basados en datos, tales como revisión de límites de crédito y monitoreo de comportamiento de pago.

Resultados y Mejora Continua: Evaluación de resultados obtenidos con el nuevo sistema, como mejora en organización y control, reducción de riesgos financieros, y fortalecimiento de la relación con los clientes.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Lo que se obtuvo como resultado fue el generar una base de datos, la cual no se tenía en la que se pueda visualizar el comportamiento de los principales clientes en cuanto a sus deudas.

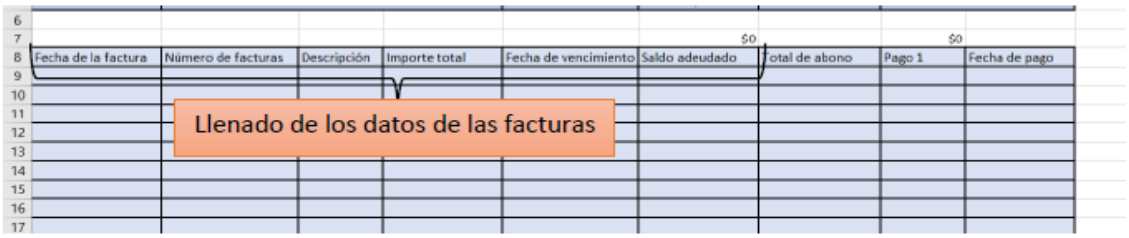
Figura 1.



Nota: Diseño de base de datos (elaboraciòn propia)

Se ha estructurado un formato detallado y eficiente que incluirá los datos personales de cada cliente, así como la captura de cada una de las facturas firmadas por ellos. Este formato ha sido diseñado pensando en la flexibilidad y adaptabilidad, permitiendo que se modifique y personalice de acuerdo con las necesidades y normas de crédito específicas establecidas con los clientes. Esto asegura que cada cliente reciba un tratamiento personalizado y que la gestión de la información sea precisa y ordenada.

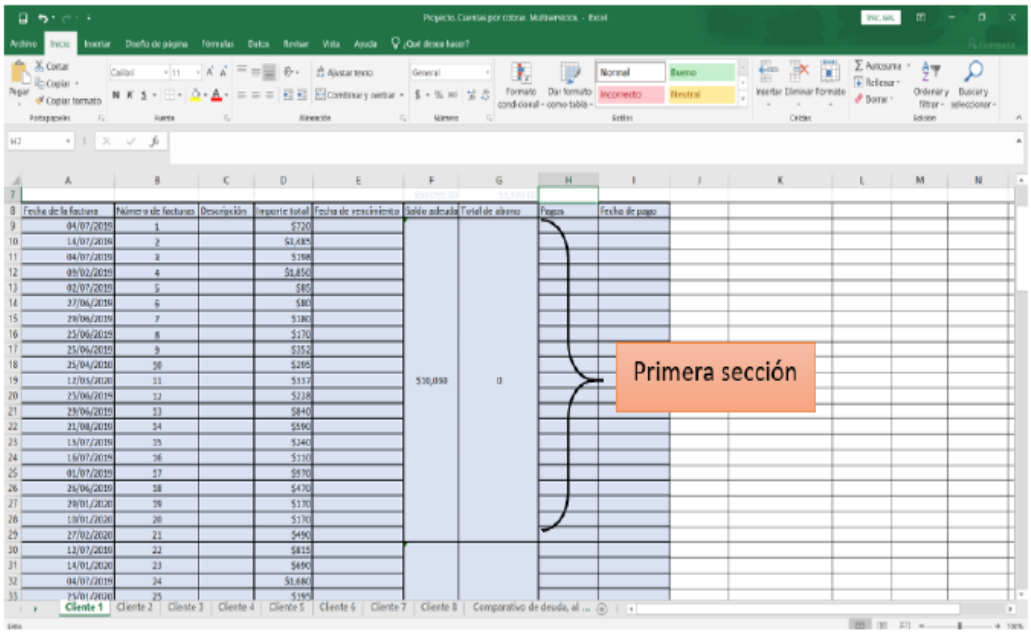
Figura 2



Nota: Llenado de base de datos (elaboración propia)

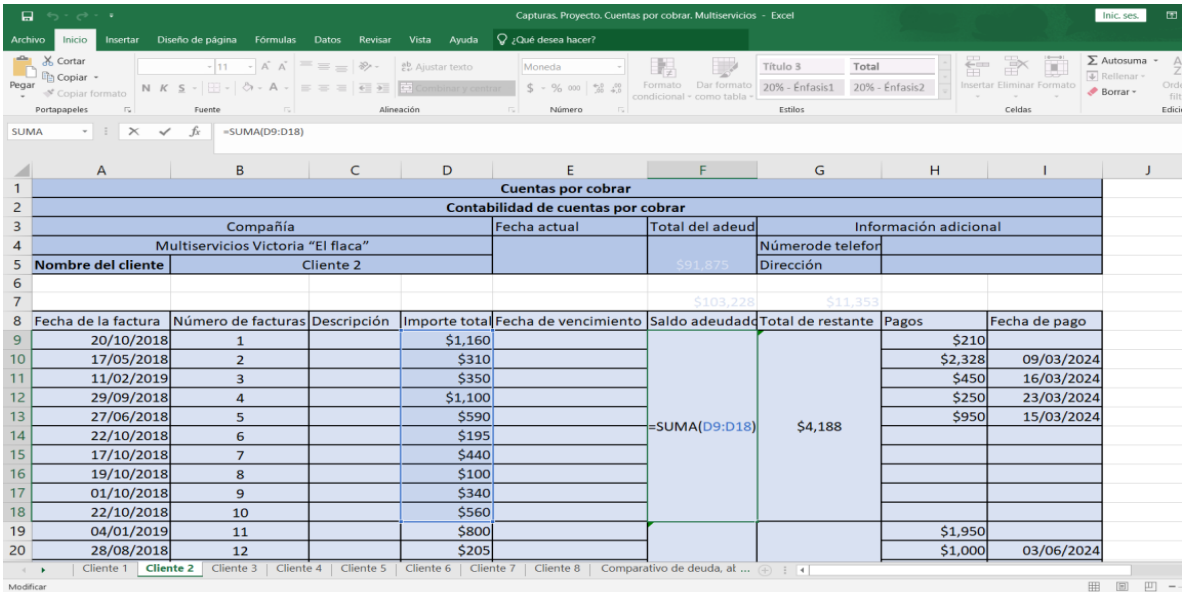
En este apartado se capturan cada una de las notas por cobrar, siguiendo el orden establecido, ya sea por fecha, monto o sección. Esta metodología asegura que las notas se registren de manera organizada y precisa, facilitando su posterior gestión y seguimiento. En la mayoría de los casos, el orden de pago de los clientes se organiza por sección, lo que permite una segmentación más eficiente y clara de las obligaciones pendientes.

Figura 3



Nota: Registro de las notas de remisión (elaboración propia)

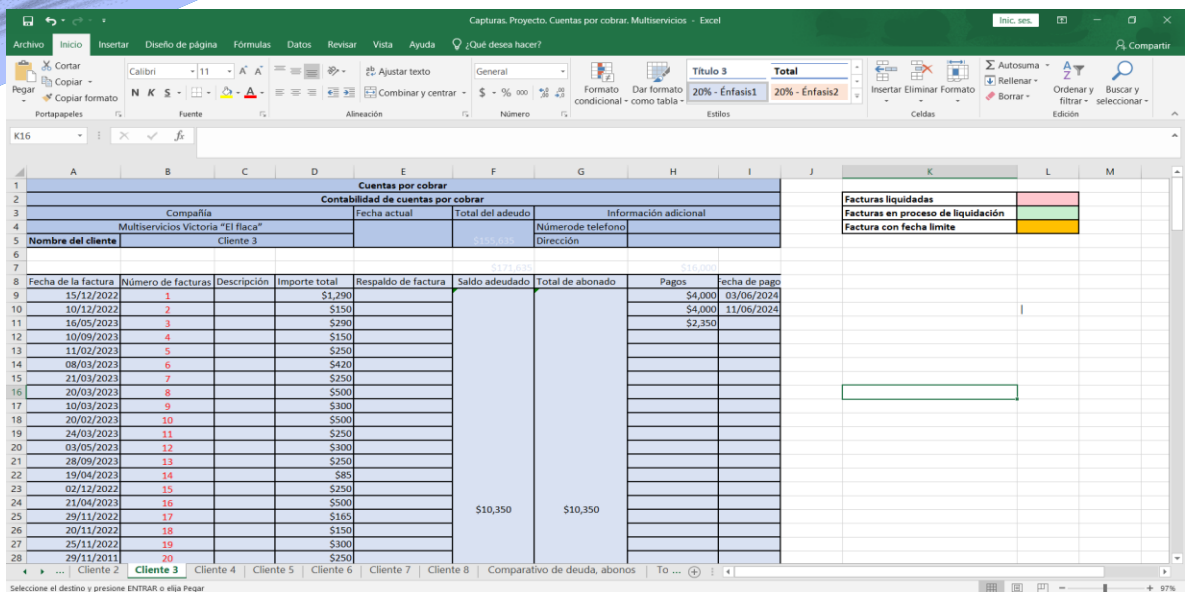
Figura 4



Nota: Determinación del saldo deudor (elaboración propia)

Una vez capturados los montos de las facturas, se calcula el monto total de la sección, el cual se le denomina saldo adeudado.

Figura 5

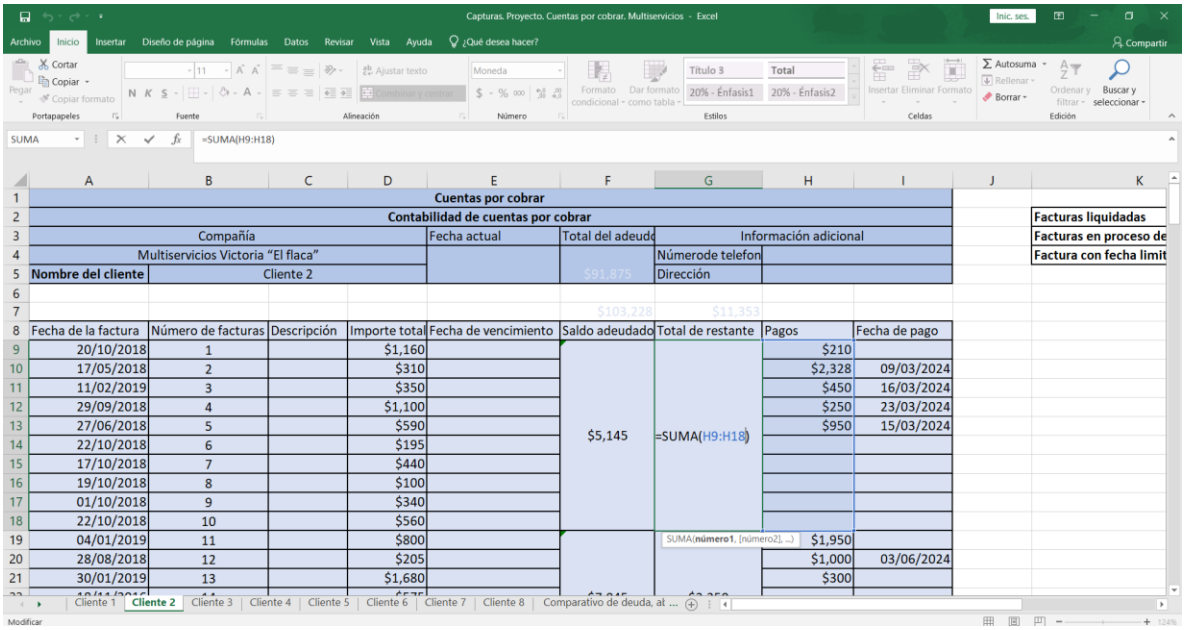


Cuentas por cobrar								
Contabilidad de cuentas por cobrar								
Compañía			Fecha actual	Total del adeudo	Información adicional			
Multiservicios Victoria "El flaca"					Número de telefono			
Nombre del cliente	Cliente 3				Dirección			
Fecha de la factura	Número de facturas	Descripción	Importe total	Respaldo de factura	Saldo adeudado	Total de abonado	Pagos	Fecha de pago
15/12/2022	1		$1,290				$4,000	03/06/2024
10/12/2022	2		$150				$4,000	11/06/2024
16/05/2023	3		$290				$2,350	
10/09/2023	4		$150					
11/02/2023	5		$250					
08/03/2023	6		$420					
21/03/2023	7		$250					
20/03/2023	8		$500					
10/03/2023	9		$300					
20/02/2023	10		$500					
24/03/2023	11		$250					
03/05/2023	12		$300					
28/09/2023	13		$250					
19/04/2023	14		$85					
02/12/2022	15		$250					
21/04/2023	16		$500		$10,350	$10,350		
29/11/2022	17		$165					
20/11/2022	18		$150					
25/11/2022	19		$300					
29/11/2011	20		$250					

Facturas liquidadas
Facturas en proceso de liquidación
Factura con fecha limite

Nota: Saldos totales (elaboraciòn propia)

Figura 6



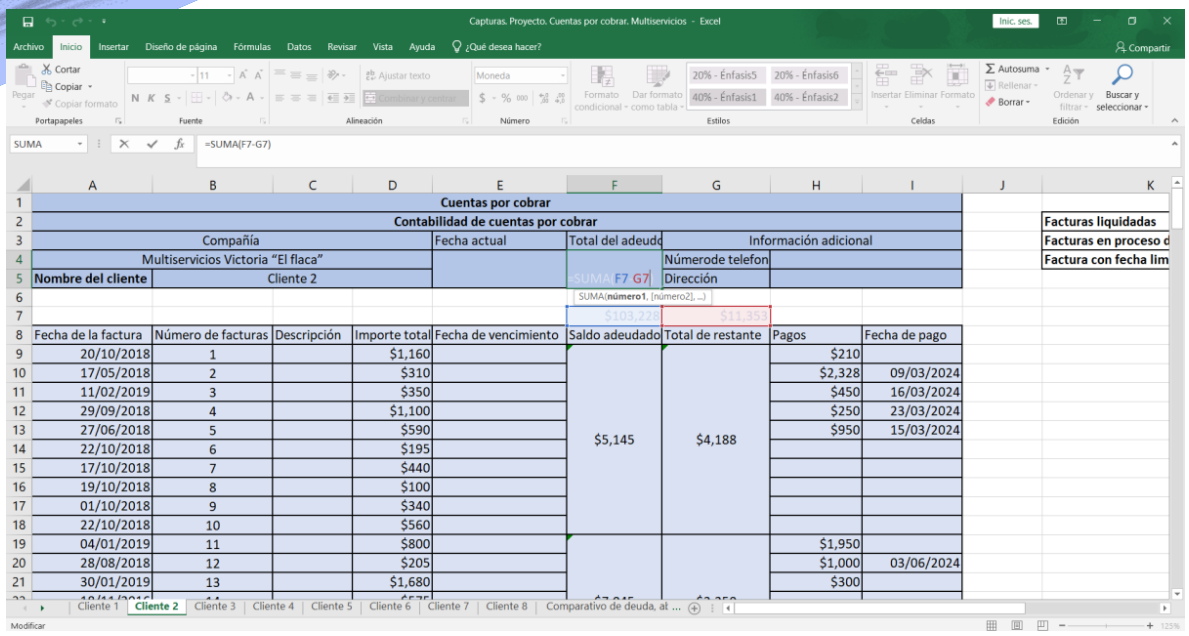
Cuentas por cobrar								
Contabilidad de cuentas por cobrar								
Compañía			Fecha actual	Total del adeudo	Información adicional			
Multiservicios Victoria "El flaca"					Número de telefono			
Nombre del cliente	Cliente 2				Dirección			
Fecha de la factura	Número de facturas	Descripción	Importe total	Fecha de vencimiento	Saldo adeudado	Total de restante	Pagos	Fecha de pago
20/10/2018	1		$1,160				$210	
17/05/2018	2		$310				$2,328	09/03/2024
11/02/2019	3		$350				$450	16/03/2024
29/09/2018	4		$1,100				$250	23/03/2024
27/06/2018	5		$590		$5,145	=SUMA(H9:H18)	$950	15/03/2024
22/10/2018	6		$195					
17/10/2018	7		$440					
19/10/2018	8		$100					
01/10/2018	9		$340					
22/10/2018	10		$560					
04/01/2019	11		$800			SUMA(número1, [número2], ...)	$1,950	
28/08/2018	12		$205				$1,000	03/06/2024
30/01/2019	13		$1,680				$300	

Facturas liquidadas
Facturas en proceso de
Factura con fecha limit

Nota: Determinaciòn de saldo final (elaboraciòn propia)

Posterior a la captura de estos datos se realiza la suma de todos los montos de saldo adeudado de las secciones y de igual manera se realiza el cálculo de la diferencia del saldo deudor con respecto al total de los abonos realizados a cada sección, de esta manera identificar el total de adeudo de cada cliente.

figura 7

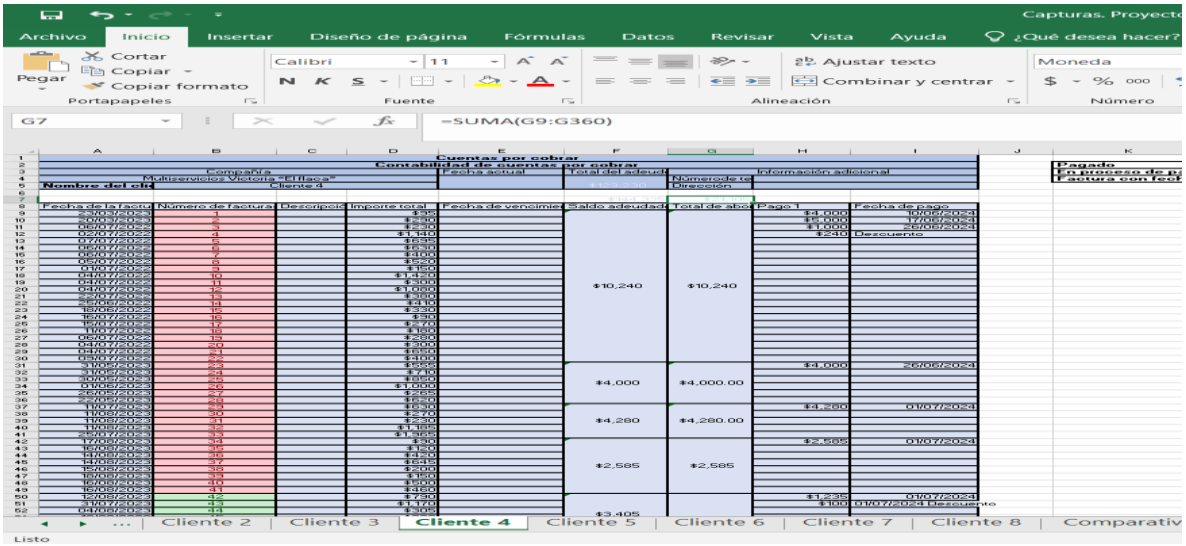


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Cuentas por cobrar										
2	Contabilidad de cuentas por cobrar										Facturas liquidadas
3	Compañía				Fecha actual	Total del adeudo	Información adicional				Facturas en proceso d
4	Multiservicios Victoria "El flaca"						Númerode telefon				Factura con fecha lim
5	Nombre del cliente	Cliente 2				SUMA(F7:G7)	Dirección				
6						SUMA(número1, [número2], ...)					
7						$103,27	$11,353				
8	Fecha de la factura	Número de facturas	Descripción	Importe total	Fecha de vencimiento	Saldo adeudado	Total de restante	Pagos	Fecha de pago		
9	20/10/2018	1		$1,160				$210			
10	17/05/2018	2		$310				$2,328	09/03/2024		
11	11/02/2019	3		$350				$450	16/03/2024		
12	29/09/2018	4		$1,100				$250	23/03/2024		
13	27/06/2018	5		$590		$5,145	$4,188	$950	15/03/2024		
14	22/10/2018	6		$195							
15	17/10/2018	7		$440							
16	19/10/2018	8		$100							
17	01/10/2018	9		$340							
18	22/10/2018	10		$560							
19	04/01/2019	11		$800				$1,950			
20	28/08/2018	12		$205				$1,000	03/06/2024		
21	30/01/2019	13		$1,680				$300			

Nota: Registro de facturas pagadas (Elaboraciòn propia)

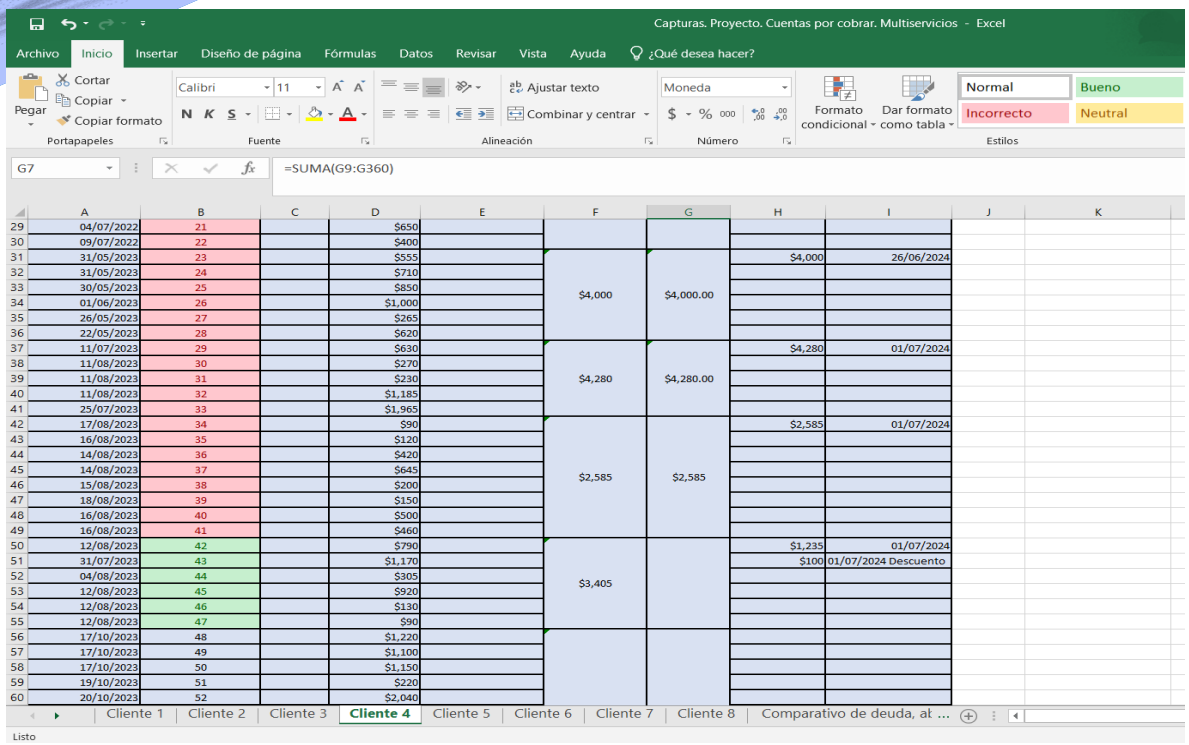
El proceso de dar de baja las facturas de las secciones es crucial para identificar que esas facturas ya fueron liquidadas. Este procedimiento asegura que se mantenga un control adecuado sobre las finanzas y se eviten errores en la contabilidad. Por lo tanto, la cantidad de la columna de total de abonos debe coincidir con la cantidad de la columna total de la sección. De esta manera, automáticamente se restará la cantidad total de abonos por secciones y se marcará en color rojo para identificar con mayor facilidad que ya fue liquidada.

Figura 8



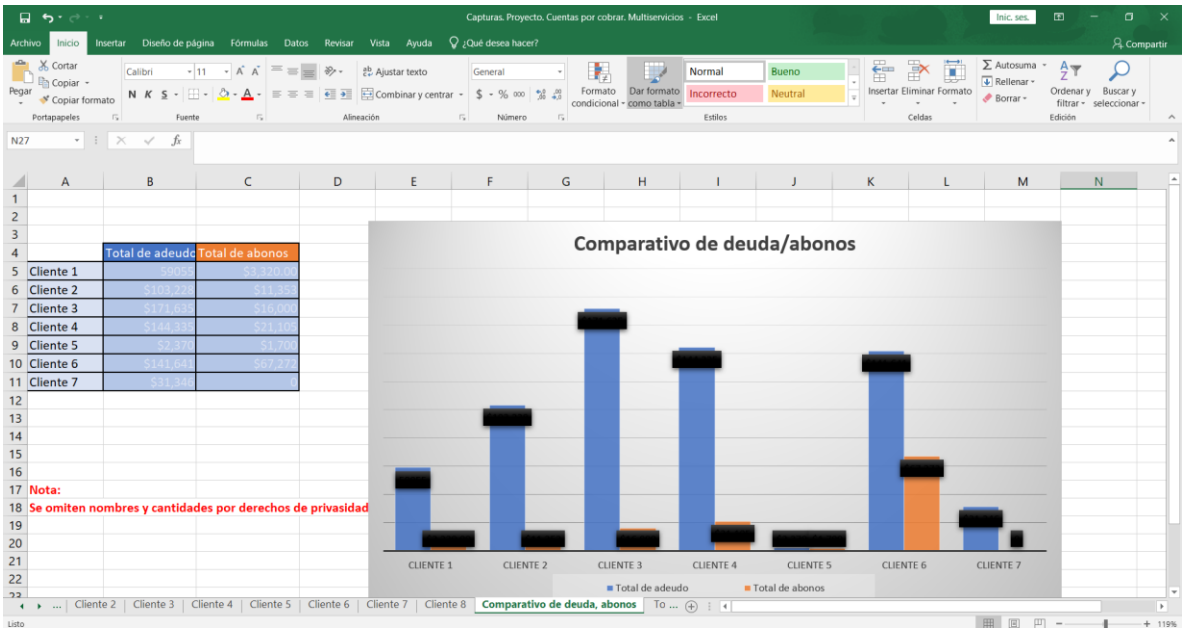
Nota: Montos finales (elaboraciòn propia)

Figura 9



Nota: Montos finales por periodo (elaboraciòn propia)

Figura 10



Nota: Comparativo de deuda y abonos (elaboraciòn propia)

Con los datos de los montos totales del adeudo de cada cliente, se incorpora esta información en una gráfica que permite identificar con facilidad la magnitud del adeudo de los clientes. Esta visualización clara y concisa facilita el análisis rápido de la situación.
financiera de cada cliente, permitiendo a la organización tener una visión general de los riesgos potenciales asociados con los saldos pendientes.

Con esta información, se pueden tomar las medidas necesarias para no poner en riesgo las finanzas de la organización. Por ejemplo, se puede identificar rápidamente a los clientes que tienen deudas elevadas y priorizar el seguimiento de sus pagos. Además, permite reconocer patrones de comportamiento en los pagos que podrían indicar problemas futuros, como atrasos recurrentes o incrementos significativos en el uso del crédito sin abonos correspondientes. De este modo, es posible implementar medidas proactivas o actualizar las normas de crédito y cobranza, ajustándose según las necesidades actuales y las tendencias observadas. Esto puede incluir:

Revisión y ajuste de límites de crédito: Basado en el análisis de los datos, se pueden revisar y ajustar los límites de crédito asignados a cada cliente para asegurarse de que están alineados con su capacidad de pago.

Desarrollo de planes de pago personalizados: Para clientes con deudas significativas, se pueden ofrecer planes de pago personalizados que faciliten el cumplimiento de sus obligaciones sin causarles una carga financiera excesiva.

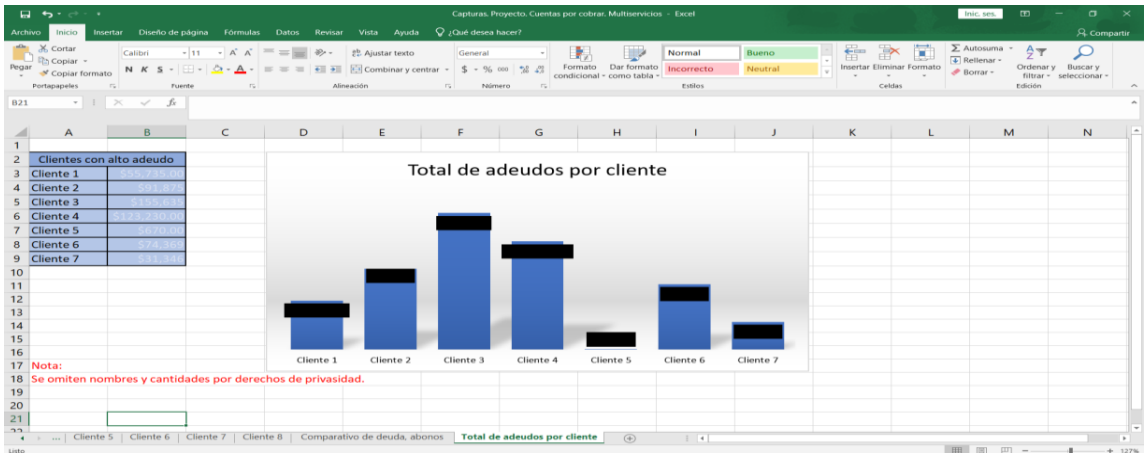
Implementación de incentivos para pagos anticipados: Ofrecer descuentos o incentivos para los clientes que realicen pagos anticipados o puntuales puede fomentar un comportamiento de pago más favorable.

Fortalecimiento de la comunicación: Mantener una comunicación constante y clara con los clientes acerca de sus deudas y opciones de pago puede mejorar significativamente la tasa de recuperación de pagos.

Evaluación periódica de la política de cobranza: Basado en los datos y tendencias observadas, se debe realizar una evaluación periódica de las políticas de cobranza para asegurar que sean efectivas y justas tanto para la organización como para los clientes.

La información gráfica no solo facilita la identificación de problemas potenciales, sino que también proporciona una base sólida para la toma de decisiones estratégicas en la gestión del crédito y la cobranza. Al adoptar estas medidas, la organización puede mejorar su flujo de caja, reducir los riesgos financieros y fortalecer la confianza y satisfacción de sus clientes.

Figura 11



Nota: Gráfica de total de adeudos por cliente (elaboración propia)

La implementación de políticas de crédito es crucial para la estabilidad económica del establecimiento, por lo que es sumamente esencial que estas políticas sean estructuradas de manera formal buscando siempre mantener una comunicación clara y directa con los clientes. De esta manera se implementaron estas nuevas políticas de crédito y cobranza para garantizar que los pagos de las facturas de cada uno de los clientes se realicen de manera correcta.

CONCLUSIÓN

Lo que se pudo lograr con la implementación del análisis de cuentas por cobrar fue lo siguiente:

1. **Mejora en la organización y control**: Se implementó un formato estructurado para capturar las facturas y datos del cliente, lo cual optimizó la organización y facilitó el acceso a la información, mejorando la eficiencia en la gestión (.
2. **Reducción de riesgos financieros**: El control riguroso de las cuentas por cobrar permitió identificar rápidamente a clientes con deudas elevadas, priorizando su seguimiento y reduciendo los riesgos financieros(Procedimiento de cuenta…).
3. **Planes de pago personalizados**: Para clientes con deudas significativas, se ofrecieron planes de pago personalizados, que ayudaron a cumplir sus obligaciones sin generar les una carga financiera excesiva.
4. **Incentivos para pagos anticipados**: Se introdujeron descuentos para clientes que pagaron anticipadamente, mejorando el flujo de caja y la recuperación de pagos.
5. **Fortalecimiento de la comunicación con clientes**: Mantener una comunicación clara y constante ayuda a mejorar la relación con los clientes y la recuperación de pagos.

En general, el sistema ayudó a Multiservicios Victoria a establecer una base sólida para la toma de decisiones estratégicas, reducir riesgos financieros y fortalecer la relación con sus clientes, permitiendo un crecimiento financiero sostenible

BIBLIOGRAFÍA

Gestión de gastos (Ed.). (2023). *Cómo gestionar las cuentas por cobrar de tu empresa*. easyap. https://www.easyap.com/blog/como-gestionar-las-cuentas-por-cobrar-de-tu-empresa/

Aplicación de elementos de calidad para la construcción de Go kart

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.826

1Institución de Procedencia: UTNG (Universidad Tecnologica del Norte de Guanajuato)/Personal,e-mail: Autor-principal: Maria Pilar Liova Cortes Ramirez,correo: pilarcortes@utng.edu.mx
Autor secundario:
Rodolfo Hernandez Onofre, corre: rodolfohernandez@utng.edu.m x
Maria de Jesus Jinez Ponce, correo: maria.ginez@utng.edu.mx

1. Resumen

Este proyecto consiste en qué se van a aplicar las herramientas de calidad como QFD AMEF, 8D y 6 sigma a la elaboración de un carro realizado desde el diseño.
Lo primero que se realiza es el es la creación de equipos de mejora los cuales cada uno de ellos da una propuesta de diseño para la creación del Go-Kart, posterior a esto se decide sobre un diseño específico y se empiezan a diseñar las encuestas que servirán para detectar los requerimientos del cliente y poder realizar la primera unidad llamada QFD, una herramienta invaluable para comprender las expectativas y preferencias de los potenciales usuarios (clientes). Estas encuestas no solo proporcionan datos cruciales, sino que también permiten establecer una conexión directa con la comunidad interesada en los Go-Kart, después de esto se puede enriquecen el proceso de diseño en equipo de un carro tipo Go-Kart.
Después de haber conseguido resultados con el aparte del QFD, era de importancia el poder planear las bases del cómo se iba a empezar a construir ese diseño, y para esto también se estuvo trabajando con AMEF, para prevenir alguna posible falla, después de todos estos resultados de la planeación, ahora si el equipo de mejora empezó con su fabricación
Una tercera herramienta empleada fue la aplicación de 8D, aplicada a algún problema que se presentó en las pruebas de arranque del carro, y como fueron varios problemas presentados, otro de ellos fue resuelto con la herramienta de calidad de seis sigma y algo también importante fue la creación de una competencia interna y en años pasados se estuvo participando en una competencia externa, donde los alumnos de la UTNG, resultaron ganadores.

Abstract

This project consists of applying quality tools such as QFD FMEA, 8D and 6 sigma to the creation of a car made from the design.
The first thing that is done is the creation of improvement teams which each of them gives a design proposal for the creation of the Go-Kart, after this a specific design is decided and the surveys that They will serve to detect the client's requirements and be able to carry out the first unit called QFD, an invaluable tool to understand the expectations and preferences of potential users (clients). These surveys not only provide crucial data, but also allow you to establish a direct connection with the Go-Kart community, after which you can enrich the team design process of a Go-Kart type car.
After having achieved results with the QFD part, it was important to be able to plan the bases of how that design was going to begin to be built, and for this we were also working with FMEA, to prevent any possible failure, after all these planning results, now the improvement team started manufacturing
A third tool used was the application of 8D, applied to a problem that arose in the car start-up tests, and as there were several problems presented, another of them was solved with the six sigma quality tool.

INTRODUCCIÓN

En el mundo de la ingeniería y la creatividad, la construcción de un carro tipo Go-kart, creado desde el diseño representa un desafío emocionante y educativo, para los alumnos.

El proceso de construir un Go-kart desde el diseño comienza con la concepción de una idea, los alumnos tienen la oportunidad de dejar volar su imaginación, visualizando no solo un vehículo funcional, sino también uno que sea estéticamente atractivo. Desde la selección de materiales hasta el diseño del carro completo, implica un trabajo en equipo, para poder poner en práctica algunas herramientas de calidad .

En este proyecto desarrollado por los alumnos precisamente conlleva el diseño y la construcción de un carro tipo Go-Kart, el cual no se base en un esfuerzo individual si no un proyecto colaborativo que fomenta el trabajo en equipo y la comunicación efectiva

OBJETIVO GENERAL

Construcción de un de un carro tipo Go- Kart con la finalidad de aplicar algunas herramientas de calidad como QFD, AMEF, 8D y seis sigma.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a. Aplicación en la práctica de las herramientas de calidad como QFD amed 8 DY 6 sigma.
b. Lograr la integración de los equipos de mejora.
c. Fomentar el espíritu de competencia de los alumnos

OBJETO DE ESTUDIO

Poder lograr que le den que el estudiante aterrice directamente en la práctica algunas herramientas de calidad metodología todos los días.

METODOLOGÍA.

Una de las preocupaciones de los catedráticos es poder aplicar varis herramientas de calidad, por lo que surgió la idea de construir el carro tipo Go- Kart, a raíz de un concurso que le llego a la UTNG, por parte de la Universidad de Gto, y los resultados posteriores dieron como margen la siguiente metodología de mejora para poder aplicar algunas herramientas de calidad de la Materia de Administración de la Calidad que es básica para la carrera de TSU en procesos o bien para el Ingeniero Industrial; por los buenos resultado se ha desarrollado la siguiente metodología

a. El primer paso de la metodología era, encauzar a los alumnos a desarrollar sus propias herramientas de mejora, para poder desarrollar la primera herramienta de calidad que es QFD (Quality Function Deployment) o despliegue de la función de calidad.
b. Segundo llevar un enlace con las unidades, porque esta parte ayuda mucho a entender y aterrizar el tema.
c. El utilizar otras materias de apoyo, como la de diseño, para que el alumno vea esa conexión y sea más rápido su entendimiento y aplicación; mediante esta conexión se estuvo trabajando en el siguiente tema que es AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Fallas), para poder adelantarse a las posibles fallas, para elaborar el carro.
d. Sobre todo, es de suma importancia que previo a todos estos puntos; el equipo de trabajo, se siente a elaborar una planeación, e ir salvando todos los obstáculos que se le vayan presentando

FASES DEL DESARROLLO

8.1. Creación de equipos

Lo primero que se hizo fue empezar a formar equipos en cada uno de los grupos formándose de 3 a 4 equipos por grupo, para lo cual se le pidió a cada uno de los integrantes del equipo que diera una idea de diseño para el carro tipo Go-Kart.

8.2. Requerimientos del cliente

Para poder empezar a desarrollar el diseño lo primero que se hizo fue verificar los requerimientos del cliente, que para este caso son los siguientes:

Parte estática

1. Ancho del carro con un máximo de 1.5 metros.
2. El número máximo de participantes dentro del carro es de 1 persona.
3. Diseño del carro en forma general
4. Temática del carro
5. Elaboración del carro a base de productos reciclados, tomar fotos de todo lo que se vaya usando.

Parte dinámica

6. Funcionalidad del sistema de frenos.
7. Funcionalidad del sistema de la dirección
8. Funcionalidad del sistema de las llantas

9. Funcionalidad del asiento
10. Funcionalidad del volante
11. Si algún equipo decide anexar un sistema adicional será evaluado adicional a su calificación.

Parte seguridad
12. Casco
13. Rodilleras
14. Coderas
15. Cinturón de seguridad
16. Guantes

Ya con estos requerimientos los alumnos se pusieron a trabajar en dar una idea de diseño; algunas de las cuales son las mostradas en las figuras 1, 2, 3, 4.

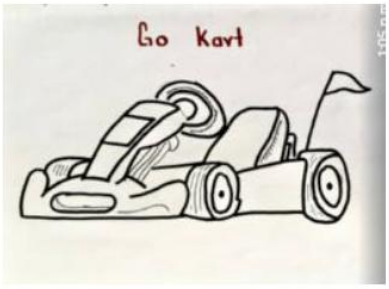


Fig. 1

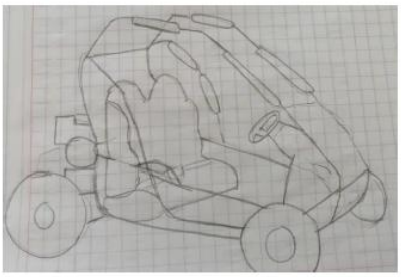


Fig. 2



Fig. 3

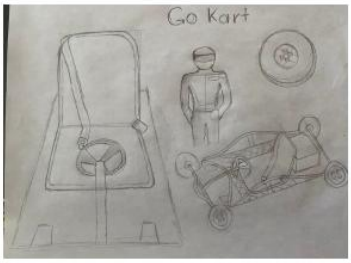


Fig. 4

8.3. Creación de la primera propuesta de diseño, nombre y logotipo por equipo
Posterior a esta propuesta por cada uno de los miembros del equipo se decidió sólo por un diseño, el cual se hizo en algún software y es el presentado en las figuras 5 y 6.



Fig. 5

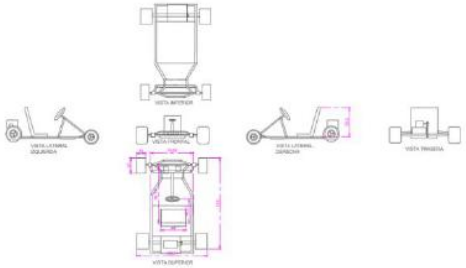


Fig. 6

Tenían requerimientos generales, pero algo sumamente especifico por lo que se empleó la metodología QFD (casa de la calidad), para empezar a trabajar en algo muy específico, para lo cual como una forma de identidad se le pidió a cada uno de los equipos que se desarrollara un logo y dieran nombre a su empresa; algunas de las cuales se presentan en las figuras 7, 8 9 y 10..



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10

8.4. Creación de encuestas por equipo para desarrollar el QFD

Ya con el nombre del equipo y logo los estudiantes desarrollaron su encuesta, las cuales fueron aplicadas, para determinar los requerimientos del cliente, ya con los requerimientos del cliente desarrollados se empezó a realizar el QFD, algunos de los cuales se presenta en las figuras 11, 12, 13, 14, 15 y 16.

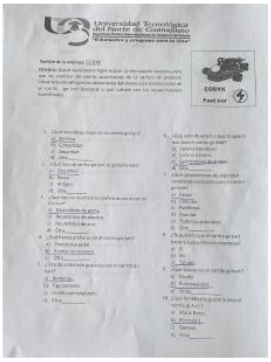


Fig. 11

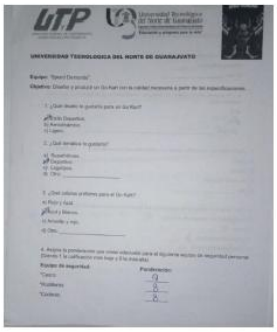


Fig. 12

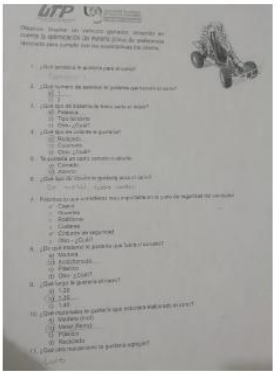


Fig. 13



Fig. 14

		Acero resistente peso ligero	Mayor seguridad	Comodidad	Electricidad	Ergonomía	Apariencia	Velocidad	Prioridades de los requerimientos								
No.	Requerimientos del cliente	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Peso ligero	126		14				42	7	3	3	3	4	1.33	1.5	14	10%
2	Llantas de terracería		52.5	17.5				52.5	7	3	4	4	5	1.67	1.5	17.5	13%
3	Freno de disco		121.5						9	4	1	4	5	1.25	1.2	13.5	10%
4	Colores negro, rojo y azul						72		5	3	2	3	4	1.33	1.2	8	6%
5	Sin puertas/cerrado	26.25	8.75				26.25		7	4	4	2	5	1.25	1	8.75	6%
6	Volante circular completo			28.8		86.4	9.6		8	3	2	2	3	1.00	1.2	9.6	7%
7	Sistema eléctrico				180			28	8	3	1	4	5	1.67	1.5	20	14%
8	Asiento cómodo			126			54		7	3	4	4	4	1.33	1.5	14	10%
9	Cinturón cruzado		135	45			35		9	3	5	2	5	1.67	1	15	11%
10	Jaula antivuelcos	54	162				18	54	6	2	0	0	4	2.00	1.5	18	13%
	TOTAL	206.25	479.75	231.3	180	86.4	154.85	168.5								138.35	100%
	Porcentaje	13.68567732	31.83371487	15.347885	11.943864	5.7330548	10.275041	11.18078937	Importancia (1-9)	Posición actual	Competencia 1 (1-5)	Competencia 2 (1-5)	Objetivo	Ratio de mejora	Argumento de venta	Ponderación de requerimientos del cliente	Ponderación absoluta

	Correlación Alta= 9
	Correlación Baja= 3
	Correlación posible= 1

Fig. 15

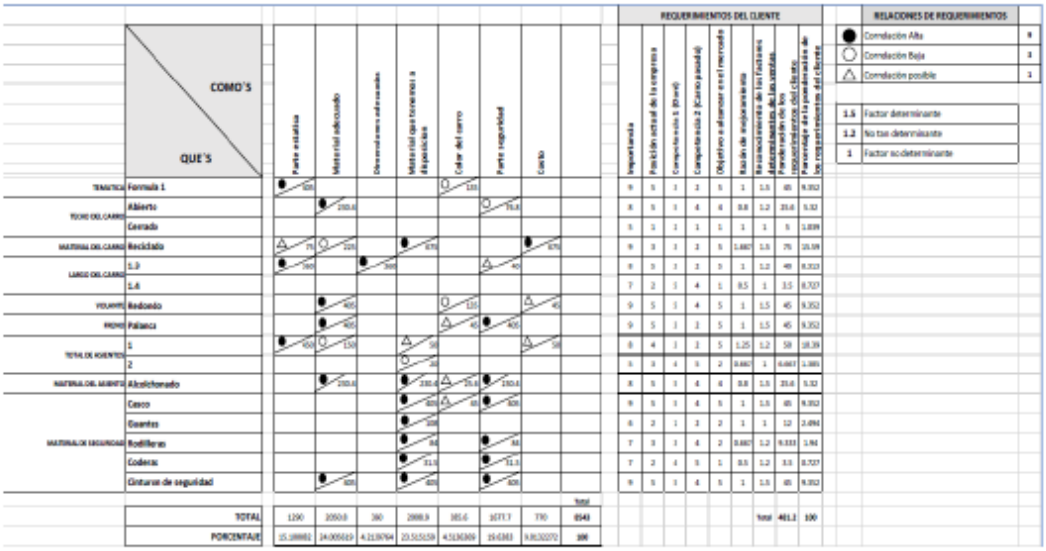


Fig. 16

8.5. Planeación de los requerimientos para la elaboración del carro tipo Go. Kart

Ya con los requerimientos del cliente, se empezó a planear, el cómo empezar a elaborar el carro tipo Go-Kart, esta planeación cosiste en una serie de reuniones puntuales donde todo el equipo decide que es lo que se va a hacer para cada una de las partes de elaboración del carro, ver figuras 17 y 18.



Fig. 17



Fig. 18

8.6. **Creación de diseños, creados a raíz de las planeaciones de los equipos.**

Después que los equipos estuvieron trabajando en las planeaciones algunas de ellas dieron como resultado lo mostrado en las figuras 19, 20, 21 22 y 23.

- Diseño completo del carro

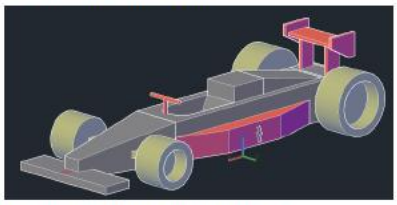


Fig. 19

- Diseño de la parte frontal del carro

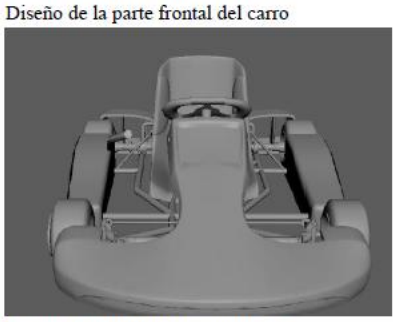


Fig. 19

- Diseño de la parte trasera del carro

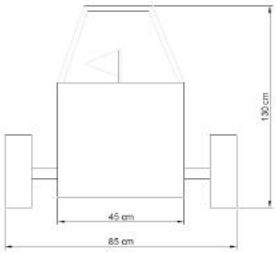


Fig. 20

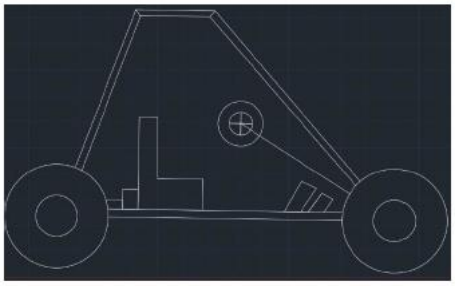


Fig. 21

- Diseño de la parte lateral 2 del carro

8.7. Explosión de partes para cada parte del carro

Ya teniendo los diseños, ahora los equipos se vieron en la tarea de empezaran a planear lo siguiente;

- Diseñar el chasis, su explosión de partes y hacer una lista de requerimientos de materiales para su elaboración, tomando en cuenta partes finitas por ejemplo tornillos, ensambles, chumaceras, soldaduras, etc.
- Diseñar la parte trasera del carro, su explosión de partes y hacer una lista de requerimientos de materiales para su elaboración, tomando en cuenta partes finitas por ejemplo tornillos, ensambles, chumaceras, soldaduras, etc., e incluir la lista de proveedores para esas partes.
- Diseño de la parte delantera del carro, su explosión de partes y hacer una lista de requerimientos de materiales para su elaboración, tomando en cuenta partes finitas por ejemplo tornillos, ensambles, chumaceras, soldaduras, etc., e incluir la lista de proveedores para esas partes.
- Diseño de la parte lateral 1del carro, su explosión de partes y hacer una lista de requerimientos de materiales para su elaboración, tomando en cuenta partes finitas por ejemplo tornillos, ensambles, chumaceras, soldaduras, etc., e incluir la lista de proveedores para esas partes.
- Diseño de la parte lateral 2 del carro, su explosión de partes y hacer una lista de requerimientos de materiales para su elaboración, tomando en cuenta partes finitas por ejemplo tornillos, ensambles, chumaceras, soldaduras, etc., e incluir la lista de proveedores para esas partes.
- Diseño del Funcionalidad del sistema de frenos, del sistema de dirección, del sistema de las llantas, su explosión de partes y hacer una lista de requerimientos de materiales y la parte finita e incluir una lista de proveedores.

Parte de algunos de los resultados de estos puntos pueden ser los siguientes:

En la imagen del mapa de tu go-kart, se destacan varios elementos del sistema de frenos con colores específicos, mostrados en la figura 22 y 23.

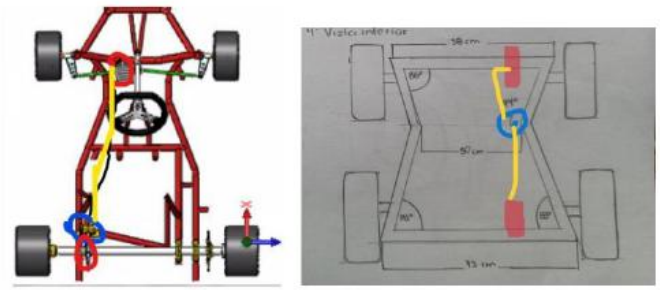


Fig. 22

Rojo:
• Pedales de Freno: Ubicados en la parte frontal del kart (zona de 58 cm de ancho), el pedal de freno activa el sistema hidráulico al ser presionado.
• Disco de Freno: Colocado en la rueda trasera cerca de la bomba, el disco es donde la pinza aplica presión para generar fricción y detener el go-kart.
Azul:
• Representa la bomba de freno (o cilindro maestro), ubicada cerca del disco.
La bomba convierte la presión del pedal en presión hidráulica, que se transfiere a la pinza de freno.
Amarillo:
• Indica el recorrido de la manguera hidráulica que conecta la bomba de freno con la pinza. Esta manguera permite que la presión generada por el pedal y la bomba llegue a la pinza para accionar el disco de freno.

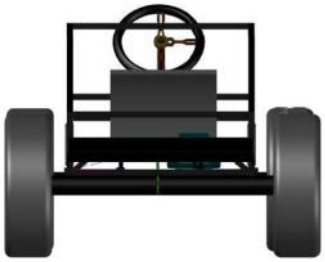
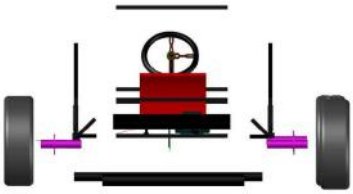


Fig. 22



8.8. diagrama de relaciones para elaboración del carro tipo Go-Kart
Otro punto importante para empezar a fabricar el carro tiempo Go-kart es realizar un diagrama de relaciones para ver que se va a conectar con que parte de carro y hacerlo de forma visual, el cual se muestra en las figuras 23 y 24.

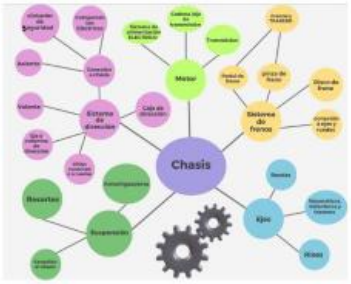


Fig. 23

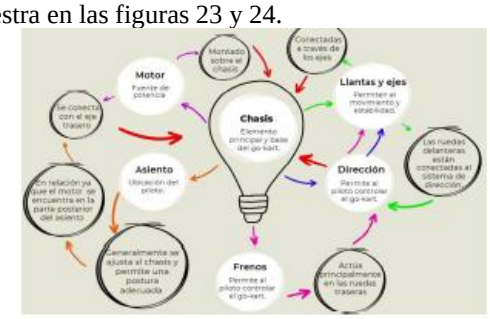


Fig. 24

8.9. Primeras operaciones para elaborar el carro.

Ya con toda esta planeación que es vital para la carrera de Procesos Industriales, los alumnos ahora si se pusieron a trabajar en la parte realización del carro, para lo cual con lo primero que se inicia es con el chasis, el cual se muestra en las figuras 25, 26, 27 28 y 29.



Fig. 25



Fig. 26



Fig. 27



Fig. 28

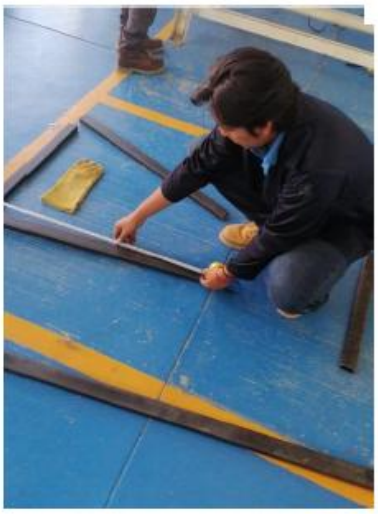


Fig. 29

8.10. Creación de AMEF por equipos.

Los equipos se dieron a la tarea de crear un AMEF del proceso, desarrollando las evidencias como lluvia de ideas, figuras 30 y 31.

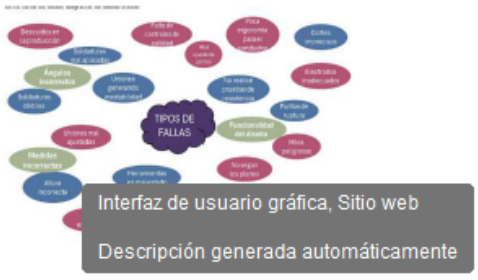


Fig. 30



Fig. 31

DESARROLLO DE LAS 8D Y SEIS SIGMA

En algunos periodos de estudio se han podido realizar pruebas de carros de años pasados, o bien probando los avances de los carros que se están haciendo en ese momento, si las condiciones lo permiten y ver las fallas presentadas, para poder emplear la metodología 8D y seis sigma, figuras 29 y 30..



Fig. 29



Fig. 30

En la prueba realizada por lo alumno se presentó un problema justo comenzando la competencia, en el momento preciso en que se lanzó al conductor junto al Go- kart, el volante sufrió una falla muy fuerte, se fracturó la soldadura, terminando en un volante muy frágil y fácil de romper.

Desarrollo de sei sigma en su Fase de definición

Que: El problema principal que se ubicó fue la fractura del volante

Definición del objetivo:

Dónde: Este volante fue fracturado justo en la unión de la soldadura con la dirección, por lo que al romperse causaría un grave accidente al conductor, ***Cuando***: este problema fue detectado en el momento de salida del go kart, al sentir un descontrol notable en el volante, terminando así en no dar las vueltas.

RESULTADOS

9.1. Terminación final del Go-Kar

Algunos resultados iniciales fueron presentados desde la parte del desarrollo y ya de forma concreta, uno los resultados finales fue la creación completa del carro, así como se muestra en las figuras 31, 32, 33 y 34, las cuales muestran a los alumnos preparándose para la carrera y algunos modelos listos para salir a la competencia.



Fig. 31



Fig. 32



Fig. 33



Fig. 34

9.2. Presentación en un concurso interno

Parte de los objetivos específicos de inicio era crear una competencia sana entre los alumnos, por lo que se presentaron a una competencia interna, para lo cual se presentan algunas imágenes (35, 36 y 37) de dicha competencia.



Fig. 35



Fig. 36



Fig. 37

9.3. Presentación en un concurso interno

Otro de los objetivos, fue que los alumnos, entraran a un concurso externo; organizado por los alumnos de la Universidad de Guanajuato, en dos ocasiones estuvieron participando los alumnos de la UTNG, con estos carros tipo GO.kart y las dos veces salieron victoriosos, figuras 38, 39 y 40.



Fig. 38



Fig. 39



Fig. 40

CONCLUSIÓN

Los integrantes del equipo aprendieron a coordinarnos entre sí asignando tareas a cada integrante, previo a esto se estuvo trabajando en una planeación.
El trabajo de liderazgo también es vital para poder cumplir los objetivos.
El que el alumno entienda primero el concepto es vital para poder aterrizarlo en la parte práctica y por ende en la vida laboral.
Ir manejando los conflictos internos y el estrés entre los integrantes de los equipos es sumamente importante para poder cubrir los objetivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Guajardo,G.E. (2003) Administración de la Calidad Total Distrito Federal México Pax, México, Lindsay, W.M (2000)
2. Administración y control de la calidad, Distrito Federal México International. Thomson
3. Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). Juran's Quality Handbook (5th ed.). McGraw-Hill.
4. Montgomery, D. C. (2019). Introduction to Statistical Quality Control (8th ed.). John Wiley & Sons.

Prototipo de plataforma para la democratización de la inversión en proyectos educativos mediante Blockchain

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.829

Zaila Hernández Tapia[1], Susana Leticia Soto Fernández[2], Javier Edén Villeda Lugo[3], Omar Reyna Ángeles[4]

[1]*Universidad Politécnica de Francisco I. Madero/e-mail: zhernandez@upfim.edu.mx*
[2] *Universidad Politécnica de Francisco I. Madero/e-mail: ssoto@upfim.edu.mx*
[3]*Universidad Politécnica de Francisco I. Madero/e-mail: jevilleda@upfim.edu.mx*
[4]*Universidad Politécnica de Francisco I. Madero/e-mail: oreyna@upfim.edu.mx*

Línea de investigación: Software e Innovación aplicada a la educación

Resumen
En un mundo donde la tecnología avanza a pasos agigantados, es crucial que la educación y la gestión de proyectos colaborativos evolucionen para estar a la vanguardia. Este trabajo tiene por objetivo diseñar una solución innovadora que integre la tecnología blockchain para crear una plataforma educativa que garantice transacciones seguras y transparentes en las participaciones involucradas en el desarrollo de proyectos educativos.
El diseño de la plataforma está estructurado para facilitar el acceso tanto a los usuarios que desarrollan proyectos académicos con soluciones tecnológicas en diversos sectores como a los inversionistas interesados en colaborar. A través del uso de tokens emitidos y gestionados mediante blockchain y definidos en un contrato inteligente, se controlará el porcentaje de participación. Esto no solo aumentará la confianza entre los participantes, sino que también fomentará un entorno de colaboración, protegerá y asegurará cada una de las contribuciones, con un enfoque en la descentralización.
La metodología implementada considera las etapas de análisis, determinación de tecnología y diseño, de este modo se logró obtener la maquetación de las interfaces, las cuales permitirán avanzar a la etapa de desarrollo.
Palabras clave: Blockchain, Prototipo, Proyectos educativos.

Platform prototype for the democratization of investment in educational projects through Blockchain

In a world where technology advances at a rapid pace, it is crucial that education and collaborative project management evolve to remain at the forefront. This work aims to design an innovative solution that integrates blockchain technology to create an educational platform that ensures secure and transparent transactions for the participations involved in the development of educational projects.
The platform design is structured to facilitate access for both users developing academic projects with technological solutions across various sectors and investors interested in collaborating. Through the use of tokens issued and managed via blockchain and defined in a smart contract, the percentage of participation will be controlled. This will not only increase trust among participants but also foster a collaborative environment, protecting and securing each contribution, with a focus on decentralization.
The implemented methodology considers the stages of analysis, technology determination, and design; in this way, the interface layouts were obtained, which will enable progression to the development stage.

Keywords: Blockchain, Prototype, Educational projects.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el avance tecnológico ha transformado profundamente varios sectores, incluyendo la educación. Desde la aparición de las plataformas de aprendizaje en línea hasta el uso de inteligencia artificial y Big Data para personalizar la educación, el panorama educativo ha cambiado radicalmente. Blockchain es una tecnología de registro distribuido que garantiza la inmutabilidad, seguridad y transparencia de las transacciones. Originalmente desarrollada para soportar criptomonedas como Bitcoin, su potencial ha sido reconocido en áreas como la educación, la salud y las finanzas. Esta tecnología permite crear un registro inalterable y distribuido de todas las transacciones en una red, lo que la hace ideal para situaciones donde se requiere un alto nivel de confianza entre los participantes.

En el contexto educativo y de gestión de proyectos, blockchain ofrece una solución única para la trazabilidad de las contribuciones, la protección de la propiedad intelectual y la certificación de logros y competencias, en la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM), los estudiantes en su tercer ciclo de formación realizan proyectos transversales donde aplican conocimientos obtenidos de diferentes materias. Sin embargo muchos de estos proyectos se quedan hasta la fase de prototipo debido a factores como el alto costo de material y herramientas necesarios para convertirlos en productos finales, y el tiempo limitado, ya que el avance se entrega en el cuatrimestre, lo que impide alcanzar la etapa de implementación.

Este contexto demanda soluciones que no solo integren nuevas tecnologías, sino que también ofrezcan mecanismos para incentivar el trabajo colaborativo y establecer estímulos por el esfuerzo realizado en cada una de las contribuciones al desarrollo de proyectos educativos.

El propósito del presente trabajo es diseñar una herramienta que integre seguridad y trazabilidad, permitiendo a estudiantes y docentes gestionar la colaboración en los proyectos educativos. Así mismo, se busca democratizar la participación de inversionistas para lograr transformar prototipos en productos funcionales.

DESARROLLO

El presente trabajo surge de la necesidad de contar con una herramienta que permita garantizar transacciones seguras y transparentes para el registro de participaciones realizadas en proyectos educativos, con la finalidad de compensar a los involucrados, no solo a los desarrolladores (Alumnos), sino también a los asesores (Maestros) y en su caso a inversionistas. Al implementar la tecnología blockchain se pueden obtener grandes beneficios como la seguridad en las transacciones ya que utiliza algoritmos criptográficos y al ser descentralizado otorga el control a los usuarios sobre sus propias participaciones sin depender de intermediarios, con ello se logra transparencia en la información.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una herramienta que integre la tecnología blockchain para crear una plataforma educativa que permita garantizar transacciones seguras y transparentes de las participaciones involucradas en el desarrollo de proyectos educativos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer elementos a considerar.
2. Determinar la tecnología a utilizar.
3. Diseñar la maquetación de las interfaces

OBJETO DE ESTUDIO

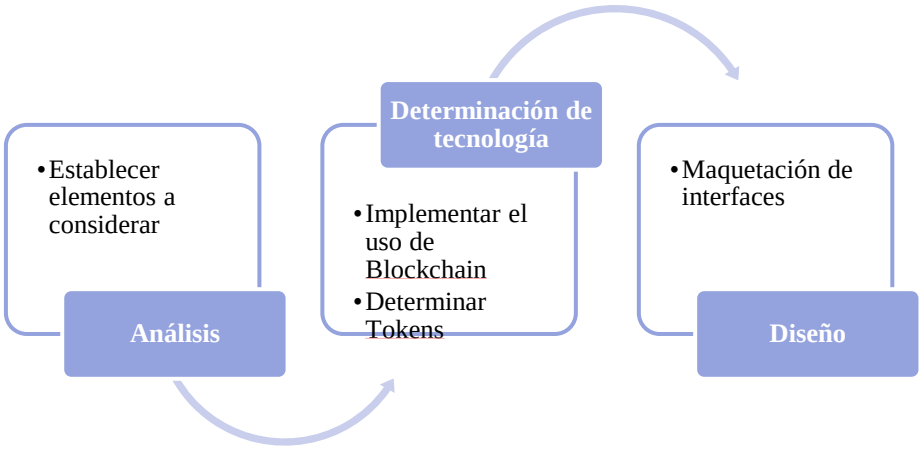
En la UPFIM, los proyectos trasversales desarrollados por los alumnos que cursan el tercer ciclo de formación, se quedan hasta la etapa de prototipo, el factor más común que lo propicia es la falta de recurso para poder convertirlos en un producto final, así mismo muchos de los maestros que fungieron como asesores en el cuatrimestre ya no dan continuidad porque no imparten meterías de un próximo cuatrimestre, por lo que ya no es posible dar seguimiento. Debido a ello es necesario contar con una herramienta que permita que todas las participaciones puedan obtener una recompensa que incentive el involucramiento en desarrollo de proyectos, en donde los estudiantes apliquen sus conocimientos en la solución de problemas reales, así mismo se pueda reconocer el trabajo de los docentes que guían y aportan ideas para eficientar los resultados y a los posibles inversionistas que gracias a su aportación los prototipos puedan convertirse en productos funcionales listo para poder implementarse.

METODOLOGIA

Para el desarrollo del trabajo se planteó una metodología que consta de 3 pasos, los cuales se realizan de forma secuencial como se muestra en la figura 1:

1. **Análisis**. En esta etapa se establecen los elementos que son necesarios considerar dentro del diseño.
2. **Determinación de tecnología**. Se implementará la tecnología blockchain, uso de tokens y contratos inteligentes.
3. **Diseño**. Se realizará la maquetación de las interfaces, que serán utilizadas para el desarrollo.

Figura 1. *Etapas de la Metodología*



Fuente: Elaboración propia

FASES DE DESARROLLO

1. **Análisis**

El uso de blockchain en el sector educativo ha recibido creciente atención debido a su capacidad para asegurar la autenticidad y mejorar la transparencia administrativa. En esta primera etapa se definen los elementos que serán considerados en cada una de las interfaces de la herramienta.

a) **Inicio**. Contendrá información general, como los objetivos, explicación de la segmentación de mercado, estructura del token, contrato y beneficios.
b) **Registro**. Formulario en donde podrá registrarse si es que no tiene una cuenta, es decir es un usuario nuevo.
c) **Login**. Cuando ye sea un usuario registrado, podrá iniciar con su usuario y contraseña.
d) **Dashboard**. Será la interface principal, si es un administrador contará con las opciones de Deploy, Transaction, Wallet, Users; Si es usuario contará con las opciones de Wallet, My Smart contracts y transactions, ambos podrán visualizar un balance, las ganancias y los gastos.
e) **Deploy**. Contendrá 4 campos que permitirán introducir la clave privada, asignar un nombre al contrato, determinar el número de tokens, y la dirección de la billetera digital, un botón para desplegar; se podrá verificar la transacción al introducir el ID y dando click en el botón Check transaction y finalmente la opción View My Contracts para visualizar los contratos generados.
f) **My contracts**. Mostrará los contratos generados y tendrá la opción de regresar a Deploy.
g) **Transaction**. Permitirá enviar tokens, para ello se debe introducir la clave privada, dirección del contrato, dirección de la billetera a la que se realizará la transacción y cantidad de tokens. Para generar la acción se contará con el botón Send Tokens.
h) **Wallet**. Podrá consultarse la dirección de la billetera.
i) **Users**. Mostrará una lista de usuarios registrados y sus respectivas direcciones de billetera

2. **Determinación de tecnología**

En esta etapa se define qué tipo de tecnología será implementada para poder considerar toda la información establecida en la etapa de análisis y lograr el objetivo general.

- Uso de Blockchain

Utilizar blockchain por ser una tecnología que garantiza transparencia, permite dar seguimiento y se pueden verificar las contribuciones dentro de un proyecto.

- Contratos inteligentes

Contratos inteligentes (Smart contracts) son un componente clave en blockchain, permite que se definan las reglas para el manejo de tokens, incluye la forma de participar, como los porcentajes o derechos de cada inversionista en algún proyecto, cuando el

contrato reciba una transacción válida, ejecutará la acción sin necesidad de un intermediario lo que permitirá garantizar la transparencia y confianza entre los involucrados.

- Determinar Tokens

Se definirá la estructura y cantidad de los tokens y se asignarán porcentajes de acuerdo al grado de participación de los alumnos, docentes e inversionistas interesados en los proyectos.

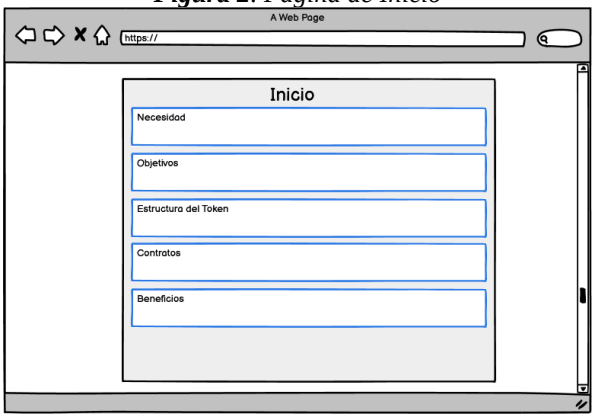
Estructura del Token: Nombre, cantidad, asignación de tokens, definir porcentajes para equipo fundador, inversionistas iniciales, desarrollo y operación, marketing, reserva.

3. Diseño

En esta última fase se presenta el diseño de la maquetación de interfaces, en donde se muestran de forma distribuida y organizada la información que podrá visualizarse, con ello se iniciará la etapa de desarrollo.

Inicio. Al ingresar se mostrará información general de la plataforma, como necesidad, objetivos, explicación de la estructura de los tokens, contratos y beneficios.

Figura 2. *Página de Inicio*



Fuente: Elaboración propia

Registro. Cuando un usuario desea ingresar, primero deberá registrarse, proporcionando el nombre de usuario y estableciendo una contraseña. También se tiene la opción de inicio de sesión el cual se puede utilizar si ya es un usuario registrado.

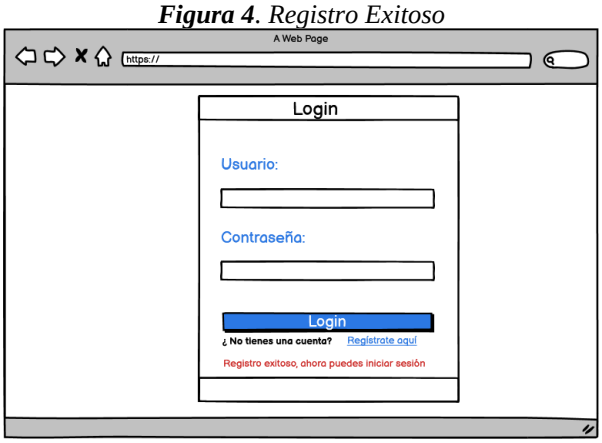
Figura 3. *Registro de un Usuario*



Fuente: Elaboración propia

Registro válido. Al realizar el registro, si los datos son correctos presentará una leyenda de "Registro exitoso, ahora puedes iniciar sesión", esto asegura que ya es un usuario de la plataforma y que le permitirá el acceso.

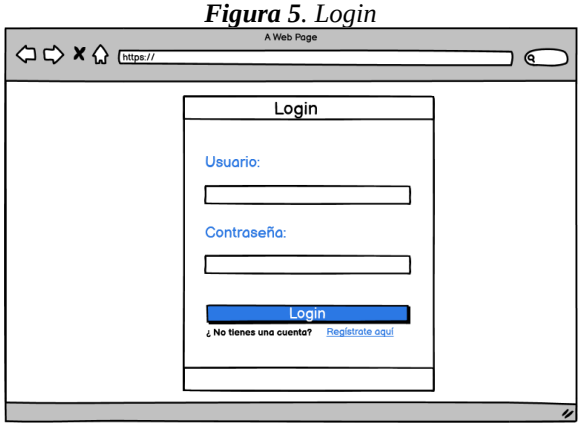
***Figura 4**. Registro Exitoso*



Fuente: Elaboración propia

Login. Solicitará ingresar el nombre del usuario y la contraseña para poder permitir el ingreso.

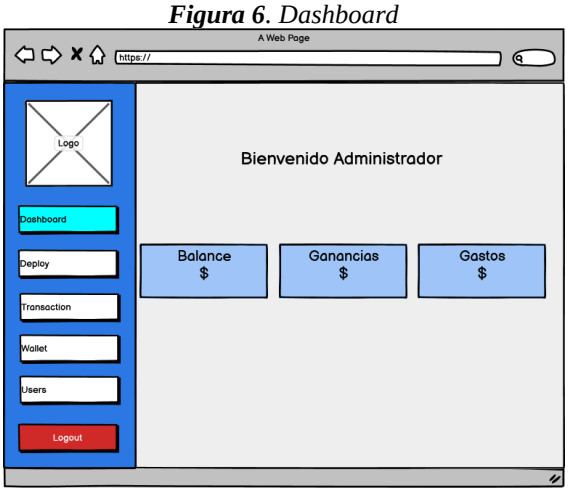
***Figura 5**. Login*



Fuente: Elaboración propia

Dashboard del Administrador. Permitirá visualizar un balance, las ganancias obtenidas y los gastos generados, además tendrá acceso a las opciones: deploy para desplegar el contrato, transaction que aprobará el envió de tokens, wallet mostrará la información de la billetera y users permitirá visualizar los usuarios registrados. Y para salir de la sesión la opción Logout.

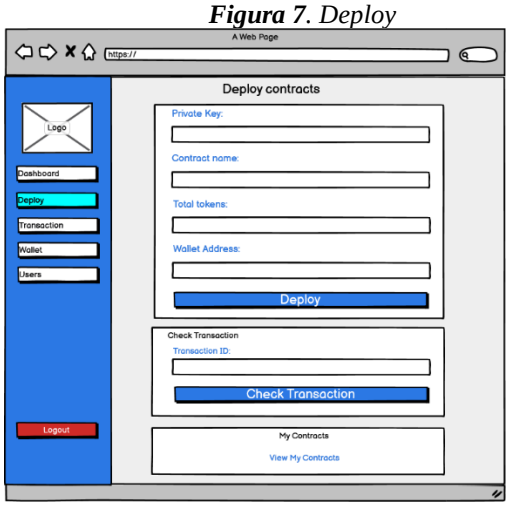
***Figura 6**. Dashboard*



Fuente: Elaboración propia

Deploy. Permitirá subir el contrato a la red de blockchain, para que esté disponible, pueda ejecutarse y ser accesible para los usuarios. Para realizar la acción se solicitará ingresar: la clave privada, nombre del contrato, cantidad de tokens y la dirección de la billetera. Podrá verificar la transacción y visualizar el contrato.

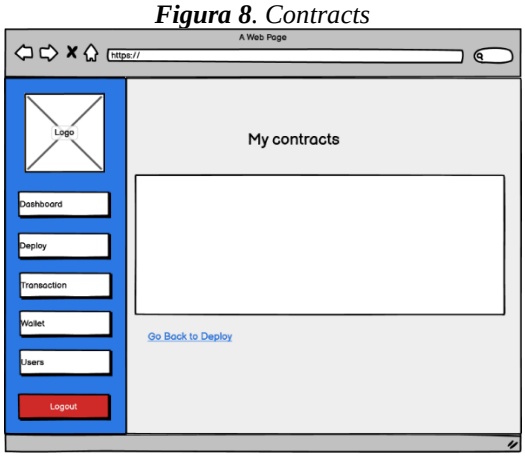
***Figura 7**. Deploy*



Fuente: Elaboración propia

My contracts. Mostrará los contratos generados, un contrato en la blockchain tiene una dirección única por lo que los usuarios podrán enviar transacciones a esta dirección de forma directa y transparente.

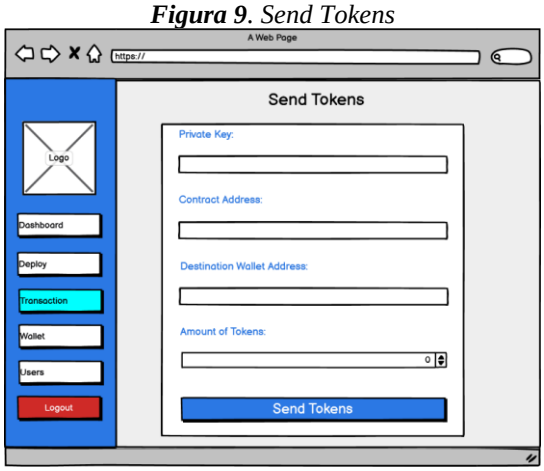
***Figura 8**. Contracts*



Fuente: Elaboración propia

Transaction. Permitirá la transferencia de tokens de una wallet a otra, se solicitará ingresar una clave privada, la dirección del contrato, la dirección de la wallet destino y la cantidad de tokens.

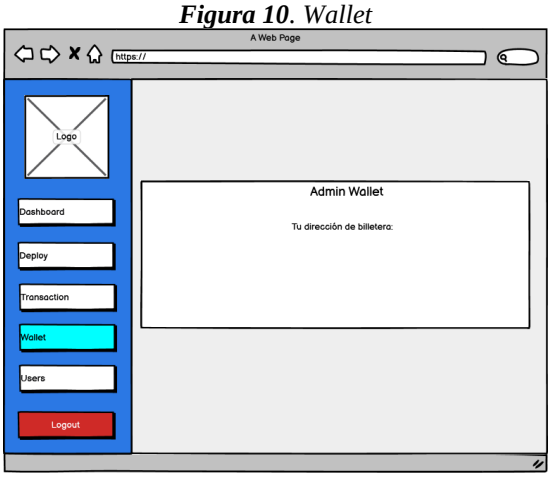
***Figura 9**. Send Tokens*



Fuente: Elaboración propia

Wallet. Permite consultar la dirección de la billetera.

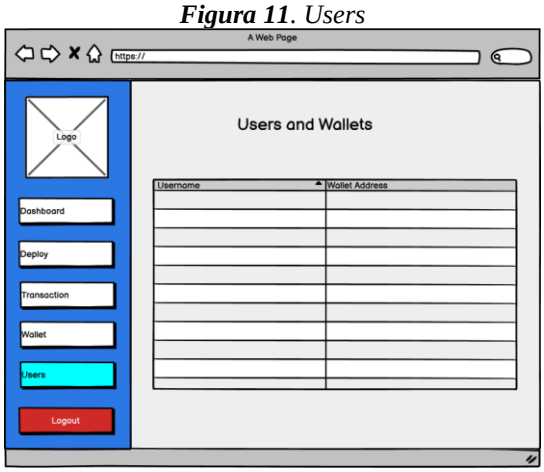
***Figura 10**. Wallet*



Fuente: Elaboración propia

Users. Muestra la lista de usuarios registrados y sus respectivas wallets.

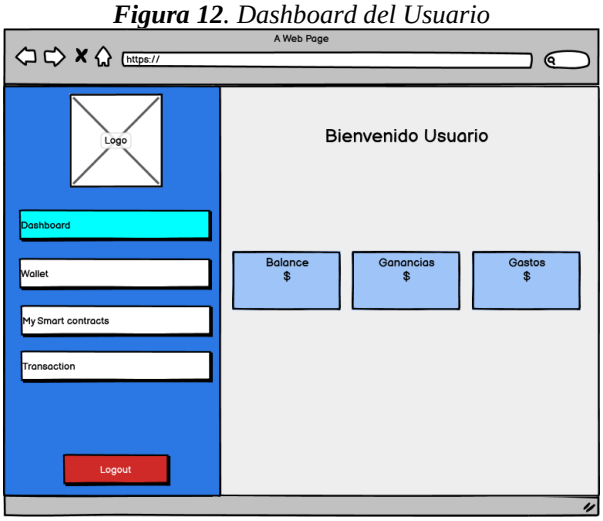
***Figura 11**. Users*



Fuente: Elaboración propia

Dashboard usuario. Permitirá visualizar un balance, las ganancias obtenidas y los gastos generados, además tendrá acceso a las opciones: wallet donde podrá consultar la dirección de la billetera, My Smart contracts permitirá visualizar los contratos y transaction para aprobar el envió de tokens. Para salir de la sesión la opción Logout.

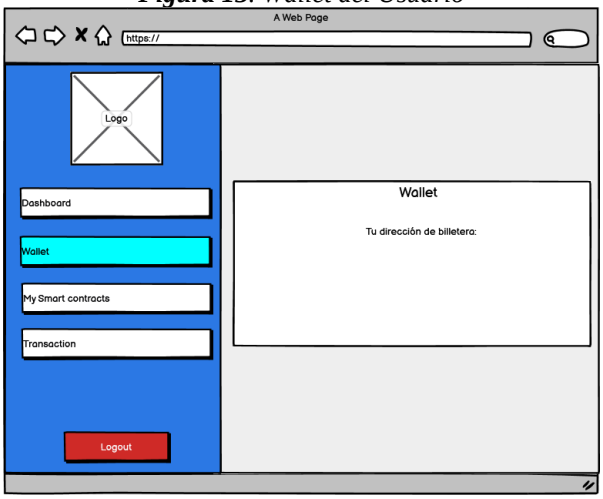
***Figura 12**. Dashboard del Usuario*



Fuente: Elaboración propia

Wallet usuario. Permite consultar la dirección de la billetera.

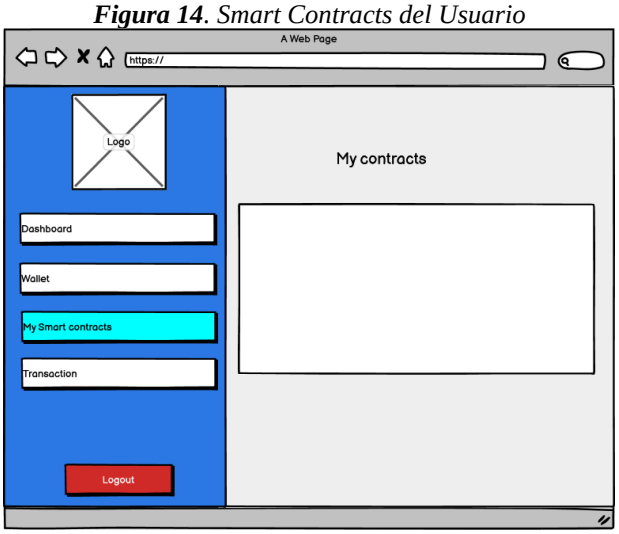
***Figura 13**. Wallet del Usuario*



Fuente: Elaboración propia

My smart contracts del usuario. Mostrará en una la lista el ID de la transacción y la dirección del contrato.

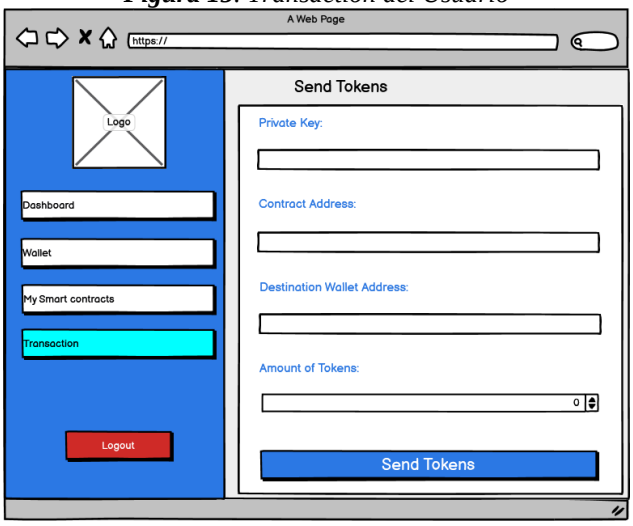
***Figura 14**. Smart Contracts del Usuario*



Fuente: Elaboración propia

Transaction del usuario. Permitirá la transferencia de tokens de una wallet a otra, se solicitará ingresar una clave privada, la dirección del contrato, la dirección de la wallet destino y la cantidad de tokens.

***Figura 15**. Transaction del Usuario*



Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se logró el objetivo general, como resultado de este trabajo se diseñaron 14 maquetaciones (Anexas en la etapa de diseño) las cuales permitirán continuar con las etapas de desarrollo e implementación de la plataforma.

Si bien la implementación de blockchain en la educación y la gestión de proyectos presentan numerosos beneficios, también conlleva desafíos importantes. La adopción masiva de esta tecnología requiere superar barreras como la escalabilidad y la necesidad de formación técnica. Aun así, las oportunidades que ofrece, como la reducción de intermediarios, la creación de ecosistemas de confianza y la protección de la propiedad intelectual, son factores que posicionan a blockchain como una herramienta clave para la innovación en estos campos.

CONCLUSIÓN

Existe una tendencia creciente hacia la adopción de tecnologías descentralizadas en la educación y la gestión de proyectos, impulsada por los avances en interoperabilidad entre diferentes blockchains y la aparición de plataformas híbridas que combinan elementos de centralización y descentralización, lo que contribuye a la reducción de barreras técnicas.

Con los avances logrados en el diseño de interfaces, se podrán continuar con las siguientes etapas, cuyo objetivo es implementar una herramienta innovadora que integre nuevas tecnologías para garantizar la trazabilidad de las participaciones en el desarrollo de proyectos educativos. Este enfoque permitirá fidelizar el compromiso de los participantes, creando un ecosistema en el que alumnos, docentes e inversionistas colaboren activamente, fomentando la innovación, mejorando las experiencias de aprendizaje, gestionando recursos y trabajando de manera segura, transparente y colaborativa.

BIBLIOGRAFÍA

Moreno, J. & García, L. (2022). *Blockchain en la educación: Una revolución digital para la gestión del conocimiento*. Editorial Académica Española.

Ruiz, S., & Pérez, M. (2021). *El impacto de blockchain en la educación: Desafíos y oportunidades.* Revista de Innovación Educativa, 6(4), 45-58.

Bellomo, S. (2020). *Aportes instrumentales y sustantivos de Blockchain a la educación.* Tendencias Pedagógicas, 35, pp. 34-48. doi: 10.15366/tp2020.35.004

Bartolomé Pina, A. R., Bellver Torlà, C., Castañeda Quintero, L., & Adell Segura, J. (2017). *Blockchain en Educación: introducción y crítica al estado de la cuestión.* Edutec, Revista Electrónica De Tecnología Educativa, (61), a363. Recuperado de: http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/915. doi.org/10.21556/edutec.2017.61.915

Vander Ark, T. (2017), *How Blockchain Will Transform Credentialing (and Education),* Getting Smart, December 21. Recuperado de http://www.gettingsmart.com/2017/12/blockchain-will-transform-credentialing-education/

Watters, A. (2016). *The ideology of the Blockchain (for Education)*. HackEducation, April 14th, 2016. Recuperado de http://hackeducation.com/2016/04/14/blockchain-ideology

Evaluación de Factibilidad para una plataforma informática enfocada a la gestión de servicios ofertados por microempresarios y auto empleadores

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.791

Norma García Romero[1], Ricardo Luna Santos[2], Marco Antonio Ramírez Hernández[3], Alina Bonilla Paredes[4]
Eduardo Vite Ramírez [5]

1. Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, norma.garcia@utxicotepec.edu.mx ,
2. Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, ricardo.luna@utxicotepec.edu.mx ,
3. Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, marco.ramirez@utxicotepec.edu.mx ,
4. Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, 220385@utxicotepec.edu.mx ,
5. Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, eduardo.vite.ramirez@utxicotepec.edu.mx

Línea de Investigación: Software.

RESUMEN

Analizar la factibilidad de un proyecto antes de ser realizado es útil en muchos sentidos, por ejemplo evita invertir recursos en proyectos que tienen pocas posibilidades de éxito o que podrían enfrentar obstáculos insuperables, además de ayudar a tener bases sólidas para la toma de decisiones, es por eso que, en el presente trabajo de investigación se tiene como objetivo documentar las actividades de gestión para la evaluación la factibilidad de un sistema de información multiplataforma que permitirá a los usuarios buscar y contratar servicios eficientemente, además de valorar la atención recibida, con el objetivo de contribuir a la reactivación de la economía regional a través del uso de la infraestructura digital. Este análisis se realizó siguiendo la metodología Scrum pues como beneficio ofrece agilidad y flexibilidad.
El estudio se centra en cuatro aspectos: la definición de los requerimientos, la factibilidad, técnica, la factibilidad económica y la factibilidad operativa; como resultado de estos se obtuvo la elección de los frameworks a utilizar, gestores de bases de datos y otras herramientas de desarrollo necesarias para construir y mantener la plataforma, además de demostrar que la plataforma está alineada con seis principios de desarrollo sostenible, por último los análisis financieros muestran como resultado que la inversión inicial es recuperable a mediano plazo, gracias a un modelo de negocio basado en comisiones por servicio agendado. En conclusión, el desarrollo de esta plataforma es factible y se recomienda avanzar con un prototipo y pruebas piloto antes del lanzamiento comercial.

Palabras clave: economía regional, factibilidad, gestión de servicios, microempresarios, plataforma informática

SUMMARY

Analyzing the feasibility of a project before its implementation is valuable in many ways. For example, it helps avoid investing resources in projects with a low probability of success or those that may encounter insurmountable obstacles. It also provides a solid foundation for decision-making. Therefore, the objective of this research is to document the management activities involved in evaluating the feasibility of a multi-platform information system that will enable users to search for and contract services efficiently, as well as evaluate the quality of service received. The ultimate goal is to contribute to the revitalization of the regional economy through the use of digital infrastructure. This analysis was conducted using the Scrum methodology, which offers the benefits of agility and flexibility.
The study focuses on four key aspects: requirements definition, technical feasibility, economic feasibility, and operational feasibility. Based on these aspects, the frameworks, database management systems, and other development tools necessary to build and maintain the platform were selected. Additionally, the study demonstrates that the platform aligns with six principles of sustainable development. Finally, the financial analysis indicates that the initial investment is recoverable in the medium term, thanks to a business model based on commissions for scheduled services. In conclusion, the development of this platform is feasible, and it is recommended to proceed with a prototype and pilot testing before commercial launch.

Keywords: regional economy, feasibility, service management, microentrepreneurs, computer platform

INTRODUCCIÓN

Una cita es una "reunión o encuentro entre dos o más personas, previamente acordado". Las citas para recibir un servicio son especialmente útiles, ya que garantizan al cliente ser atendido por un proveedor en un horario y lugar determinados, eliminando la incertidumbre de esperar un espacio disponible y el riesgo de no poder ser atendido debido a la saturación de clientes. Desde la perspectiva del proveedor, agendar citas permite tener una previsión clara de la materia prima necesaria por día o semana, así como la saturación diaria y la disponibilidad para atender a más clientes.

El mundo digital puede resultar muy beneficioso tanto para clientes como para proveedores, ya que agiliza y optimiza la tarea de concertar una cita. Esto reduce el tiempo y los recursos invertidos en buscar, localizar y concretar una cita para un servicio. Además, ayuda a los proveedores a llegar a nuevos clientes y a los usuarios a acceder a la información de posibles proveedores de servicios en un solo lugar.

Sin embargo, el desarrollo de un proyecto de software requiere una evaluación preliminar para determinar su viabilidad desde varios ángulos y, así, evaluar su factibilidad. Realizarlo presenta ventajas importantes, como conocer detalles esenciales para desarrollar una solución útil para los usuarios finales, identificar los posibles riesgos del proyecto e incluso evitar invertir recursos en proyectos con pocas probabilidades de éxito o que podrían enfrentar obstáculos insuperables, entre otras.

En resumen, este artículo se centra en tres aspectos fundamentales para definir la factibilidad del proyecto: la factibilidad técnica, la factibilidad operativa y la factibilidad económica.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis de factibilidad para el desarrollo de una plataforma digital destinada a la gestión de servicios ofrecidos por microempresarios.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar un análisis técnico para determinar los recursos necesarios, las tecnologías requeridas para el desarrollo de la plataforma.
2. Investigar la viabilidad financiera del proyecto, analizando la rentabilidad, los modelos de ingresos y los riesgos financieros asociados.
3. Analizar la viabilidad operativa del proyecto, determinando cómo se integrará con los procesos actuales e identificando los procesos operativos necesarios para su correcto funcionamiento.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio de este proyecto es la evaluación de la factibilidad para el desarrollo e implementación de una plataforma informática que centralice y facilite la gestión de servicios ofrecidos por microempresarios y auto-empleadores. Esta plataforma tiene como propósito principal crear un espacio digital donde estos proveedores locales de servicios puedan recibir solicitudes de citas optimizando el proceso de agendar una cita, ofreciendo también la posibilidad de llegar a nuevos clientes ayudando así a reactivar la economía de la región.

El enfoque del estudio abarca tres dimensiones clave:

- Factibilidad Técnica: Análisis de las tecnologías necesarias para el desarrollo de la plataforma, incluyendo la infraestructura digital. Se evaluará si los recursos tecnológicos disponibles y las habilidades del equipo de desarrollo necesarias para llevar a cabo el proyecto.

- Factibilidad Económica: Evaluación de los costos asociados con el desarrollo, implementación y mantenimiento de la plataforma, así como el análisis de las fuentes de financiamiento, el retorno de inversión esperado, y la viabilidad económica del proyecto en relación con el mercado objetivo.
- Factibilidad Operativa: Se considerarán los procedimientos necesarios para garantizar una operación eficiente y sostenible de la plataforma una vez comercializada.

El resultado de esta evaluación de factibilidad permitirá determinar si el desarrollo de la plataforma es viable y proporcionará un plan de acción detallado para su implementación.

METODOLOGÍA

Scrum se describe como:

> Un marco de trabajo ágil a través del cual las personas pueden abordar problemas complejos adaptativos a la vez que se entregan productos de forma eficiente y creativa con el máximo valor. Así, Scrum es una metodología que ayuda a los equipos a colaborar y realizar un trabajo de alto impacto. La metodología Scrum proporciona un plan de valores, roles y pautas para ayudar a tu equipo a concentrarse en la iteración y la mejora continua en proyectos complejos. Por otra parte, deberás saber que en Scrum se trabaja con equipos pequeños multidisciplinares en ciclos iterativos centrados en el cliente y se crea un producto de forma incremental. (Martins, 2024).

Durante este proyecto se seleccionó esta metodología pues como beneficio Scrum ofrece agilidad y flexibilidad, además es útil para equipos pequeños multidisciplinares, que precisamente es el tipo de equipo que se tenía para el desarrollo completo del proyecto. Esta metodología también es eficaz para los casos donde se necesita construir y entregar con frecuencia, que era algo necesario para este caso.
Existen varias plataformas para gestionar la aplicación de esta metodología que tiene como uno de sus principios, la auto-organización, pues permite que cada miembro del equipo tenga la facultad para ser responsable sobre sus tareas y trabajo. Esto permite trabajar de forma independiente para que al final se tenga una responsabilidad compartida, dando como resultado un equipo más creativo y dinámico.

Figura 18
Metodología SCRUM

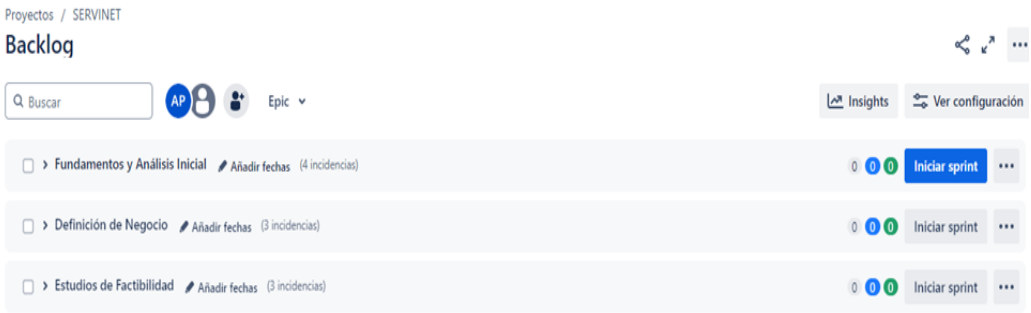


Nota: Representación del flujo de trabajo en la metodología SCRUM. Tomada de Scrum: qué es y por qué se ha convertido en una de las metodologías ágiles más populares.

FASES DEL DESARROLLO

En la metodología Scrum, la fase de desarrollo es un período clave en el ciclo de vida de un proyecto, donde se enfocan los esfuerzos en convertir los requisitos en un producto funcional. A continuación, se muestra la estructura de los 3 Sprints establecidos en el proyecto, a los cuales se les dio seguimiento en la plataforma Jira.

Figura 19
Product Backlog



Nota: Programación de los tres sprints a realizar. De creación propia.

Sprint 1, Fundamentos y Análisis Inicial: Planificación del Proyecto, Aplicación de encuestas, Objetivos, Planteamiento del Problema y Análisis de Resultados

Fecha de inicio: 7/05/2024 Fecha de término:7/06/2024

Sprint Planning:

Objetivo del Sprint: Realizar un estudio de mercado y analizar los resultados obtenidos.

Sprint Backlog:

- Encuestas a proveedores PyMES y clientes para entender las necesidades del proyecto.
- Definición del objetivo general y específicos en el desarrollo del proyecto enfocado al sistema de gestión de citas.
- Documentación del problema actual con el manejo de citas.
- Análisis de los resultados esperados al implementar el nuevo sistema.

Ejecución del Sprint:

- Se realiza encuesta a PYMES en la región de Xicotepec de Juárez para identificar sus necesidades y tendencias).
- Se realiza encuesta a posibles usuarios finales en la región de Xicotepec de Juárez para identificar sus necesidades y tendencias (muestra de población: 385).
- Planteamiento del Problema: Se identifican los desafíos actuales, la complejidad de los procesos relacionados con agendar citas con proveedores de servicios y la ineficiencia en el proceso de citas.
- Definición de Objetivos: Se establecen los objetivos para esta primera fase del proyecto.
- Análisis de Resultados Esperados: Se analiza cómo el nuevo sistema podría impactar positivamente en la operación diaria.

Sprint Review:

Trabajo Completado:

- Encuesta a PYMES:

Se encuestó a PYMES locales para identificar sus necesidades principales.

- Encuesta a Usuarios Finales:

Se encuestó a usuarios potenciales para entender.

- Planteamiento del Problema:

Se detalló que los procesos actuales para agendar citas son ineficientes. Las PYMES carecen de una herramienta centralizada para gestionar la disponibilidad y las confirmaciones.

- Definición de Objetivos:

Objetivo 1: Desarrollar un sistema que optimice la gestión de citas y reduzca los tiempos de respuesta.
Objetivo 2: Proporcionar una plataforma que sea intuitiva tanto para proveedores como para usuarios finales.

- Resultados Esperados:

Las PyMES anticipan una mayor eficiencia operativa y una mejor gestión de sus insumos para brindar servicios al poder gestionar citas desde una misma plataforma.
Los usuarios finales valoran la facilidad para agendar, reprogramar y cancelar citas desde una aplicación móvil.

Figura 20

Encuestas a PyMES y posibles usuarios



Sprint Retrospective: Al finalizar el Sprint 1 el equipo revisa los eventos finalizados. Se identifica lo que funcionó bien, qué problemas surgieron, y cómo se manejaron esos problemas. Se utilizaron técnicas visuales, diagramas y tableros para organizar las ideas y fomentar la discusión.

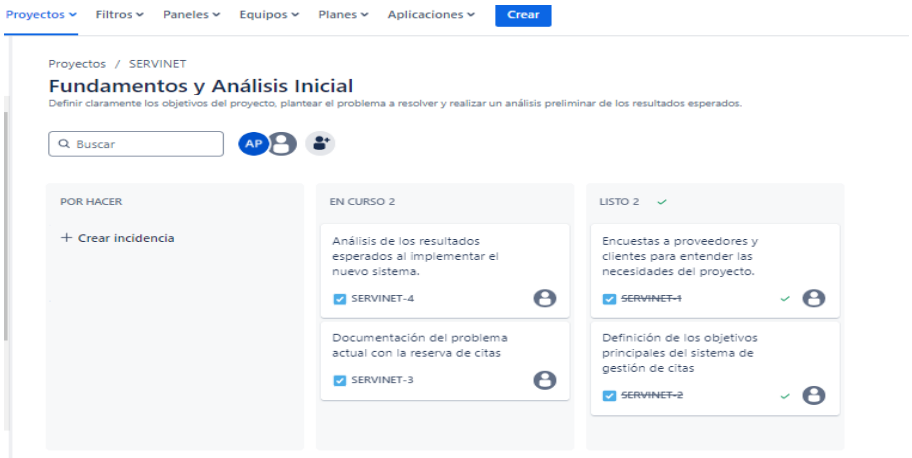
Figura 21
Formulario de reunión retrospectiva del sprint uno

Formulario de reunión retrospectiva Sprint 1

¿Qué salió bien en la iteración? (aciertos)	¿Qué no salió bien en la iteración? (errores)	¿Qué mejoras vamos a implementar en la próxima iteración? (recomendaciones de mejora continua)
1. **Encuestas a Proveedores y Clientes**: Se logró llevar a cabo con éxito la recopilación de datos mediante encuestas dirigidas tanto a proveedores como a clientes. Esto permitió obtener una visión clara y detallada de las necesidades y expectativas en torno al sistema de gestión de citas, lo que fue fundamental para orientar el desarrollo del proyecto. 2. **Definición de los Objetivos Principales del Sistema de Gestión de Citas**: Se definieron claramente los objetivos clave del sistema, asegurando que todas las funcionalidades propuestas estén alineadas con las necesidades identificadas en las encuestas. 3. **Documentación del problema actual con el manejo de citas:** Mediante los problemas identificados en las encuestas, considerando el actual proceso para reservar una cita.		1. **Seguir analizando los resultados esperados de implementar la plataforma**

Nota: Muestra de análisis de actividades realizadas durante el sprint. De elaboración propia.

Figura 22
Tablero Jira del Sprint 1



Nota: Muestra de gestión de actividades del Sprint: Fundamentos y análisis inicial. De elaboración propia.

Sprint 2, Definición de negocio: Requerimientos Funcionales, Requerimientos No Funcionales, Historias de Usuarios y Definición de Proceso de Negocios

Fecha de inicio: 8/06/2024 Fecha de término:8/07/2024

Sprint Planning:

Objetivo del Sprint: Definir los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, crear historias de usuario detalladas y establecer los procesos de negocios.

Sprint Backlog:

- Definir los requerimientos funcionales y no funcionales para el nuevo sistema.
- Crear historias de usuario basadas en estos requerimientos.
- Mapear los procesos de negocios encontrados en la definición de requerimientos, relacionados con los procesos encontrados a realizar en la plataforma.

Ejecución del Sprint:

- Identificación de Requerimientos funcionales: Se identifican las necesidades clave cómo, visualizar información de los proveedores, reservar citas, entre otros. Es importante mencionar que los “Requerimientos funciones.- Son declaraciones de los servicios que proveerá el sistema, de manera en que éste reaccionará en situaciones particulares”. (Sommerville, s/f)

- Identificación de Requerimientos no funcionales: Relacionados con las cualidades y restricciones del sistema, como su rendimiento, seguridad, usabilidad, entre otras características. Estos "son requerimientos de calidad, que representan restricciones o las cualidades que el sistema debe tener tales como: precisión, usabilidad, seguridad, rendimiento, confiabilidad, performance entre otras"(Rojo, 2012)
- Creación de Historias de Usuario: Una para cada requerimiento funcional identificado. Las historias de usuario:

se usan, en el contexto de la ingeniería de requisitos ágil, como una herramienta de comunicación que combina las fortalezas de ambos medios: escrito y verbal. Describen, en una o dos frases, una funcionalidad de software desde el punto de vista del usuario, con el lenguaje que éste emplearía.[1] El foco está puesto en qué necesidades o problemas soluciona lo que se va a construir. (Menzinsky et al, 2022)

- Realización de modelos de procesos de negocios a realizar dentro de la plataforma.

Sprint Review:

Trabajo Completado:

- Identificación de Requerimientos Funcionales: Se identificaron los módulos de la plataforma, para tener los requerimientos ordenados por categorías.
- Identificación de Requerimientos No Funcionales.
- Creación de Historias de Usuario.
- Realización de Modelos de Procesos de Negocios.

Figura 23

Documento de requerimientos e historias de usuario



Sprint Retrospective: Al finalizar el Sprint 2 el equipo revisa las actividades realizadas. Se hace una retrospectiva identificando lo que salió bien, los errores y las mejoras continuas que se recomiendan.

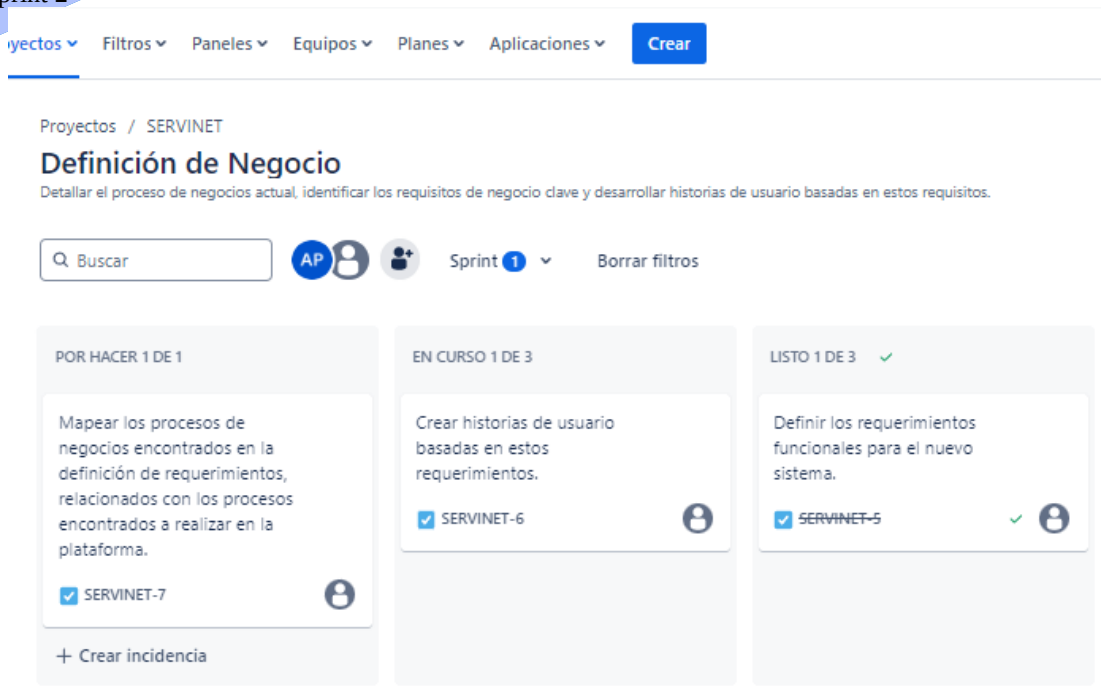
Figura 24

Formulario de reunión retrospectiva 2

Formulario de reunión retrospectiva Sprint 2		
¿Qué salió bien en la iteración? (aciertos)	**¿Qué no salió bien en la iteración? (errores)**	**¿Qué mejoras vamos a implementar en la próxima iteración? (recomendaciones de mejora continua)**
• Identificación de Requerimientos Funcionales: Requerimientos identificados correctamente para las funciones que necesita la plataforma. • Identificación de Requerimientos No Funcionales: Requerimientos identificados correctamente para mantener la plataforma segura, fácil de usar y útil para usuarios con conexión inestable. • Realización de Modelos de Procesos de Negocios: Correcto modelado de los procesos a realizar dentro de la plataforma para procesos que pueden realizar	• Creación de Historias de Usuario: Se requiere mejorar la redacción y unificación.	• Se recomienda mantener los requerimientos funcionales y no funcionales actualizados conforme a las necesidades de los usuarios y a las necesidades de la misma plataforma.

Nota: Muestra de análisis de actividades realizadas durante el sprint 2. De elaboración propia.

Figura 25
Tablero Jira del Sprint 2



Nota: Muestra de ejecución de actividades del Sprint: Definición del negocio. De creación propia.

Sprint 3: Estudios de Factibilidad (Operativo, Técnico y Económico)
Fecha de inicio: 8/07/2024 Fecha de término:25/08/2024

Sprint Planning:

Objetivo del Sprint: Realizar estudios de factibilidad para evaluar la viabilidad operativa, técnica y económica del sistema propuesto.

Sprint Backlog:

- Realizar un estudio de factibilidad técnica para evaluar las tecnologías necesarias y posibles riesgos de esta índole.
- Realizar un estudio de factibilidad operativa para asegurar que el sistema tenga todos los procesos necesarios para un correcto funcionamiento de la plataforma y satisfacción de los usuarios.
- Realizar un estudio de factibilidad económica para evaluar los costos y rentabilidad del sistema.

Ejecución del Sprint:

- Factibilidad Operativa:
  1. Se analiza cómo la plataforma puede integrarse con los procesos actuales.
  2. Se identifican y definen los procesos operativos para el uso de la plataforma.
- Factibilidad Técnica:
  1. Se realiza un análisis de las arquitecturas de software disponibles.
  2. Se evalúan las tecnologías y recursos necesarios para el desarrollo de la plataforma.
  3. Se examinan los frameworks disponibles para el desarrollo front-end.
  4. Se examinan los frameworks disponibles para el desarrollo back-end.
  5. Se revisan los sistemas gestores de bases de datos relacionales.
  6. Se analizan los sistemas gestores de bases de datos no relacionales.
- Factibilidad Económica:
  1. Integración de resultados de las encuestas realizadas.
  2. Análisis de competencia directa e indirecta.
  3. Se realiza canvas del modelo de negocio.
  4. Se analizan los costos de desarrollo, implementación y mantenimiento del sistema.

Sprint Review:

Trabajo Completado:

- Factibilidad Operativa:

1. Procesos Operativos: Se identificaron y documentaron los principales flujos de trabajo necesarios para la operación eficiente de la plataforma.
2. Adaptación a Procesos Existentes: Verificar cómo la plataforma se integrará con los procesos actuales de los proveedores.
3. Automatización de Tareas: Evaluar qué tareas repetitivas o manuales pueden ser automatizadas por la plataforma.

- Factibilidad Técnica:

1. Análisis de Arquitectura: Se evaluaron diferentes arquitecturas de software que podrían soportar la plataforma.
2. Frameworks para Frontend y Backend: Se compararon frameworks populares para el desarrollo del frontend (como React, Angular, y Vue) y del backend (como Django, Express, y Ruby).
3. Sistemas Gestores de Bases de Datos: Se revisaron bases de datos relacionales (como MySQL, Oracle Database y PostgreSQL) y no relacionales (como MongoDB. Cassandra y Redis).

- Factibilidad Económica:

1. Resultados de Encuestas: Se integraron los datos obtenidos de encuestas para evaluar si las personas están familiarizadas con plataformas digitales para adquirir servicios, el nivel de uso de dispositivos móviles y computadoras, sus principales necesidades en términos de servicio, sus preferencias de búsqueda y otras funcionalidades que les gustaría ver en la plataforma
2. Análisis de Competencia: Se revisó la competencia directa e indirecta para identificar fortalezas y debilidades en comparación con la plataforma propuesta.
3. Modelo Canvas: Se desarrolló un modelo canvas del negocio que abarca segmentos de mercado, propuesta de valor, fuentes de ingresos, estructura de costos, entre otros.
4. Análisis de Costos: Se desglosan los costos de desarrollo inicial, implementación y mantenimiento continuo, tomando en cuenta la escalabilidad y proyección de usuarios.

Sprint Retrospective: Por último, al finalizar el Sprint 3 también se hizo una revisión de las actividades realizadas. Se identifican los aciertos y recomendaciones de mejora continua.

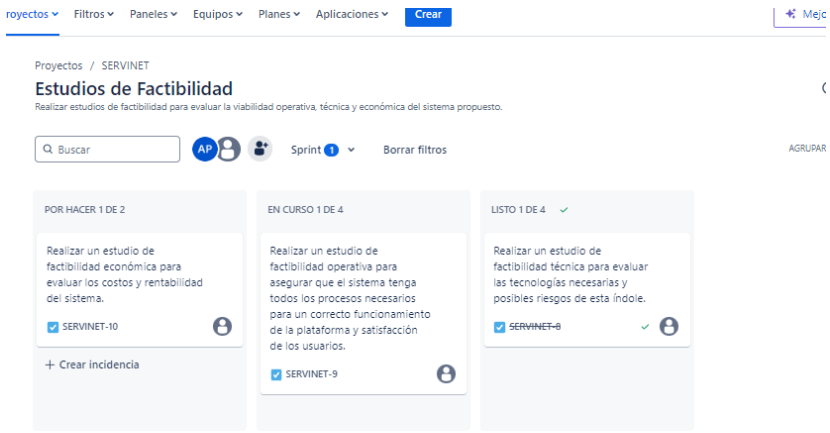
Figura 26

Formulario de reunión retrospectiva tres

Formulario de reunión retrospectiva Sprint 3

¿Qué salió bien en la iteración? (aciertos)	¿Qué no salió bien en la iteración? (errores)	¿Qué mejoras vamos a implementar en la próxima iteración? (recomendaciones de mejora continua)
• Análisis de factibilidad operativa: Se evaluó la integración de la plataforma con los procesos tradicionales, identificando los flujos operativos que se implementarán en la plataforma. • Análisis de factibilidad técnica: Se seleccionó la arquitectura de software adecuada, así como los frameworks para el desarrollo del front-end y back-end. Además, se eligieron los sistemas gestores de bases de datos relacionales y no relacionales más adecuados para soportar la plataforma. • Análisis de factibilidad económica: Se llevó a cabo un estudio de mercado que incluyó un análisis de la competencia, una proyección de ingresos y una estimación detallada de los costos de desarrollo, implementación y mantenimiento de la plataforma.		• Se recomienda mantener los flujos operativos actualizados para que la plataforma esté alineada con las necesidades reales de los usuarios. • Es necesario tener los costos de desarrollo y operación actualizados.

Figura 27
Tablero Jira del Sprint tres



Nota: Muestra de gestión de actividades del sprint tres. De creación propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tomando en cuenta los resultados obtenidos del análisis de factibilidad técnica se determinó el uso de tecnologías como Angular para el front-end, Node.js y Express para el back-end, MySQL para la base de datos relacional y MongoDB para la base de datos NoSQL. Además, se identificó la necesidad de contar con un equipo multidisciplinario compuesto por desarrolladores fron-tend y back-end, expertos en UX/UI y administradores de bases de datos.

Como resultado del análisis operativo, se realizaron los modelos de procesos de negocio. Para el usuario "Cliente", se elaboraron en el software Bizagi cinco modelos de procesos.

1. Búsqueda de Servicios por filtración.
2. Solicitud de Cita.
3. Recibir Servicio en Sucursal.
4. Recibir Servicio en Domicilio.
5. Canjear Servicio.
6. Valorar el servicio.

Para el usuario "Proveedor", se elaboraron los modelos de cuatro procesos:

1. Registrar Sucursal.
2. Registrar Servicio.
3. Valorar Cliente/Consumidor.
4. Actualizar servicio.

Para la categoría, "Ambos", que incluye los procesos que pueden realizar de igual forma Cliente y Proveedor, se hicieron los modelos de nueve procesos:

1. Registrar Cuenta.
2. Iniciar Sesión.
3. Desbloquear Cuenta.
4. Cancelar Cita.
5. Posponer Cita.
6. Cancelación de Cita.
7. Actualizar Información Personal.
8. Actualizar Contraseña.
9. Cerrar Sesión.

Posteriormente, con el análisis de factibilidad económica, se realizó una evaluación efectiva de la demanda y el mercado potencial de la plataforma. Identificando lo siguiente, dentro del sector de los microempresarios:

- El 93% de ellos son microempresarios, lo que destaca la gran cantidad de participantes y subraya la relevancia de este sector en el mercado.

- El 72% de los usuarios cuenta con dispositivos tecnológicos y acceso a internet, lo que refleja una creciente familiarización con las nuevas tecnologías. Esta tendencia indica que el sector está cada vez más preparado para aprovechar estas herramientas, lo que les permitirá mejorar sus procesos y expandir su cartera de clientes.
- El 77,3% identifica la competencia del mercado como su principal desafío, lo que sugiere que una plataforma digital podría mejorar la visibilidad de todos los competidores y, así, mitigar el problema de la competencia en el mercado.
- En el ámbito de los clientes, se identificó que:
- El 94,1% ha utilizado anteriormente plataformas digitales para adquirir servicios. • Se muestra un 45,4% de uso de móviles y computadoras por igual.
- El 95,1% prefiere una búsqueda de servicios basada en categorías específicas en una plataforma digital.
- Al 96,8% le gustaría tener opciones avanzadas de filtrado en la búsqueda.

Todo lo anterior ayuda a ver una tendencia creciente hacia la digitalización, con una alta adopción de plataformas digitales para la adquisición de servicios. Los usuarios muestran una preferencia por soluciones accesibles tanto en dispositivos móviles como en computadoras, lo que resalta la importancia de una experiencia de usuario fluida en ambas plataformas. Además, existe una clara demanda por búsquedas personalizadas basadas en categorías específicas y por opciones avanzadas de filtrado, lo destaca la necesidad de desarrollar una herramienta digital, como la propuesta en este proyecto, para satisfacer las necesidades del mercado y alinearse con las tendencias actuales. También, como resultado se obtuvo el canvas del modelo de negocio, donde se identificó a posibles socios estratégicos, aliados comerciales o fuentes de financiamiento que puedan contribuir al éxito del proyecto, cumpliendo así con el séptimo objetivo específico de este análisis.

Para elaborar el estudio de factibilidad económica se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Los costos de desarrollo y operación se definieron, estableciendo un ROI a 5 años.
- La fijación de precio por cita se calculó teniendo una utilidad del 30%.
- Se realizo una proyección de ingresos, considerando el punto de equilibrio.

Figura 28

Punto de equilibrio



Nota: De elaboración propia

Figura 12
Canvas de modelo de negocio



Figura 13
Análisis financiero



De acuerdo a los resultados obtenidos en los estudios de factibilidad, se demuestra que el proyecto de la plataforma digital para la gestión de citas es viable. Las proyecciones muestran que el proyecto tiene la capacidad de generar ingresos suficientes para cubrir los gastos de desarrollo y operación, además de proporcionar ganancias.

El estudio de mercado revela que en la zona objetivo existe un interés considerable por parte de los usuarios en contar con una plataforma que facilite la gestión de citas y que ayude a captar y fidelizar nuevos clientes. Una ventaja significativa es la ausencia de aplicaciones similares en el área, lo que deja el mercado completamente disponible para esta nueva plataforma.

Al finalizar el análisis de factibilidad económica, se obtiene como resultado que el proyecto tiene buenas posibilidades de ser rentable y de contribuir a la modernización y mejora en la gestión de citas para diversos servicios en la zona donde se planea implementar. También se obtuvo una evaluación de la competencia directa e indirecta existente, cumpliendo con el quinto objetivo específico.

CONCLUSIÓN

La evaluación de la factibilidad económica, operativa y técnica para una plataforma informática destinada a la gestión de servicios ofrecidos por microempresarios y auto-empleadores revela un panorama prometedor. Desde el punto de vista económico, la inversión inicial y los costos operativos son manejables, y se prevé un retorno de inversión atractivo dado el amplio mercado potencial y la creciente demanda de servicios digitalizados.

El desarrollo de una plataforma informática enfocada en la gestión de servicios ofertados por microempresarios no solo es factible sino también estratégica. Al abordar adecuadamente los aspectos económicos, operativos y técnicos, se establece una base sólida para el éxito a largo plazo, impulsando la digitalización y crecimiento de este segmento crucial de la economía local.

BIBLIOGRAFÍA

Martins, J. (2024, febrero 15). Scrum: conceptos clave y cómo se aplica en la gestión de proyectos. Asana. https://asana.com/es/resources/what-is-scrum?psafe_param=1&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwp4m0BhBAEiwAsdc4aP7HBB9e1kD9dLsRDzU-uADVJL0UDoCx5R9G5DQyb0CklHjFV04zPRoC8eMQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds

Menzinsky, A., López, G., Palacio, J., Sobrino, M. Á., Álvarez, R., & Rivas, V. (2022). *HISTORIAS DE USUARIO* (3.01). https://www.scrummanager.com/files/scrum_manager_historias_usuario.pdf

Rojo, S. (2012). *Trabajo Integrador presentado para obtener el grado de especialista en Ingeniería de Software* [Universidad Nacional de La Plata]. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/33033

Scrum: qué es y por qué se ha convertido en una de las metodologías ágiles más populares. (2024, enero 10). Ausum Cloud: Servicios y Soluciones Cloud. https://ausum.cloud/scrum-metodologia-agil-mas-popular-en-empresas/

Sommerville, I. (s/f). *Requerimientos del software* (p. 3) https://down.documentine.com/142a0fcb4308d882f6a2d4fa9913b7af.pdf

La educación: El conocimiento, su aplicación y el impacto en la sustentabilidad

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.795

Raúl Uranga Cruz[1], Silvia Imelda Castro Elizondo[2], Maritza García Pérez[3], Diana Isabel Valdés Guajardo[4]
[1]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila, e-mail: ruranga@utnc.com*
[2]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila, e-mail: sicas20@hotmail.com*
[3]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila, e-mail: mgarcia@utnc.edu.mx*
[4]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila, e-mail: dvaldes@utnc.edu.mx*

Línea de investigación: La dualidad de la innovación y el conocimiento

RESUMEN

Cuando se habla de la historia de la inventiva y la innovación se le relaciona con un hombre realizando un trabajo con menos esfuerzo. Este concepto es usado por los maestros para responder a la pregunta de los estudiantes sobre la relevancia del programa educativo, sugiriendo que lo aprendido servirá en la construcción de un mundo mejor. Pero existen circunstancias por las que el hombre, puede invertir su capacidad de inventiva y convertirse en un enemigo de la vida. El conocimiento es utilizado por el hombre para ser un constructor, creador o un destructor, aniquilador. Fundamentado en los principios éticos con los que se ha intentado y se intenta construir la sociedad humana, en la cual el hombre es un colaborador en la creación, no existe ciencia que no tenga alguna restricción, aun viviendo en el paraíso. En si no hay rama de la ciencia aun las más novedosas que no presente alguna prohibición ya sea en *nanotecnología*, producción de alimentos, clonación reproductiva humana aun la conocida como "terapéutica" o la que tienen como fin el mejoramiento genético de un individuo, así como la inteligencia artificial. Estas limitaciones son necesarias para garantizar que el conocimiento se use de manera responsable en beneficio de la sociedad

***Palabras clave**: Clonación, constructor, destructor, inteligencia artificial.*

Abstract

When we talk about the history of invention and innovation, we relate it to a man doing a job with less effort. This concept is used by teachers to answer the students' question about the relevance of the educational program, suggesting that what they have learned will serve in the construction of a better world. But there are circumstances in which man can reverse his inventive capacity and become an enemy of life. Knowledge is used by man to be a builder, creator or a destroyer, annihilator. Based on the ethical principles with which we have tried and are trying to build human society, in which man is a collaborator in creation, there is no science that does not have some restriction, even living in paradise. In itself, there is no branch of science, even the most innovative, that does not present some prohibition, whether in nanotechnology, food production, human reproductive cloning, even that known as "therapeutic" or that which has as its goal the genetic improvement of an individual, as well as artificial intelligence. These limitations are necessary to ensure that knowledge is used responsibly for the benefit of society.

Keywords: Artificial intelligence, builder, Cloning, destroyer.

INTRODUCCIÓN

Han pasado unos años desde que los profesores que los educaron proclamaban un futuro prometedor. El aumento en la longevidad del ser humano avanzaría conforme se lograran nuevos descubrimientos que eliminarían las enfermedades. Ellos sabían que la innovación y la inventiva del ser humano, lo llevarían a hacer de este mundo un paraíso, conforme los descubrimientos orientados a este fin irían haciendo más fácil la vida de toda la humanidad.

Pero en este momento surge una pregunta inevitable: ¿Qué es más valioso para la humanidad en este tiempo? Pues una cosa es el impulso que guía al inventor, y otra muy distinta la dirección que toma su invención. Para hallar respuesta, habría que descender a las profundidades del ser y cuestionarse si el amor aún florece entre los hombres, o si el poder y el dinero, con su insaciable sed, han prevalecido, alimentando un comportamiento egoísta que ahoga a los propios hombres.

En este punto, conviene remontarse al origen del ingenio humano, ese misterioso despertar que ha guiado a grandes pensadores y visionarios. Desde el principio de los tiempos, hombres y mujeres excepcionales han sabido abrir sus corazones y mentes al crecimiento de la humanidad. Platón soñó con un mundo ideal donde la sabiduría gobernara. Da Vinci, en su insaciable curiosidad, imaginó máquinas y maravillas mucho antes de su tiempo. Y Einstein, con sus teorías, desveló el tejido mismo del universo. Ellos sabían que la clave para el progreso no residía solo en la ciencia o la técnica, sino en la expansión del alma y el espíritu.

La creatividad es una chispa innata en el ser humano, un destello que surge, a menudo, de la necesidad o de los problemas que se le presentan. Sin embargo, no todos los hombres y mujeres buscan alternativas innovadoras frente a los desafíos de la vida. Solo unos pocos, los que logran ver más allá de lo evidente, tienen la capacidad de encontrar caminos no recorridos. De ahí que los grandes inventores compartan características en común, pues su visión, su capacidad de soñar y construir, los separa del resto.

Para el Dr. Ángel Uriel Cruz, la felicidad es una cualidad esencial en las personas innovadoras; sin alegría, el espíritu carece del impulso necesario para crear. Steve Jobs veía el secreto en amar profundamente el trabajo, en volcar el corazón en cada proyecto, haciendo de la pasión el motor de la invención. Y para As Kluger, la felicidad no solo es un estado, sino la fuerza que propicia la invención misma. La gente feliz, decía, es generosa, abierta a nuevas ideas y dispuesta a ayudar a otros, ya sea innovando o creando algo nuevo.

La innovación y la inventiva, pues, no son meros procesos intelectuales, sino pilares fundamentales en la evolución de la sociedad. Ambas afectan positivamente el bienestar de sus miembros, elevando la calidad de vida y otorgando herramientas para enfrentar el futuro con esperanza. La innovación tecnológica, que tantas puertas ha abierto, no puede existir sin la innovación social, esa que tiende puentes entre los seres humanos, mejorando sus condiciones de vida y contribuyendo al desarrollo integral de cada individuo.

Pero existen investigadores que relacionan la inventiva con la destrucción, y la muerte del ser humano, mediante la creación de venenos, productos tóxicos que acortan la vida y armas de todos tipos. Para Blake (2007). “Sin contrarios no hay progreso. Atracción y repulsión, razón y energía, amor y odio son necesarios a la existencia humana” (p. 34).

El avance en cualquiera de las dos direcciones, es económico pues los científicos destructores trabajan normalmente para un gobierno que les proporciona todos los elementos para llevar a cabo la innovación, mientras que el inventor constructor, trabaja individualmente sin tener el dinero para llevar a cabo su proyecto y tiene que buscar financiamiento, mientras que otros trabajan en grandes corporaciones privadas como Apple, Microsoft, Google, Dell, Corning Glass y Samsung por mencionar algunas, que tiene áreas de Investigación y Desarrollo (I+D) para generar innovación en sus procesos, productos y servicios.

La innovación tecnológica promueve el crecimiento económico de un país, es decir mayor tecnología es igual a mayor nivel de desarrollo, por lo que los países están cambiando sus políticas, pero debe de estar en equilibrio con la innovación social la cual propone cambios de paradigmas y solución de problemas vitales como la salud, la alimentación, la educación, el agua, el medio ambiente, la energía y los servicios en beneficio de la sociedad o del grupo social. Todo esto alineado con los objetivos de la ONU en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible

OBJETIVO GENERAL

Proporcionar una comprensión clara del uso responsable del conocimiento para asegurar que las innovaciones tecnológicas se desarrollen y utilicen en beneficio de la sociedad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Mostrar cómo se desarrollan y utilizan los avances tecnológicos.

Examinar un resumen de patentes relevantes.

Explicar algunas causas de la deshumanización de la humanidad.

OBJETO DE ESTUDIO

Análisis y estudio de la innovación tecnológica y su impacto en la sociedad, considerando su fundamento en valores éticos y sociales.

METODOLOGÍA

El método de la presente investigación es cualitativo; se generan conclusiones a partir de la observación, investigación y análisis, al prestar atención a los efectos que tienen los inventos en la sociedad. El tipo de investigación es descriptivo. El análisis de los artículos, reportes, revistas y videos sobre el tema, generan áreas de oportunidad para reflexionar sobre las innovaciones que aportan un bien a la humanidad y las que causan dolor y aflicción.

FASES DEL DESARROLLO

FASE I: Búsqueda de información: Corresponde a la búsqueda general de información, artículos, biografía de inventores, documentos, patentes, relacionadas con el empleo del conocimiento y su aplicación en la sociedad
FASE II: Clasificación de la información: Ordenar los datos según su relevancia y aplicabilidad.
FASE III: Evaluación del impacto: El efecto que la aplicación del conocimiento ha tenido sobre el desarrollo de la humanidad.

ANTECEDENTES

Muchos inventos están influenciados por los valores y la personalidad de sus creadores. Un ejemplo destacado es Alfred Nobel, quien inventó la dinamita y otros explosivos inicialmente destinados a la perforación y la minería. Sin embargo, Nobel se sintió culpable al ver el uso indebido de sus inventos y el daño que causaron en la sociedad. Esta culpa lo motivó a destinar su fortuna para establecer el Premio Nobel en 1900. Este premio se otorga anualmente a personas que "han realizado el mayor beneficio a la humanidad" en los campos de la física, la química, la medicina, la literatura, la economía y la paz.

No todos los hombres de ciencia son convencidos de usar sus conocimientos para destruir, por ejemplo el inventor Michael Faraday, rechazó ayudar al gobierno británico en la producción de armas químicas durante la guerra de Crimea (1853-1856), alegando motivos éticos.

Otros han realizado innovaciones para facilitarse el trabajo como el medico René Théophile Hyacinthe Laënnec, ya que se veía en aprietos cuando debía colocar su oreja sobre el tórax de las pacientes. Se le ocurrió realizar con un grupo de hojas de papel un rollo, el cual colocó en la zona precordial y en el otro extremo su oreja, así nació el Estetoscopio, según Roguín, A. (2006). "Laënnec fue un maestro del diagnóstico clínico y utilizando su invención, el estetoscopio, perfeccionó el arte de la física examen del tórax. Métodos que todavía se utilizan hoy en día" (p. 235).

El dentista Horace Wells sufría por el dolor y la incomodidad que acompañaba a la extracción dental, él pensaba en la manera de extraerlos sin dolor. En 1844 inhaló óxido nitroso y dándose cuenta de su potencial, aplicó el concepto en sí mismo y a sus pacientes, había nacido la anestesia. No intentó patentar el descubrimiento porque declaró que verse libre de dolor debía ser "tan gratuito como el aire".

En el siglo XIX, la fiebre puerperal se alzaba como un velo de muerte, llevándose consigo a una de cada tres mujeres que daban a luz. En medio de este panorama apareció el doctor Ignaz Semmelweis, quien en 1847 ofreció un remedio simple pero revolucionario: lavar las manos con hipoclorito cálcico. Pero sus colegas, heridos en su orgullo, se negaron a aceptar que sus propias manos fueran la causa del sufrimiento que decían aliviar. Semmelweis fue expulsado, desterrado por la misma comunidad que prometió salvar vidas.

Veinte años después, Louis Pasteur levantó el velo del misterio con la teoría de los gérmenes, y Joseph Lister aplicó principios de asepsia en la cirugía, que las palabras de Semmelweis cobraron vida. Así nació el "reflejo de Semmelweis", un recordatorio eterno del rechazo humano al conocimiento nuevo, por contradecir las normas, principios y paradigmas establecidos.

Según Alonso, A. (2013). "Innovar implica una acción voluntaria y por lo tanto está sujeta también a valores éticos" (p. 99). Como fue el caso de Fritz Haber, premio nobel de química en 1918 por desarrollar la síntesis del amonio, importante para fertilizantes, debido a sus valores o al patriotismo se vio empujado **durante la primera guerra mundial** a desarrollar armas químicas que costaron innumerables vidas. EL Nitrato de amonio NH_4NO_3 es un excelente fertilizante, pero también genera una mezcla explosiva cuando se combina con hidrocarburos o con TNT (también conocido como dinamita) recuérdese las dos explosiones ocurridas el 4 de Agosto del 2020 en Beirut.

El ingeniero marino Barnes Neville Wallis realizó mejoras a los aviones **durante la segunda guerra mundial** patentes GB832760A y GB832181A. Mejoras relacionadas con las bombas GB1148492A y desarrolló bombas sísmicas de diez toneladas capaces de penetrar hasta una profundidad de 20 metros. Además de desarrollar la bomba rebotadora Dambusters

El Zyklon B fue el nombre comercial de un pesticida a base de cianuro creado en Alemania. Ideado para limpiar de insectos grandes edificios o fábricas, la fumigación de barcos, almacenes y trenes, se caracterizaba por oler a almendras amargas y a mazapán, terminó utilizándose en las cámaras de exterminio de los campos de concentración. Los inventos creados por los investigadores, no siempre procuran el bien común, cuando son productos que afligen al hombre.

DESARROLLO

En este capítulo, la creatividad humana se despliega ante los ojos del lector, salpicado de inventos tanto magníficos como sombríos. Patentes que alguna vez fueron concebidas con la nobleza del progreso y el avance, ahora se retuercen bajo el peso de las manos que las transforman, convirtiendo sueños de bienestar en armas afiladas contra la humanidad misma. Cada campo del saber, desde la química hasta la robótica, desde la clonación hasta la inteligencia artificial, está exenta de la posibilidad de ser corrompida por la ambición, y convertida en una herramienta de destrucción.

Incluso las ciencias de la educación, que debían iluminar el camino de las generaciones futuras, no escapan de este destino. Los maestros investigadores, con sus mentes brillantes, se ven atrapados en una red en la que su saber es a veces usado para controlar y manipular, en lugar de liberar y empoderar.

Cuando no se trabaja para otros, los innovadores realizan creaciones pensando en los demás, es el caso de Beulah Louise Henry. En los años 30 era una de las inventoras más prolíficas de Estados Unidos. Sus inventos eran pensados para hacer más fácil la vida de las mujeres. Inventó un rizador de cabello patente US1538809A, un bolso con cubiertas intercambiables US1063031A, una muñeca que podía abrir y cerrar los ojos y cambiarlos de color US2274694A, una muñeca que podía "hablar" US1565145A y un paraguas con un mango desmontable que servía como estuche de maquillaje US1079240A.

Así mismo las innovaciones fueron concebidas mediante la observación para el ahorro de tiempo comodidad y seguridad como como fue el caso de Mary Anderson, inventora del limpiaparabrisas US743801A.

Pero son los médicos al estar más cercanos del sufrimiento de los pacientes quienes batallan con las enfermedades y desarrollan innovaciones para prevenirlas y curarlas. Paul Ehrlich es el médico descubridor de la llamada "bala mágica" (el primer medicamento para tratar la sífilis), de hecho el único medicamento registrado que contenía arsénico en su composición. Iniciando el concepto de quimioterapia, le fue otorgado el premio Nobel en 1908, junto con Ilya Mechnikov, bacteriólogo y microbiólogo, respectivamente por sus trabajos sobre inmunidad, hoy conocida como inmunología. Mechnikov creó disciplinas científicas como la gerontología (ciencia de la vejez) y la tanatología (ciencia de la muerte), junto con Emile Roux, investigó una cura contra la sífilis, descubriendo el ungüento gris a base de calomelanos.

Louis Pasteur y Robert Koch realizaron importantes contribuciones a la microbiología, establecieron definitivamente la naturaleza causal de las enfermedades infecciosas. Louis Pasteur fue un químico, físico, matemático y bacteriólogo que desarrolló la vacuna contra el carbunco animal, el cólera aviar y la rabia. Además de la pasteurización y contradijo la teoría de la generación espontánea, demostrando que todo ser vivo procede de otro ser vivo. Pasteur sugirió a los médicos de los hospitales que hirvieran el instrumental quirúrgico y los vendajes con el fin de esterilizarlos. Recibió la Legión de Honor, a los 30 años de edad.

Robert Koch trabajó como médico rural, estudió tenazmente la tuberculosis, pero su primer descubrimiento fue el microorganismo presente en las células sanguíneas de bovinos afectados por ántrax o carbunco, denominado hoy Bacillus anthracis. Posteriormente consiguió aislar el agente Mycobacterium tuberculosis como causa de la tuberculosis. Como expresan Sánchez & Pérez (2022). "La tuberculosis es una de las enfermedades más terribles que afectan al hombre, su antigüedad se estima entre quince mil a veinte mil años" (p. 2). En 1905 recibió el premio Nobel por sus investigaciones sobre la tuberculosis.

Los dos promovieron la medicina preventiva, la higiene y la salud pública y lucharon juntos para hacer avanzar a la sociedad a través del conocimiento. Como expone Pinilla (2021). "Si no se conoce la causa de la enfermedad, difícilmente se puede prevenir y mucho menos curar" (p.29).

Alexander Fleming fue un médico que al estudiar las infecciones y enfermedades descubrió la penicilina, al observar de forma casual sus efectos antibióticos en el tratamiento de infecciones provocadas por bacterias, le fue otorgado el premio Novel en 1945.

El ingeniero químico Luis Ernesto Miramontes logró la síntesis de la noretisterona, el compuesto activo base del primer anticonceptivo sintético, conocido como píldora anticonceptiva. Patente US2744122A, los antiguos indígenas conocían el poder antiovulatorio del barbasco o cabeza de negro, pero en 1951 se desconocía el compuesto activo para tal efecto, el investigador mexicano desarrolló los primeros anticonceptivos orales, tomados hoy, por millones de mujeres en casi todo el mundo. Como dice Alejandro, A. D. (2014). "El Departamento de Patentes de los Estados Unidos coloca al producto entre los más importantes registrados de 1794 a 1964" (p. 3).

La química mejora las condiciones de vida cuando se usa de manera responsable para bien de la humanidad. Todo lo contrario, cuando el conocimiento es empleado para el mal, creando armas destructivas.

El uso de sustancias tóxicas como armas es muy antiguo, pero su práctica se acentuó a partir de **la primera Guerra Mundial**. Como dice Jáuregui (2020). "El arma química es la que recurre a las propiedades tóxicas de determinados productos químicos que producen alteraciones en la fisiología de los seres vivos" (p. 223). El arma química más conocida es el gas mostaza sus efectos perjudiciales fueron descubiertos por los químicos Frederick Guthrie y Albert Niemann. El gas altera el ADN lo que vuelve al sobreviviente propenso a padecer cáncer, un veterano de guerra química, es una persona incapacitada debido a la gran cantidad de síntomas que sufre, el daño en las células y los efectos psicológicos pueden durar de por vida. Así como las secuelas que dejan a largo plazo en las zonas en las que han sido empleadas.

Los científicos Gerhard Schrader, Otto Ambros, Ernst Rüdiger von Brüning y Hermann Van der Linde crearon el gas sarín. Fue clasificado como arma de destrucción masiva en la resolución 687 de la ONU. (Schrader también descubrió el gas Tabún).

El napalm especie de gasolina gelatinosa es empleada como bomba incendiaria, se adhiere a los objetos y puede estar ardiendo durante días, pues reacciona al contacto con el oxígeno y vuelve a combustionar. La creación del napalm militar se atribuye al químico profesor investigador de la Universidad de Harvard Louis Frederick Fieser quien le añadió fósforo a la mezcla para aumentar la capacidad de penetrar profundamente en la musculatura.

Otro químico, Richard Khun (premio Nobel de química en 1938), descubrió de improviso en 1944 el Somán o agente GD.

En la búsqueda de gases letales se han empleado el cloro, es fosgeno, el difosgeno, La difenilcloroarsina para impedir el uso de la máscara. El agente nervioso Tabun, el gas VX, el cianuro de hidrógeno y otros en los que se continua investigando y creando. En un sinnúmero de laboratorios de Estados Unidos, Gran Bretaña, España, Rusia, Alemania, Francia, Finlandia, Suiza, Suecia, Polonia, Singapur y la India.

Los medios de dispersión de los compuestos tóxicos son variados: por medio de piezas de artillería, mecanismos de fumigación, bombas de difusión, bombas de aviación, aerosoles y misiles dirigidos. Al ser productos altamente tóxicos se han desarrollado las bombas binarias para facilitar su manejo y operación más segura.

Vivimos bajo la sombra de todos estos productos tóxicos ya que los accidentes en Laboratorios de Investigación ponen en peligro nuestra especie, así como los descarrilamientos de trenes (Como el ocurrido en East Palestine, Ohio el 23 de febrero del 2023), entre los materiales tóxicos, trasladaban el Cloruro de vinilo, un gas incoloro usado en la elaboración de artículos de plástico. Cuando se inhala provoca mareos dolor de cabeza y cáncer hepático.

El deporte no está a salvo pues se han reportado seis exjugadores de los Filis muertos por cáncer cerebral. Los Filis jugaron en césped artificial en el Veterans Stadium de 1971 a 2003. Además, cinco de los seis jugadores fallecidos eran lanzadores o receptores, el último en fallecer es el lanzador Davis West a los 57 años en el 2022. La pregunta es ¿Qué tóxicos provocan el cáncer cerebral?

La mayor producción de sustancias toxicas se realiza en laboratorios de bases militares. Por ejemplo: el Fuerte Ord (o Fort Ord) clasificado por la Agencia de Protección Ambiental como uno de los lugares más contaminados, ya que, en los terrenos de la base, los productos químicos (tricloroetileno, tolueno, xileno, dimetilbenceno, combustible para aviones) fueron desechados inapropiadamente, contaminando el acuífero que suministraba el agua potable de la base, provocando en los militares cáncer en la sangre.

Igualmente, en la base Camp Lejeune, en Carolina del Norte, como explica Hamilton (2016). "El agua potable de Camp Lejeune ha sido envenenada durante décadas por un cóctel tóxico de solventes industriales, productos químicos de limpieza en seco y gasolina" (p 227). Desde agosto de 1953 hasta febrero de 1987 más de un millón de personas estuvieron en contacto con agua contaminada por, tricloroetileno (TCE), el tetracloroetileno (PCE), el cloruro de vinilo (VC) y el benceno.

Entre otras bases militares contaminadas están: La Estación aeronaval de Fallon, Nevada en la que dieciséis niños en una ciudad de 8,000 habitantes fueran diagnosticados con leucemia entre 1997 y 2002 y La Estación Aérea del Cuerpo de Marines El Toro, California.

En otros casos los militares han llevado a cabo experimentos secretos sobre poblaciones civiles con armas biológicas, sin el menor sentido de Ética. Como escribe Sandoval (2005). "Durante los años 60, los norteamericanos usaron misiles Sergeant, cada uno cargado con 720 esferitas de diez centímetros de diámetro que contenían 200 gramos de un fino talco bacteriano" (p 107). Disipado sobre distintas ciudades, muy comentada es la Operación Sea-Spray: el experimento bacteriológico secreto realizado sobre San Francisco en 1950, en el cual se liberó en la atmósfera de la Bahía de San Francisco, dos tipos de bacteria (Serratia marcescens y Bacillus atrophaeus).

Como este tipo de casos existen otros en cuales los médicos experimentaron con la población. Según manifiesta Pose (2022). "La investigación médica en seres humanos es tan antigua como la medicina, que a su vez surgió al mismo tiempo que nuestra especie, el Homo sapiens" (p. 48). Además, tiene un gran alcance. "El médico tiene en sus manos la vida de los pacientes, y de algún modo, siempre dispone de ella" (p. 48).

La investigación clínica se realiza con el objetivo de aumentar el conocimiento de las enfermedades y obtener un tratamiento en beneficio del paciente. Como exponen Hernández & Rivera (2002). "El objetivo más relevante de la epidemiologia es la prevención y el control de las enfermedades" (p. 71). Sin embargo, el experimento Tuskegee fue todo lo contrario, realizado entre 1932 y 1972 por el Servicio Público de Salud de los Estados Unidos para estudiar la evolución de la sífilis en ausencia de tratamiento. Para ello los médicos seleccionaron 399 hombres de raza negra diagnosticados con sífilis en el Condado de Macon Alabama. Y un grupo control de 201 hombres sanos.

Durante cuarenta años distintos médicos negaron tratamiento a los pacientes y no se les comunicó que tenían sífilis, aun cuando desde 1942 la penicilina era de uso extensivo. Los médicos solo otorgaban placebos, concretándose en observar la fatal progresión de la enfermedad. Resultó claro que el número de muertes era dos veces superior en los sifilíticos que en los sanos. . Como explica Cuerda-Galindo et al (2014). "Ni el código de Nüremberg (1947), ni la postura de la Iglesia Católica (Pío XII, 1952), ni la posterior Declaración de Helsinki (1964)", (p 5). Fueron suficientes para detener el experimento. En 1979 se redactó el informe Belmont "Principios éticos y pautas para la protección de los seres humanos en la investigación". Documento histórico en el campo de la ética médica.

Como explica Molina Pérez en Ensayo sobre el Consentimiento Informado. Sin embargo, si tenemos dudas acerca de la ética de una investigación, podemos preguntarnos: "¿qué haríamos si estuviéramos en la misma situación en que nuestros pacientes están ahora?".

Otro caso ocurrió en Guatemala durante los años 1946 a 1948 se inoculó deliberadamente a más de 1.000 adultos sífilis, chancroide y gonorrea. Refieren Arango & Mejía (2015). "Estos experimentos permanecieron ocultos durante 64 años, cuando la Dra. Susan Reverby

los descubrió al revisar los archivos de quien fuera el investigador de los mismos, Dr. John C. Cutler" (p. 71). La investigación fue dirigida y realizada por profesionales de la salud de Estados Unidos con asistencia del gobierno, de las administraciones y de médicos guatemaltecos.

La pandemia provocada por el virus corona-2019 (COVID-19), afecta los pulmones, dando lugar a neumonía e insuficiencia respiratoria en casos graves es necesario ventilación mecánica.

La enfermedad se conoce desde el 2003, año en que científicos americanos, chinos y franceses empezaron a trabajar en el coronavirus y patentar métodos de diagnóstico, reactivos de diagnóstico y métodos terapéuticos, incluidas las vacunas.

Algunas de las patentes: Estados Unidos. US7220852B1 Coronavirus aislado de humanos. US20080044426A1 Nuevo virus causante de neumonía atípica. China, CN1176210C Nuevo tipo de coronavirus. WO2004085633A1 Un nuevo virus humano que causa el síndrome respiratorio agudo severo (sars) y sus usos. Francia, FR2862981A1 Nueva cepa aislada y purificada de coronavirus asociada al síndrome respiratorio agudo severo, útil para preparar reactivos de diagnóstico y vacunas, así como proteínas derivadas, ácidos nucleicos y anticuerpos. FR2866025A1 Uso de proteínas y péptidos codificados por el genoma del coronavirus asociado al síndrome respiratorio agudo severo (SARS) para detectar infecciones por corona virus asociado al SARS. WO2021160346A1 Vacuna de ácido nucleico contra el coronavirus SARS-CoV-2.

Sobre el COVID-19 comenta Yount et al (2003). "El síndrome respiratorio agudo severo (SRAS) es una enfermedad respiratoria potencialmente mortal que probablemente se originó en la provincia de Guangdong, China, en el otoño de 2002" (p. 12996). Como puede observarse 20 años antes de la pandemia los científicos conocían la enfermedad, así como los antídotos, pero como explica Sandoval (2005). "No basta tener el microbio. Debemos "militarizarlo" de modo que sea más patógeno, más resistente a los antibióticos y que su ataque no pueda ser prevenido con las vacunas disponibles" (p. 105). Así que los laboratorios trabajan en la llamada "ganancia de función", con el propósito de mejorar su transmisibilidad o infecciosidad modificando el virus genéticamente. De esta manera puede considerarse el SARS-CoV-2, como arma biológica, fabricada de forma artificial en un laboratorio.

Según Olivier Schwartz del Instituto Pasteur. No hay un solo coronavirus, existen al menos siete. "Existe un 80% de similitudes en su secuencia genética con el virus de 2003, pero no es la misma, el nuevo coronavirus es fruto de una evolución natural.

Es lo que va a decir cualquier laboratorio, para deslindarse de la responsabilidad de la mutación, el detalle es que actualmente detrás de las investigaciones están intereses económicos. El Institutos Nacionales de Salud, financio a través de EcoHealth Alliance, la investigación sobre coronavirus de murciélago en el Instituto de Virología de Wuhan, es decir el laboratorio trabajó para alterar genéticamente los virus. El senador republicano Rand Paul dijo en julio del 2023. "Los virus que en la naturaleza solo infectan a los animales fueron manipulados en el laboratorio de Wuhan para obtener la función de infectar a los humanos".

Al parecer los intereses económicos están interesados en agregar más potencial pandémico desarrollando virus quiméricos, según expresa Menachery et al (2015). "Usando el sistema de genética inversa SARS-CoV 2, generamos y caracterizamos un virus quimérico que expresa la espiga del coronavirus de murciélago SHC014 en un esqueleto de SARS-CoV adaptado a ratón" (p. 1508). Sin ningún tipo de Ética nuevas variantes seguirán apareciendo, como la detectada en agosto del 2023 en el Reino Unido. La variante 'Real Deal' de Covid una cepa apodada 'Pirola' muy mutada.

Algunos médicos tenían conocimiento de los antídotos contra el COVID-19 porque las publicaciones existen desde hace veinte años. Cuando apareció la pandemia, idearon soluciones creativas pero los medios informativos excluyeron la información y los médicos fueron desacreditados, se les amenazó con retirarles la licencia y se les abrió proceso por desinformar. El miedo provocado por los medios de comunicación paso a pánico, el uso del cubre bocas fue obligatorio, no usarlo un delito. Un joven de Jalisco fue asesinado a golpes por un grupo de policías, que lo detuvieron por no usar mascarilla. En Alemania, un empleado de una tienda fue asesinado por pedir a un cliente el uso de mascarilla.

El sistema inmunológico es capaz de luchar y vencer al virus invasor por sí mismo y sin medicamentos, pero si el cuerpo está vibrando bajo por el temor, el sistema inmunológico pierde la batalla y la persona enferma. **El temor es más peligros que cualquier virus.**

Heinrich Rudolf Hertz descubrió la forma de producir y detectar las ondas electromagnéticas en 1887. Que fueron utilizadas por Guglielmo Marconi el inventor de la radio. Quien en1909 fue galardonado con el Premio Nobel de Física. Como las ondas electromagnéticas se reflejan en las superficies metálicas, esta observación culmino con la invención del radar (patente británica GB593017) solicitada por Robert Alexander Watson Watt. Aunque fue desarrollado con fines bélicos, en la actualidad, es la mejor herramienta para el control de tráfico aéreo.

Christian Huelsmeyer, inventó el "telemoviloscopio" patente ES34993A1 de 1904, el aparato fue diseñado como un dispositivo anticolisión para barcos.

El sonar, funciona de forma similar al radar, con la diferencia de que en lugar de emitir ondas electromagnéticas emplea impulsos sonoros. La primera patente del mundo sobre un dispositivo de este tipo fue concedida a Lewis Richardson GB191211125A Aparato para advertir a un barco en el mar de su proximidad a objetos grandes total o parcialmente bajo el agua.

Percy Spencer es el inventor del horno microondas. US2495429A Método de tratamiento de los alimentos, y US2410396A magnetrón de alta eficiencia.

El investigador Dr. Robert O. Becker, encontró que cada ser vivo tiene una frecuencia eléctrica, pero también el Dr. Bjorn Nordenstrom, descubrió que podía disolver y detener el crecimiento de un tumor canceroso al ponerle un electrodo y aplicarle un miliamperio de corriente continua.

Pero las microondas juegan un papel en la destrucción, con la producción de armas de energía dirigida y las armas de microondas de un alcance de varias millas, y la iniciativa del Laboratorio de Investigación de la Fuerza Aérea de EE. UU. En el Proyecto CHAMP. Las armas salen a la luz cuando son empleadas contra el personal de la embajada de EE. UU en Moscú (1953), Cuba (2017) y China (2018). Los estudios en el cerebro de los diplomáticos mostraban signos de conmociones sin tener un historial de impactos en la cabeza.

El estudio realizado por la Universidad de Pensilvania concluyó que "los diplomáticos parecen haber sufrido lesiones generalizadas en las conexiones del cerebro".

Profundiza James Lin, que es "una onda de presión termoelástica" que viaja a través del cerebro, causando daño a los tejidos blandos. Los efectos inmediatos son la desorientación y la impresión de escuchar sonidos. Similar a la patente de Brunkan US4877027A "Sistema auditivo". Basado en lo que descubrió Frey (1962). "Utilizando una potencia media extremadamente baja densidades de energía electromagnética, la percepción de sonidos fue inducida en humanos normales y sordos" (p. 689). Es en la baja frecuencia que opera el cerebro, cuando otra onda entra en él y lo pone en resonancia.

La irradiación con microondas pulsátiles, en dosis y frecuencias adecuadas, puede inducir cáncer, al suicidio, a la depresión, a la ansiedad, dispersar manifestantes, dañar al sistema nervioso, así como interrumpir los patrones de comportamiento de las personas. Todo con elegir qué frecuencia aplicar a las víctimas para inducirles enfermedades específicas, y la velocidad del proceso.

Es fácil deducir que se utilicen en el combate encubierto de activistas, personajes incómodos y líderes de países percibidos como enemigos.

El sonido como arma, reemplazando a las pelotas de goma, ahora se usa cañones acústicos para reprimir manifestaciones, conocidos técnicamente como Dispositivos Acústicos de Largo Alcance (LRAD, en sus siglas en inglés).

Para evitar la detección al radar, se han desarrollado aeronaves sin cola conocidas como "alas voladoras" y generalmente se caracterizan por una configuración de ala en flecha hacia atrás. Un ejemplo de un avión de este tipo es el bombardero B-2. Patente EP1631493B1 Aeronaves con spoilers solo en la parte superior, este tipo de tecnologías de baja detectabilidad es conocida como tecnologías furtivas (stealth del inglés).

John Logie Baird. Es reconocido como el inventor de la televisión electromecánica en 1926, Al igual que KenjiroTakayanagi quien uso un tubo de rayos catódicos para mostrar la señal recibida en 1926, desarrollando así el primer televisor "totalmente electrónico". Sin embargo, todo lo que ahora se observa en una pantalla, puede utilizarse en contra de la persona. Patente US6506148B2 Manipulación del sistema nervioso mediante campos electromagnéticos de monitores.

El descubrimiento de la estructura del ácido desoxirribonucleico (ADN), ocurrido en 1953, por los científicos Francis Crick, de Gran Bretaña, y James Watson, de Estados Unidos, se dio a conocer al mundo cuando publicaron la famosa estructura de la doble hélice del ADN, en la revista Nature. En 1962, Watson y Crick recibieron el Premio Nobel de Medicina.

En este punto se pensó en un mecanismo de copiado del material genético. Declara Salamone, D. F. (2019). "Las diferencias entre las especies están en los núcleos donde se encuentran diferentes secuencias del ADN, las moléculas que almacenan la información genética para conformar un determinado organismo viviente" (p. 89). Observando el alcance de la investigación, el Vaticano condeno la clonación humana y la investigación con embriones, por respeto del ser humano desde su concepción, desaprobando las técnicas de ingeniería genética "porque nunca el hombre puede sustituir al Creador".

Los investigadores continuaron adelante, manipulando el ADN con el objeto de erradicar enfermedades hereditarias. Substituir las células afectadas en un paciente se le llamo clonación terapéutica. Hoy es posible modificar el genoma de cualquier ser vivo, incluidos los seres humanos, con objeto de mejorar las capacidades humanas, tanto físicas como psicológicas. Con la posibilidad de aumentar la desigualdad entre los seres humanos. A este respecto escribe del Castillo, A. M. P. (2006). "Kass señala que, con estas modificaciones, que son transmisibles por herencia a las generaciones futuras, podrán surgir nuevas capacidades o habilidades en el ser humano" (p. 195).

En 1997 se publicó el nacimiento de la oveja Dolly, llevado a cabo por los científicos escoceses Jan Vilmut y K.H.S. Campbell con sus colaboradores del Roslin Institute de Edimburgo, marcó la pauta en el ámbito veterinario para clonar caballos, vacas y perros. El termino quimera se aplicó al producto de mezclar células embrionarias de dos individuos distintos, normalmente de distinta especie. Como los míticos centauros, ciclopes, sirenas, unicornios etc.

En otra línea explicada por Belmonte (2017). "Los biólogos están tratando de hallar la forma de hacer crecer órganos humanos en el interior de animales, como los cerdos, utilizando los últimos avances de las técnicas basadas en células madre" (p 26). Con el fin de generar órganos humanos que puedan trasplantarse. Igualmente se están generando Fetos Quiméricos de Mono. Según Chen, Y. et al. (2015). "Debido a su similitud con los humanos, los primates no humanos son modelos importantes para estudiar enfermedades humanas y desarrollar estrategias terapéuticas" (p.116).

Pasando por alto preceptos legales, éticos y morales, aclara Montoliu (2021). "Ya nacieron los primeros seres humanos con su genoma editado. En concreto tres niñas en China, unos hechos que conocimos entre 2018 y 2019" (p. 56).

La Robótica, en el asesinato del científico nuclear Iraní Mohsen Fakhrizadeh. Ningún asesino estaba presente en la escena del ataque. Una ametralladora equipada con un «sistema inteligente utilizó imágenes de satélite para rastrear, identificar y reconocer a Fakhrizadeh» e instalada en una camioneta disparó un total de 13 tiros en el ataque. Resultando ilesa su esposa.

Drones, causaban risa cuando se hablaba de la posibilidad de entregar pizzas por medio de drones. Pero fueron empleados en las guerras de Irak y Afganistán y en el asesinato del general Qasem Soleiman mediante un dron MQ-9 Reaper. Como puede verse en el video subido a YouTube.

Las bombas que antes eran de caída libre ahora son guiadas por televisión, láser o por satélite, lo que les da una precisión circular de +/- 13 m. Las bombas llevan en su interior más de un tipo de carga explosiva, química o bacteriológica.

Richard Feymann, usó por primera vez la palabra nanotecnología en su charla de 1959,"Plenty of Room at the Bottom". Cuando explico el proceso de unir los átomos uno a uno creando nuevos materiales. Hablar de nanopartículas es hablar de partículas comprendidas entre el diámetro de una cadena de ADN y un átomo, con esto en la mente el joven Jack Andraka desarrolló un nuevo método de detección de cáncer pancreático, utilizando un sensor fabricado con nanotubos de carbono, el diámetro oscila entre 0,4 nm y 3 nm, y la longitud, entre 10 nm y centímetros. Patente WO2013172866A2 sensores para la detección de mesotelina. Una investigación sobre el páncreas encontró algo parecido. Rhim et al. (2014). "Recientemente demostramos en un modelo genético de adenocarcinoma ductal pancreático que las células del páncreas pueden detectarse en el torrente sanguíneo antes de la formación del tumor" (p. 647) Las investigaciones están orientadas a mejorar la detección, ya que el método antiguo detectaba el cáncer cuando estaba muy avanzado, sin posibilidades de vida para el paciente. Como explica Suphen, Nina. (2015). "La investigación biomédica ayuda porque en lugar de esperar a que aparezcan síntomas, los científicos realizan pruebas para detectar mutaciones específicas del ADN o proteínas" (p. 2).

Estos materiales invisibles al ojo humano cubren un amplio espectro en el campo de la investigación. Científicos españoles han desarrollado un nuevo tipo de sonda, que emplea nanomateriales para facilitar el diagnóstico de enfermedades que afectan a los ojos. Igualmente, científicos chinos combinaron virus con nanoestructuras magnéticas de óxidos de hierro, carbono y azufre con el fin de limpiar sistemas de tratamiento de agua. Los nanomateriales también pueden emplearse en las computadoras aumentando la velocidad de los procesadores, crear materiales inteligentes, chalecos antibalas etc. Los nanotubos de carbono tienen la ventaja de ser 100 veces más fuertes que el acero con un sexto de su peso.

Los nanomateriales generan beneficios, así como riesgos potenciales, ya que pueden provocar daños pulmonares. Como lo indica Song, Y. et al. (2009). "Siete trabajadoras jóvenes (de 18 a 47 años), expuestas a nanopartículas durante 5 a 13 meses, todas con dificultad para respirar y derrame pleural fueron ingresados en el hospital" (p. 559) En Alemania, retiraron del mercado el limpiador de baños "Magic Nano", cuando 77 personas reportaron problemas respiratorios después de utilizar el producto. Se ha encontrado que las nanopartículas poseen cualidades muy parecidas a las de los asbestos, los cuales se dejaron de usar por ser altamente cancerígenos. Además, cualquier persona puede exponerse a las nanopartículas directamente a través de fármacos a base de nanotecnología y cosméticos o protectores solares. Ya que ningún gobierno regula los materiales de nano escala.

El concepto de Inteligencia artificial fue acuñado en 1956 por John McCarthy. Es un campo de las ciencias de la computación que investiga y desarrolla sistemas capaces de realizar tareas inteligentes. La expresión IA se vincula con big data, algoritmos y robots. Uno de los pioneros en la Inteligencia artificial Geoffrey Hinton siendo estudiante concibió la idea de constituir una red neuronal, el método imita al cerebro humano con la ayuda de un sistema matemático que aprende habilidades analizando datos. Por ejemplo, analizar miles de fotografías para luego enseñarse a identificar objetos, como flores perros y autos. Podría ser un gran avance en ámbitos que van desde la agricultura, medicina, educación, negocios, publicidad y ventas. Pero también una herramienta para la desinformación es difícil evitar que los destructores la utilicen. Ya que se pueden manipular o envenenar los datos para alterar las decisiones de un sistema. Por lo que plantea "profundos riesgos para la sociedad y la humanidad".

Otros científicos, creen que la inteligencia artificial podría ayudar a la humanidad, a resolver algunos problemas cruciales como el cambio climático. Con tantos datos en su memoria se espera que supere al hombre en inteligencia, así lo indica Cabanelas Omil, J. (2019). "La súper inteligencia artificial será más inteligente que la conexión de los mejores cerebros, incluida la creatividad científica, la red de aprendizaje colectivo y las habilidades sociales" (p. 7). Igualmente, en el sector educativo Tito, L. P. D. (2023). "Las distintas organizaciones, tanto del sector privado como el sector público, se ven en la necesidad de incorporar progresivamente soluciones basadas en IA para mejorar sus modelos de negocios y sus servicios" (p. 1194)

Para Hinton, Internet se llenará de videos y textos falsos, y una persona promedio "ya no podrá saber qué es verdad". Para el CEO de AI, la compañía que creó ChatGPT, la tecnología podría desarrollarse y aprovecharse para cometer ataques cibernéticos 'generalizados'. Para Elon Musk es la "mayor amenaza existencial" de la humanidad y para Stephen Hawking. "El desarrollo de la inteligencia artificial completa podría significar el fin de la raza humana". "Despegaría por sí solo y se rediseñaría a un ritmo cada vez mayor".

Los avances en Inteligencia Artificial plantean un enorme desafío. Elon Musk, el cofundador de Apple Steve Wozniak, y otros 1000 líderes tecnológicos firmaron una carta, pidiendo una pausa para detener la IA avanzada. Como lo expresan Luz Clara, B. B. & Malbernat, L. R. (2021). "Se trata de usar la IA de una manera que no vulnere a minorías, que evite violaciones a derechos humanos y que no lleve al incremento de la brecha de desigualdad existente, ya sea de manera intencional o accidental" (p.156) Mirando al futuro puede darse una

interacción hombre-máquina, como lo observa Barrios Tao, H. et al. (2020). "La interacción de los sistemas de IA con el ser humano es inevitable, su orientación a reconfigurar lo humano es innegable y su influencia en las subjetividades plantea desafíos" (p. 86).

RESULTADOS

Mirando al futuro con esperanza expresa Martín M. et al. (2015). "Confiemos que la sociedad del futuro sea capaz de utilizar los conocimientos para mejorar el nivel de vida y no los utilice para la opresión y la destrucción" (p. 229)

Se puede avanzar tanto en tecnología, hasta llegar a la destrucción del ser humano y del planeta. Por ello se tienen que avanzar a ese nivel en todos los aspectos éticos que tengan que ver con la persona. El nivel tecnológico no puede dejar atrás al nivel ético. Como lo manifiesta Romero, M. C. (2009). "No es ético usar los avances científicos para programar hijos a la carta, o para clonar a ciertos individuos por ser considerados superiores" (p. 9).

La frase no hay nada nuevo bajo el sol, lleva a la reflexión sobre el sabio maestro Quirón, tutor de Aquiles quien era un centauro. La clonación despersonalizara la reproducción humana y finalmente provocara la deshumanización y degradación del hombre. Así lo declara del Castillo, A. M. P. (2006). "Por ello, invertir en proyectos biotecnológicos para desarrollar eficazmente la técnica de la clonación, para reproducir o fabricar seres humanos no tiene sentido científico, social, jurídico o ético" (p. 205). La clonación humana es consecuencia a la que lleva una ciencia sin valores, sin respeto al hombre al que se le ve como objeto, un producto industrial. De implementarse generará nuevas formas de esclavitud y sufrimiento, señales del error por el que camina nuestra civilización.

Manipular el ADN para curar o erradicar enfermedades hereditarias, no es la manera correcta de sanar a las personas. Para otros, solo es un paraguas con el que se cubren para continuar adelante. Si de verdad se busca restituir la salud de los órganos, es necesario encaminar las investigaciones hacia las vibraciones, basta con armonizar las células a su frecuencia natural, con la frecuencia característica del órgano en cuestión. (Expresado en otras palabras por Georges Lakhovsky en su libro El secreto de la vida). No está en manipular los genes, sino en restaurar la armonía vibracional de los órganos, devolverles la frecuencia que les corresponde, como si cada parte del cuerpo fuese una cuerda que espera ser afinada.

Es lo opuesto a lo utilizado con las armas de microondas, las cuales enferman de diversos tipos de cáncer, hasta que la persona muere, mientras los gobiernos miran hacia otro lado, negando la responsabilidad de una tecnología oculta. Igualmente, si ahora calentamos los alimentos con las microondas, se puede enfriar los alimentos con otra onda, dejando atrás los compresores y los refrigerantes. Mostrando que, en las ondas, como en todo, se esconde un dualismo: la capacidad de sanar o de enfermar. La responsabilidad yace en cómo decidimos utilizar el conocimiento que hemos alcanzado: como una herramienta de curación o como un arma de destrucción.

CONCLUSIONES

Mucho debe la humanidad a las personas que contribuyen al bienestar colectivo. La guerra no puede justificarse como un medio, para que la humanidad avance en el conocimiento. La verdadera evolución de la humanidad se encuentra en el entendimiento mutuo, la cooperación y el respeto por la vida. Se acuerdo con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU.

La humanidad vive en la miseria y discordia que ella misma ha creado. Con hombres pensando, deseando, sintiendo, planeando, llevando a cabo acciones, a fin de engañar, desinformar, herir, esclavizar y destruir a sus semejantes, usando sustancia y energía sin construir nada permanente.

Para Sócrates, el mal proviene de la ignorancia, y la clave para una vida valiosa es el autoconocimiento. Creía que una vida sin examen no tiene sentido, por lo que consideraba esencial que la persona se observara. Este proceso de autoexamen revela quién es uno en realidad, tomando responsabilidad de sus propios pensamientos y acciones.

Los últimos descubrimientos de los científicos indican que todos estamos unidos, conectados e influenciados por todos. Solo requerimos Amar y Agradecer para conseguir el resultado final, la felicidad. ¿Hay alguna otra razón más sublime para existir?

BIBLIOGRAFÍA

Alejandro, A. D. *Luis Ernesto Miramontes Cárdenas, un nayarita en la gran aventura de la humanidad*. Revista Waxapa, 6(10), 1-6. 2014

Alonso, A. Ética en la innovación y el movimiento Open. Isegoría, (48), 95-110. 2013.

Arango, L., & Mejía, C. *Los experimentos de Sífilis y otras infecciones de Transmisión Sexual en Guatemala, 1946-1948, ¿un dilema ético y político para Guatemala y el mundo*. Revista de medicina interna de Guatemala, 19(2), 61-74. 2015.

Barrios Tao, H., Díaz Pérez, V., & Guerra, Y. *Subjetividades e inteligencia artificial: desafíos para 'lo humano'*. Veritas, (47), 81-107. 2020

Belmonte, J. C. I. *Órganos humanos fabricados dentro de animales*. Investigación y ciencia, (484), 26-34. 2017.

Blake, W. *El matrimonio del cielo y del infierno* (Vol. 12). Editorial Renacimiento. 2007.

Cabanelas Omil, J. Inteligencia artificial ¿dr. Jekyll O mr. Hyde? Mercados y negocios, 1(40). 2019.

Cuerda-Galindo, E., Sierra-Valenti, X., González-López, E., & López-Muñoz, F. *La sífilis y la experimentación en humanos: perspectiva histórica y reflexiones éticas. De la Segunda Guerra Mundial a la actualidad*. Actas Dermo-Sifiliográficas, 105(9), 847-853. 2014.

Chen, Y., Niu, Y., Li, Y., Ai, Z., Kang, Y., Shi, H.,... y Li, T. *Generación de fetos quiméricos de mono cynomolgus utilizando células madre embrionarias*. Célula madre celular , 17 (1), 116-124. 2015.

del Castillo, A. M. P. *La deshumanización del hombre. Reflexiones de León R. Kass sobre la clonación humana*. Cuadernos de Bioética, 17(2), 193-205. 2006.
Frey, A. H. *Human auditory system response to modulated electromagnetic energy*. Journal of Applied Physiology, 17(4), 689-692. 1962.
Hamilton, JW. *Contaminación en bases militares estadounidenses: perfiles y respuestas*. Estan. Envtl. LJ, 35, 223. 2016.
Hernández-Chavarría, F., & Rivera, P. (2002). *Prevención contra diseminación: la antítesis entre epidemiología y guerra biológica*. Revista Costarricense de Ciencias Médicas, 23(1-2), 71-78. H. 2002.
Jáuregui-Lobera, I. *Guerra química en la I y II Guerras Mundiales*. Journal of Negative and No Positive Results, 5(2), 218-235. 2020.
Luz Clara, B. B., & Malbernat, L. R. Riesgos, dilemas éticos y buenas prácticas en inteligencia artificial. In XXIII Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación (WICC 2021, Chilecito, La Rioja). 2021.
Martín M, Pinto G, Hernández JM, Martín MT. *Cien años de armas químicas*. An Quím; 111: 224-229. 2015.
Menachery, VD, Yount, BL, Debbink, K., Agnihothram, S., Gralinski, LE, Plante, JA, & Baric, RS. *Un grupo similar al SARS de coronavirus de murciélago circulantes muestra potencial para la emergencia humana*. Medicina natural, 21 (12), 1508-1513. 2015.
Montoliu i José, L. *La modificación del código genético*. Tarbiya: revista de investigación e innovación educativa. 2021.
Pérez Tamayo, R. La investigación médica en seres humanos. Medicina universitaria, 10(41), 255-264. 2008
Pinilla Jiménez del Barco, L. M. *Louis Pasteur vs Robert Koch: Dos genios enfrentados*. 2021.
Pose, C. *El caso Tuskegee: un antes y un después en la investigación biomédica (y algunos problemas por resolver).* EIDON. Revista española de bioética, (58), 39-52. 2022.
him, AD, Thege, FI, Santana, SM, Lannin, TB, Saha, TN, Tsai, S., ... y Stanger, BZ. *Detección de células epiteliales pancreáticas circulantes en pacientes con lesiones quísticas pancreáticas*. Gastroenterología , 146 (3), 647-651. 2014.
Roguín, A. *Rene. Theophile Hyacinthe Laënnec (1781–1826): el hombre detrás del estetoscopio*. Medicina clínica e investigación, 4 (3), 230-235. 2006.
Romero, M. C. *Bioética de la clonación humana. Un punto de vista cristiano*
Salamone, D. F. Clones, quimeras y otros seres extraordinarios. Anales de la ANAV, 70. 2019.
Sánchez-Lera, R. M., & Pérez-Vázquez, I. A. *Pasteur y Koch: los padres de la microbiología*. Revista 16 de abril, 61(283), 1183. 2022.
Sandoval, C. G. *Microbios al ataque*. Revista Mexicana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio, 52(2), 97-108. 2005.
Song, Y., Li, X. y Du, X. *La exposición a nanopartículas está relacionada con derrame pleural, fibrosis pulmonar y granuloma*. Revista respiratoria europea, 34 (3), 559-567. 2009.
Suphen, Nina. *Early Detection in Pancreatic Cancer.* (2015).
Tito, L. P. D. *Inteligencia artificial aplicada al sector educativo*. Revista Gianmarco, 1(1), 1190-1200. 2023.
Yount, B., Curtis, KM, Fritz, EA, Hensley, LE, Jahrling, PB, Prentice, E.,... & Baric, RS. *Genética inversa con un ADNc infeccioso completo del coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo*. Procedimientos de la Academia Nacional de Ciencias, 100 (22), 12995-13000. 2003.

Sistema embebido para la monitorización en tiempo real de niveles de agua en dispensadores

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.812

Jesús Arturo Hernández Soberón [1], Miriam Zulema González Medrano[2], Porfirio Javier Valdés Villarreal Miranda[3]

[1]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila ,e-mail: jsoberonl@utnc.edu.mx*
[2]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila,e-mail: mgonzalez@utnc.edu.mx*
[3]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila, e-mail: javiervvm@gmail.com*

Línea de investigación: Sistemas Mecatrónicos y Control de Procesos Industriales

Resumen

El objetivo de este proyecto es crear un sistema embebido económico y accesible que permita la monitorización en tiempo real de los niveles de agua en los dispensadores, favoreciendo así el uso del recurso en los contextos de la vida en casa o comercial. El sistema considera la utilización del sistema embebido basado en un microcontrolador ESP32 y sensor de presión de resistencia (FSR) para la estimación de los niveles de agua en el garrafón. La metodología es la integración entre el ESP32 y sensor de presión, la transmisión de datos WiFi, y la visualización de los datos en Google Sheets. Los resultados indican que se controlan los niveles de agua con aciertos y se genera todo un registro del consumo diario, validando la eficacia del sistema en situaciones prácticas mediante estadísticas de uso y gráficos del consumo. En conclusión, el sistema propuesto aumenta la disponibilidad del recurso, ayuda a la gestión del mismo, y permite evitar la falta de agua en los dispensadores de forma inesperada, mostrando así un alto potencial de implementación en el ámbito de la vida en casa o comercial.

Palabras clave: Automatización, ESP32, Monitorización, Sensor de presión, Sistema embebido.

Abstract

The objective of this project is to create an economical and accessible embedded system that allows real-time monitoring of water levels in the dispensers, thus promoting the use of the resource in the contexts of home or commercial life. The system considers the use of the embedded system based on an ESP32 microcontroller and resistance pressure sensor (FSR) to estimate the water levels in the jug. The methodology is the integration between the ESP32 and pressure sensor, WiFi data transmission and data visualization in Google Sheets. The results indicate that water levels are controlled accurately and a record of daily consumption is generated, validating the effectiveness of the system in practical situations through usage statistics and consumption graphs. In conclusion, the proposed system increases the availability of the resource, helps its management, and allows avoiding the lack of water in the dispensers unexpectedly, thus showing a high potential for implementation in the field of home or commercial life.

Keywords: Automation, ESP32, Monitoring, Pressure Sensor, Embedded System.

INTRODUCCIÓN

Este artículo tiene como principal objetivo el desarrollo e implementación de un sistema embebido a partir de las técnicas de programación de procesadores que permite el manejo del estado del nivel de un dispensador de agua purificada en tiempo real. La importancia del agua como recurso básico en la vida humana requiere de la misma gestión tanto en el hogar como en el ambiente comercial. Sin embargo, incluso después de todas las técnicas que han ayudado al producto ante la innovación y la automatización del mismo, surgen problemas, aunque los dispensadores son productos muy comunes que podrían sufrir ciertas modificaciones en su utilización. El propósito de la investigación es tratar de realizar un sistema que permite que el usuario pueda ver en tiempo real la cantidad de agua que queda en el garrafón a fin de poder observar si está en condiciones de ser cambiado evitando así cortes del suministro. El sistema se basa en un microcontrolador ESP32 y un sensor de presión de resistencia (FSR), que permite medir el peso del garrafón para a continuación hacer un cálculo de nivel de agua que queda, los datos recogidos por el microcontrolador son trasladados a una red WiFi local y visualizados en Google Sheets donde los usuarios pueden seguir el suministro de agua, toda esta técnica le da un diseño experto de este tipo de dispositivos.

Este sistema no solo responde a una necesidad de la vida cotidiana, sino que también ayudan al mismo tiempo a tener el agua disponible de forma eficiente a través de la monitorización durante todo el tiempo posible, luchando contra el despilfarro del agua y a la vez asegurando tener el agua disponible.
La propuesta de trabajo expone componentes asequibles y de bajo coste, ayudar a tener este tipo de sistema montar en ambientes diversos.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL:
Realizar el diseño y la elaboración de un sistema embebido que use un ESP32 para el monitoreo y control de forma online de los niveles de agua en dispensadores, ofreciendo información y estadísticas del uso a diario.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Efectuar el diseño de un circuito que relacione el ESP32 y un sensor de presión de resistencias para la obtención del nivel de agua.
- Programar el ESP32 para la transmisión de datos del nivel de agua en tiempo real (online).
- Confeccionar una interfaz visual para visualizar tanto los niveles de agua, así como también las estadísticas de uso a diario.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto principal de estudio es un sistema embebido basado en el microcontrolador ESP32. La importancia de este sistema radica en su capacidad para optimizar el control y monitoreo de los niveles de agua, permitiendo la gestión eficiente del recurso en entornos domésticos, donde su disponibilidad y ahorro son cruciales.

METODOLOGÍA

Durante la última década, la automatización ha desempeñado un papel clave en la optimización del uso de los recursos, especialmente en el entorno doméstico e industrial. Los sistemas de monitorización remota para la energía, el agua y otros insumos han pasado a ser instrumentos clave para la optimización y la reducción de costes. La creciente penetración de los dispositivos IoT [Internet of Things] ha facilitado la implementación de sistemas inteligentes, muy fáciles de integrar a cualquier entorno común, proporcionando información en un formato y en un contexto que permite poder tomar decisiones de una forma más informada.

A medida que la automatización industrial se acelera, los ingenieros en la fábrica trabajan para conectar los sistemas a internet de las cosas (IoT), lo que, en muchos sentidos, ha hecho que las plantas de fábrica más antiguas queden en el pasado. Sin embargo, tanto para sistemas nuevos como heredados, la conectividad inalámbrica a IoT mediante Wi-Fi o Bluetooth se ha hecho relativamente simple utilizando módulos y kits ESP32.
Creado y desarrollado por Espressif Systems, ESP32, una serie de microcontroladores de bajo costo y de bajo consumo con sistema en chip con Wi-Fi y Bluetooth de modo dual integrados, es un avance para los ingenieros de automatización que no quieren verse envueltos en los matices de la radiofrecuencia (RF) y el diseño inalámbrico. Como una radio combinada Wi-Fi/Bluetooth de bajo costo, la serie ha ganado popularidad no solo entre los aficionados sino también entre los desarrolladores de IoT. Su bajo consumo de energía, sus múltiples entornos de desarrollo de código abierto y sus bibliotecas la hacen perfectamente adecuada para desarrolladores de todo tipo. (Beningo, 2020)

El control de los niveles de líquidos es una necesidad común en diferentes aplicaciones: el control de depósitos industriales o el doméstico con dispensadores de agua. Se han empleado tradicionalmente sistemas mecánicos o bien sensores de flotador para la medición de niveles de líquidos, si bien estos sistemas pueden conllevar imprecisiones o ser complicados de integrar en sistemas inteligentes. Los sensores de presión de resistencia (FSR) ofrecen una alternativa eficaz, ya que permiten conocer cambios en la presión provocados por el peso del líquido, pudiendo de este modo realizar una estimación más precisa y que es fácil de implementar para sistemas embebidos.

Los dispensadores de agua purificada son comúnmente utilizados en hogares, oficinas y establecimientos comerciales. Sin embargo, uno de los problemas recurrentes es la falta de un sistema de aviso que indique cuándo el garrafón de agua está a punto de vaciarse. Esto lleva a situaciones donde el agua se agota inesperadamente, causando molestias a los usuarios. La implementación de sistemas de monitorización de niveles de agua en estos dispensadores puede resolver este problema, permitiendo a los usuarios anticipar el cambio de garrafón y garantizar un suministro continuo de agua.

El proyecto propuesto se distingue por su enfoque en la accesibilidad y la facilidad de integración en el entorno doméstico, utilizando componentes de bajo costo y tecnologías ampliamente disponibles como el ESP32 y sensores de presión de resistencia. Además, la capacidad de transmitir datos en tiempo real y la posibilidad de llevar un registro del uso diario del agua ofrecen un valor añadido que no se encuentra en soluciones convencionales. Este proyecto no solo busca resolver un problema práctico, sino también contribuir al uso más eficiente de los recursos en el hogar.

Descripción del Sistema

El sistema desarrollado para la monitorización de los niveles de agua en dispensadores está compuesto por varios componentes electrónicos y de software que trabajan en conjunto para ofrecer una solución eficiente y accesible. A continuación, se detalla el funcionamiento de cada una de las partes principales del sistema:

Hardware

Microcontrolador ESP32-C3 Mini Module 4MB

El ESP32-C3 SuperMini es una placa de desarrollo es compatible con los protocolos WIFI IEEE 802.11 b/g/n y Bluetooth 5 LE, se destaca por su tamaño compacto y su conectividad a través de un cable USB tipo C. Cuenta con 11 puertos de entrada y salida digitales que pueden usarse como PWM y 4 analógicas ADC, admite interfaces UART, I2C y SPI. La placa cuenta con botón de reinicio y modo cargador de arranque.

La Tarjeta de Expansión para ESP32-C3 SuperMini Tipo C es un módulo de desarrollo compacto basado en el microcontrolador ESP32-C3, diseñado para facilitar la creación de proyectos de IoT y otras aplicaciones electrónicas. Esta tarjeta proporciona múltiples interfaces y conexiones, incluyendo USB Tipo C para la alimentación y programación, así como pines de entrada y salida para conectar sensores, actuadores y otros componentes electrónicos. (UNIT Electronics, s.f.)

En la Figura 1 se muestra el módulo ESP32-C3 Mini, el cual es el componente central del sistema embebido para la monitorización de niveles de agua. Este módulo es compatible con redes WiFi y cuenta con múltiples puertos de entrada y salida para la conexión de sensores.

Figura 1

ESP32-C3 Mini Module 4MB



Fuente: UNIVERSAL-SOLDER. (s.f.). Obtenido de https://universal-solder.ca/esp32-c3-super-mini-development-module-4mb/

Sensor de Presión de Resistencia (FSR) tipo Blend

El sensor de presión de resistencia es responsable de medir el peso del garrafón de agua. Este tipo de sensor cambia su resistencia en función de la presión aplicada sobre su superficie. Al colocar el sensor debajo del garrafón, la presión ejercida por el peso del agua puede ser medida y convertida en un valor de voltaje, el cual es leído por el ESP32.

El sensor de presión se integra mediante un divisor de voltaje, donde la resistencia variable del FSR altera el voltaje de salida. Esta señal es capturada por el ESP32 a través de uno de sus pines analógicos, y luego es procesada para calcular el peso aproximado del garrafón y la cantidad de agua restante.

La Figura 2 presenta el sensor de presión de resistencia (FSR) tipo Blend. Este sensor es utilizado para medir el peso del garrafón de agua, proporcionando los datos necesarios para estimar el nivel de agua restante en el dispensador.

Figura 2
Sensor de Presión de Resistencia (FSR) tipo Blend



Fuente: Braga, N. C. (s.f.). Instituto NCB. Obtenido de https://www.incb.com.mx/index.php/articulos/53-como-funcionan/4920-conozca-los-sensores-de-fuerza-fsr-art728s

Software

Adquisición de Datos

El programa elaborado para ESP32 está programado en Arduino IDE- y se hace uso de la lectura del valor analógico del sensor de presión. El código convertido de este valor analógico se estima como un peso a través de una calibración previa. La lectura se realiza de forma continua y los datos se guardan de forma temporal para el procesamiento y la transmisión.

Conectividad WiFi

La conexión a la red WiFi es gestionada por el ESP32, permitiendo que los datos del nivel de agua sean enviados a un servidor local. El sistema está configurado para conectarse a una red WiFi doméstica y, una vez conectado, puede enviar la información a través del protocolo HTTP a una API o base de datos. El uso de WiFi también permite que el dispositivo se comunique con una aplicación móvil o interfaz web, ofreciendo acceso en tiempo real a los datos.

Plataforma de Visualización

Los datos recolectados por el ESP32 pueden ser visualizados en tiempo real a través de diferentes plataformas:

- Aplicación móvil: Usando plataformas como Blynk o una aplicación personalizada, los usuarios pueden monitorear el nivel de agua, recibir alertas cuando es necesario reemplazar el garrafón, y consultar las estadísticas de uso diario.
- Interfaz web: Alternativamente, se puede diseñar una página web local o remota donde se presenten los datos, accesible desde cualquier navegador conectado a la misma red WiFi.

Para este caso presentamos en plataforma web

El sistema no solo proporciona el nivel de agua en tiempo real, sino que también lleva un registro del uso diario. El ESP32 guarda datos sobre la cantidad de agua consumida a lo largo del día, lo que permite al usuario tener una visión más clara de su patrón de consumo. Esta información puede ser utilizada para optimizar la gestión del agua, prever cuándo será necesario reemplazar el garrafón, e incluso identificar patrones de uso que puedan indicar fugas o desperdicio. Se utiliza en este proyecto la plantilla de Google Sheets.

Calibración del Sistema

Para garantizar la precisión en la medición del nivel de agua, es necesario realizar un proceso de calibración del sensor de presión. Este proceso consiste en registrar las lecturas del sensor bajo diferentes condiciones de peso (garrafón lleno, medio lleno y vacío) y ajustar el software para que las conversiones de los datos sean lo más precisas posibles.

Funcionamiento General. El sistema opera de la siguiente manera:

- El sensor de presión detecta el peso del garrafón de agua y envía los datos al ESP32.
- El ESP32 procesa esta información, la convierte en una estimación del nivel de agua restante y la transmite vía WiFi a la plataforma de visualización.
- El usuario puede consultar el nivel de agua en tiempo real y visualizar estadísticas de consumo diario.

Justificación

Los dispensadores de agua purificada son habituales en hogares y oficinas; sin embargo, la ausencia de un sistema automático de monitoreo en tiempo real puede causar interrupciones inesperadas en el suministro cuando el agua se agota. Este proyecto ofrece una solución efectiva a este desafío al incorporar una tecnología que no solo permite conocer el nivel de agua en todo momento, sino que también registra el consumo, facilitando una gestión más eficiente y sostenible del recurso.

Descripción del Sistema

El sistema desarrollado para monitorizar los niveles de agua en dispensadores combina componentes electrónicos y software que trabajan en conjunto para brindar una solución eficiente y accesible. A continuación, se describe el funcionamiento de cada una de las principales partes del sistema:

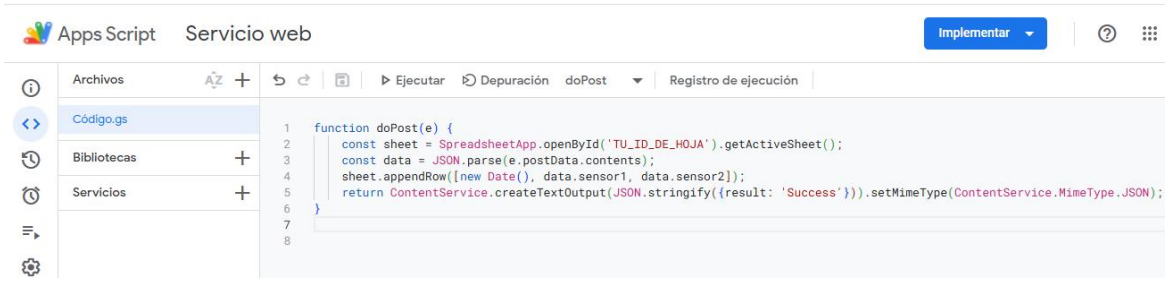
Alcance
El proyecto abarca el desarrollo de un prototipo funcional, que incluye el diseño del circuito, la programación del microcontrolador y la creación de una aplicación o interfaz para visualizar los datos. No se incluyen aspectos relacionados con la producción en masa ni la comercialización.

FASES DEL DESARROLLO

Para este proyecto, primero se leen los valores de los sensores de presión y luego se envían a una hoja de cálculo de Google. Se utiliza la biblioteca HTTPClient del ESP32 para enviar datos a la API de Google Sheets. También se necesita configurar Google Sheets para permitir el acceso mediante un script de Google Apps y una API de Google Sheets que se habilita en una cuenta de Google Cloud.
Primero se configuró Google Sheets y Google App Script. Se crea una hoja de cálculo de Google y anota su ID (parte de la URL de la hoja que viene después de /d/ y antes de /edit). En el editor de Apps Script desde Extensiones > Apps Script, se utilizó el siguiente script de Google Apps Script para crear una API que acepte datos POST:

La Figura 3 muestra el código en App Script de Google diseñado para recibir datos desde el ESP32 y almacenarlos en Google Sheets, proporcionando una interfaz sencilla y accesible para visualizar la información.

Figura 3
Código en App script de Google



Fuente propia.

Se guarda de forma accesible por cualquier persona con el enlace.
El código para el ESP32-C3, se hace con el sketch de Arduino. El código es para leer los valores de los sensores FSR y los enviarlos a la URL del script de Google.
Como se aprecia en la figura 4 y figura 5, el código desarrollado en Arduino permite que el ESP32-C3 lea los valores del sensor FSR y envíe la información recolectada a una base de datos en la nube.

Figura 4
Código para el ESP32-C3

```
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>

const char* ssid = "SSID";
const char* password = "CONTRASEÑA";
const char* serverName = "URL_del_Script_Google";

// Pines de los sensores FSR
const int fsrPin1 = 34;
const int fsrPin2 = 35;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(fsrPin1, INPUT);
  pinMode(fsrPin2, INPUT);

  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Conectando a WiFi...");
  }
  Serial.println("Conectado a WiFi");
}

void loop() {
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    HTTPClient http;
```

Fuente propia.

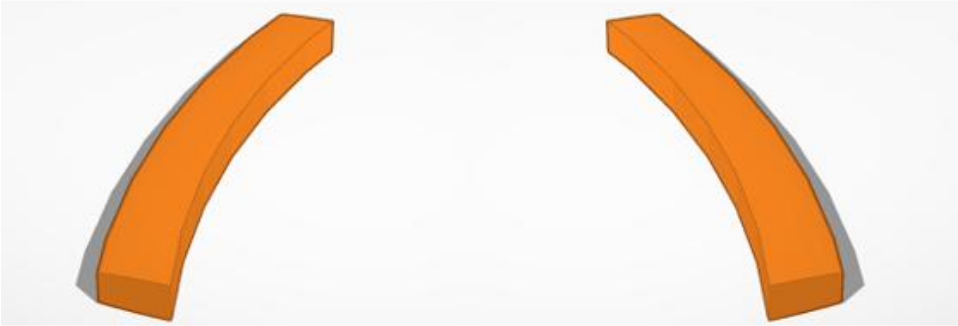
Figura 5
Código para el ESP32-C3 (Continuación)

```
    // Lee los valores de los sensores
    int sensor1Value = analogRead(fsrPin1);
    int sensor2Value = analogRead(fsrPin2);

    // Crea el JSON para enviar
    String postData = "{\"sensor1\":" + String(sensor1Value) + ",\"sensor2\":" +
String(sensor2Value) + "}";

    http.begin(serverName);
    http.addHeader("Content-Type", "application/json");

    // Envía el POST request
    int httpResponseCode = http.POST(postData);
    if (httpResponseCode > 0) {
      String response = http.getString();
      Serial.println("Datos enviados correctamente: " + response);
    } else {
      Serial.println("Error enviando datos: " + String(httpResponseCode));
    }
    http.end();
  } else {
    Serial.println("Error de conexión WiFi");
  }

  delay(60000); // Envía los datos cada 60 segundos
}
```

Fuente propia.

La Figura 6 presenta la configuración de la banda elástica, que asegura los sensores en una posición adecuada para obtener lecturas consistentes y precisas del peso del garrafón.

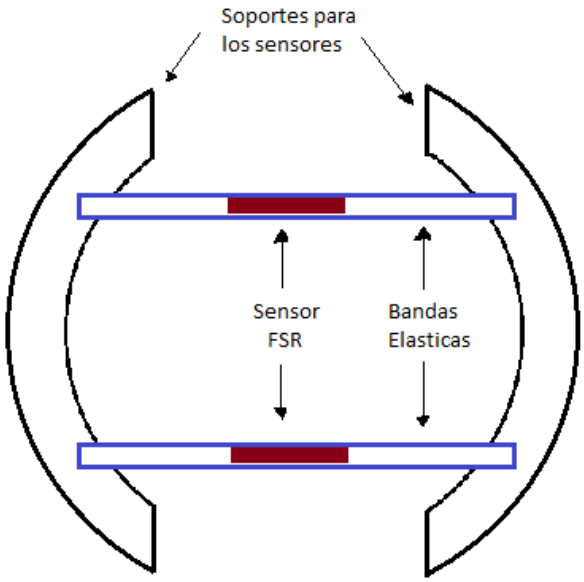
Figura 6
Banda elástica



Fuente propia.

En la Figura 7 se detalla la disposición de la banda elástica con dos soportes, lo cual proporciona estabilidad al sistema y ayuda a mantener una medición confiable del nivel de agua.

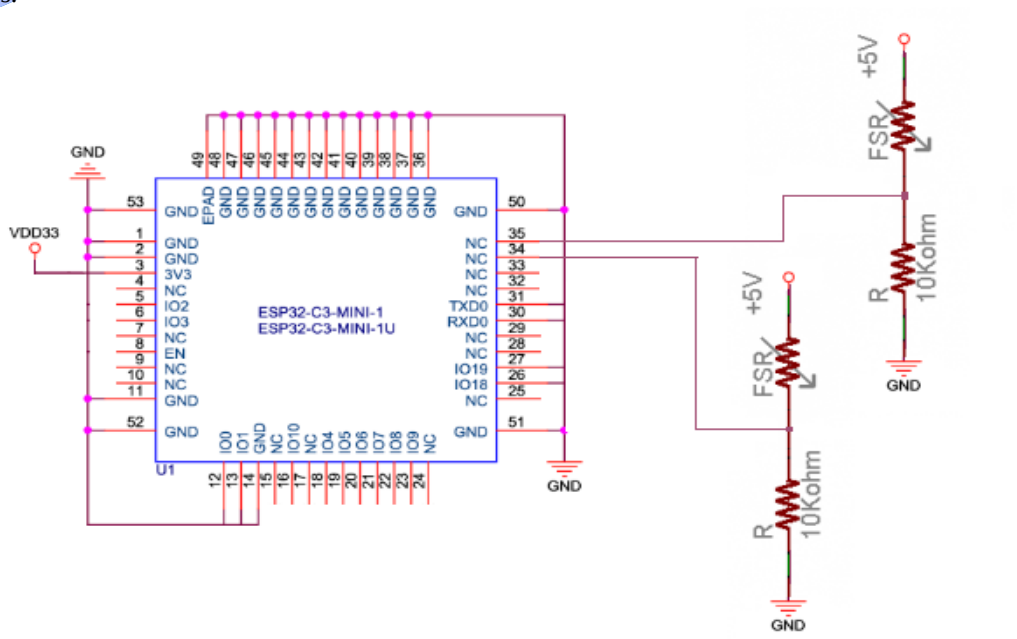
Figura 7
Banda elástica con dos soportes.



Fuente propia.

La Figura 8 describe el diagrama de conexiones del sistema, mostrando cómo se enlazan el ESP32 y el sensor FSR para lograr una integración efectiva y un flujo de datos continuo.

Figura 8
Diagrama de conexiones.



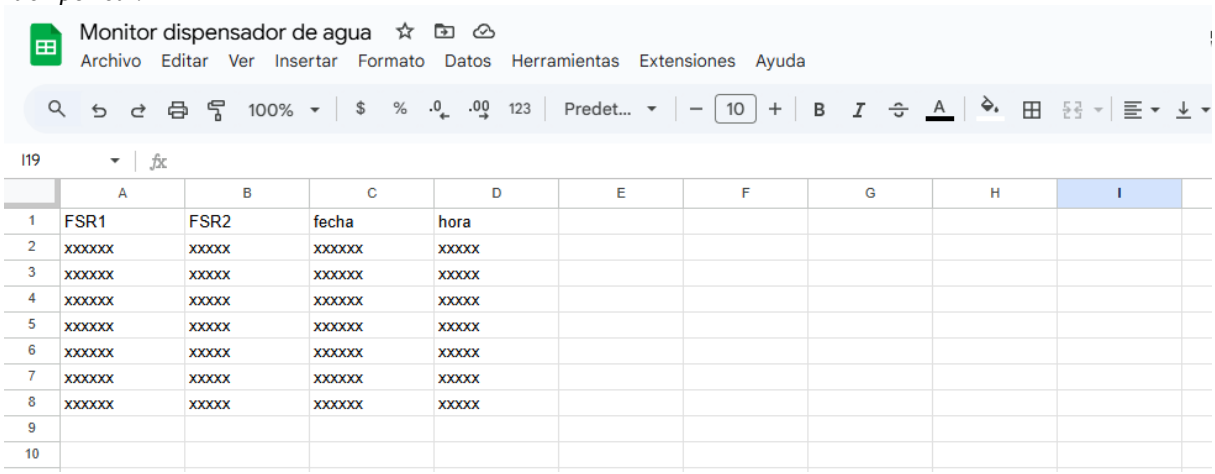
Fuente propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados generales obtenidos demuestran que el sistema desarrollado es capaz de monitorear en tiempo real el nivel de agua en dispensadores mediante el sensor FSR. Los datos enviados a Google Sheets permiten una visualización continua del nivel de agua y el consumo diario, proporcionando estadísticas útiles para la optimización del uso del recurso. La tabla incluida en los resultados muestra una correlación positiva entre las mediciones del sistema y el nivel real del agua en diferentes condiciones, lo cual valida la precisión del sistema y confirma su eficacia en la predicción de los momentos de reemplazo del garrafón.

En la Figura 9 se ilustra el sistema de monitoreo en tiempo real en Google Sheets, donde los datos sobre el nivel de agua y el consumo diario se actualizan automáticamente para facilitar el seguimiento del recurso.

Figura 9
Monitoreo en tiempo real.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	FSR1	FSR2	fecha	hora					
2	xxxxxx	xxxxx	xxxxxx	xxxxx					
3	xxxxxx	xxxxx	xxxxxx	xxxxx					
4	xxxxxx	xxxxx	xxxxxx	xxxxx					
5	xxxxxx	xxxxx	xxxxxx	xxxxx					
6	xxxxxx	xxxxx	xxxxxx	xxxxx					
7	xxxxxx	xxxxx	xxxxxx	xxxxx					
8	xxxxxx	xxxxx	xxxxxx	xxxxx					
9									
10									

Fuente propia.

CONCLUSIÓN

La implementación del sistema embebido para monitorizar niveles de agua en dispensadores representa un avance significativo en la gestión eficiente del recurso en entornos domésticos y comerciales. Este sistema, basado en el microcontrolador ESP32 y sensores de presión, demostró ser una solución accesible y de bajo costo que facilita al usuario un monitoreo en tiempo real del nivel de agua, permitiendo anticipar el reemplazo del garrafón y evitando así el desabasto imprevisto.

Este trabajo subraya la relevancia de emplear tecnologías IoT para resolver problemas cotidianos de manera efectiva. Además, este sistema tiene el potencial de ser ampliado con funcionalidades adicionales, como alertas móviles o integración con sistemas de gestión de recursos en el hogar. Los resultados obtenidos sientan una base sólida para el desarrollo de futuras investigaciones que busquen mejorar la precisión de la medición, implementar alertas inteligentes y adaptar la tecnología a otros líquidos o sistemas de dispensación. En suma, el sistema propuesto no solo contribuye al ahorro de agua y eficiencia, sino que también abre posibilidades para innovaciones en la automatización del hogar.

BIBLIOGRAFÍA

Beningo, J. (21 de 01 de 2020). *Digikey*. Obtenido de https://www.digikey.com.mx/es/articles/how-to-select-and-use-the-right-esp32-wi-fi-bluetooth-module?srsltid=AfmBOop6T-zVLHFQwMM3o303fSlvLbG9PH_zMR3ExMUsx4lbgpH6kbxx

Braga, N. C. (s.f.). *Instituto NCB*. Obtenido de https://www.incb.com.mx/index.php/articulos/53-como-funcionan/4920-conozca-los-sensores-de-fuerza-fsr-art728s

UNIT Electronics. (s.f.). Obtenido de https://uelectronics.com/producto/esp32-c3-supermini-tipo-c-tarjeta-de-expansion/#:~:text=El%20ESP32%2DC3%20SuperMini%20es,un%20cable%20USB%20tipo%20C.

UNIVERSAL-SOLDER. (s.f.). Obtenido de https://universal-solder.ca/esp32-c3-super-mini-development-module-4mb/

Actualización del control de un centro de maquinado vertical de CNC

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.813

José Alfredo Martínez Mercado[1], Claudia Elena Seguy Fernandez[2], Miriam Zulema González Medrano[3], Rosendo De Luna Álvarez[4], Juan Jaime Serrano Torres[5], José Santiago Martínez Soto[6]

[1]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila/ José Alfredo Martínez Mercado, jmartinez@utnc.edu.mx*
[2]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila/ Claudia Elena Seguy Fernández, cseguy@utnc.edu.mx*
[3]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila/ Miriam Zulema González Medrano, mgonzalez@utnc.edu.mx*
[4]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila/ Rosendo De Luna Álvarez, rdeluna@utnc.edu.mx*
[5]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila/ Juan Jaime Serrano Torres, jserrano@utnc.edu.mx*
[6]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila/ José Santiago Martínez Soto, smartinez@utnc.edu.mx*

Línea de investigación: Reingeniería

Resumen

La tecnología de Control Numérico por Computadora CNC, ha experimentado una evolución significativa a lo largo de su historia, gracias a sus avances tecnológicos se ha convertido en una herramienta fundamental en la industria del mecanizado, se propone la actualización del control de un Centro de Maquinado Vertical CNC que se encuentra en estado de obsolescencias, la maquina cuenta con un área de trabajo con recorridos de ejes de 225 mm en X, 150 mm en Y y 140 mm Z, la mesa de la máquina mide 410 mm x 130 mm, lo que ofrece una superficie estable para diversas tareas de fresado. Se realiza un diagnóstico del estado de la maquina CNC en donde se obtiene un resultado favorable de los elementos que la componen como ejes, baleros, motores así como la estructura de la máquina herramienta, se diseña el sistema electrónico y de control, se enlaza el hardware con el software para que este último se encargue de interpretar los diseños digitales y convertirlos en instrucciones que la maquina pueda seguir, en su conjunto este equipo tiene la capacidad de recibir y ejecutar instrucciones complejas y de alta precisión.

Palabras clave: Actualización, Control, CNC, Mecanizado, Programación

Abstract

CNC Computer Numerical Control technology has experienced a significant evolution throughout its history, thanks to its technological advances, it has become a fundamental tool in the machining industry, it is proposed to update the control of a Machining CenterVertical CNC that is in a state of obsolescence, the machine has a work area with axis travel of 225 mm in X, 150 mm in Y and 140 mm Z, the machine table measures 410 mm x 130 mm, which offering a stable surface for various milling tasks. A diagnosis of the state of the CNC machine is carried out where a favorable result is obtained from the elements that compose it such as axes, bearings, motors as well as the structure of the machine tool, the electronic and control system is designed, the hardware with the software so that the latter is responsible for interpreting the digital designs and converting them into instructions that the machine can follow. As a whole, this equipment has the capacity to receive and execute complex and high-precision instructions.

Keywords: Update, Control, CNC, Machining, Programming

INTRODUCCIÓN

Un sistema de control numérico es el uso de una computadora, para controlar y monitorear los movimientos de una máquina herramienta, entre esas máquinas, tanto estáticas como portátiles, podemos mencionar: fresadora, torno, rectificadora, máquina de corte por láser, por chorro de agua o por electroerosión, estampadora, prensa y brazo robotizado. Se presenta la rehabilitación del control de un Centro de Maquinado Vertical CNC que se encuentra en obsolescencia, debido a que su sistema ya no está funcional y no se logra establecer la comunicación entre esta y el terminal de programación (PC), se plantea realizar el aprovechamiento del sistema mecánico, por medio de la actualización de la etapa de control electrónica, realizando la adaptación con su etapa de potencia, que aún está funcionando correctamente. Con uso de la ingeniera inversa se hace el análisis de todos los componentes electrónicos de control, de potencia y los diferentes sistemas mecánicos realizando una inspección visual. El control se realizará por medio de un controlador Arduino y driver para el control de los motores de cada eje.

DESARROLLO

La tecnología CNC funciona gracias a un controlador instalado en las máquinas que poseen este tipo de tecnología, el controlador recibe las órdenes de fabricación a través del ordenador y el las transforma en impulsos eléctricos que activarán las partes de la máquina CNC para que pueda ponerse a trabajar. El Control Numérico por Computadora se refiere a que la máquina es capaz de medir, automatizar y controlar sus propios procesos (Centric, 2021). Se tiene la necesidad de actualizar el control del centro de maquinado vertical 190, para eso se sigue un proceso evaluación, diseño, comunicación y puesta en marcha del equipo.

OBJETIVO GENERAL

Actualizar el control de un Centro de Maquinado Vertical CNC, rediseñando su sistema electrónico y de control y utilizando software de alta gama para el diseño y control de la máquina.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el estado actual del equipó (Hardware).
- Diseñar el sistema electrónico y de control.
- Enlaza el hardware con el software para que este último se encargue de interpretar los diseños digitales y convertirlos en instrucciones que la maquina pueda seguir.
- Puesta en marcha y verificar el funcionamiento del equipo.

OBJETO DE ESTUDIO

Según el mantenimiento y el cuidado en la operación, una fresadora CNC básica puede durar de 10 a 15 años, mientras que un torno CNC más complejo puede durar hasta 20 años (Fifth Metal Industrial Co., LTD, 2023). El equipo que se propone es un Centro de Maquinado Vertical de la marca Boxford que tiene más de 26 años de existencia en la Universidad y más de 10 años sin funcionar.

METODOLOGÍA

El 190VMC es un centro de mecanizado vertical compacto de sobremesa operado mediante control por PC. Diseñada para fabricar componentes de máquinas a partir de una variedad de materiales, incluidos acero dulce, aleaciones, plásticos y materiales sintéticos, esta herramienta versátil es una excelente herramienta para cualquier proyecto. (Boxford Holding Ltd, 2023). La Figura 1 corresponde al equipo como objeto de estudio, con número de Modelo VMC- 190, serial No. 3/2000/7374, que se encuentra sin funcionar por haber cumplido su vida útil.

Figura 1

Centro de Maquinado Vertical – 190

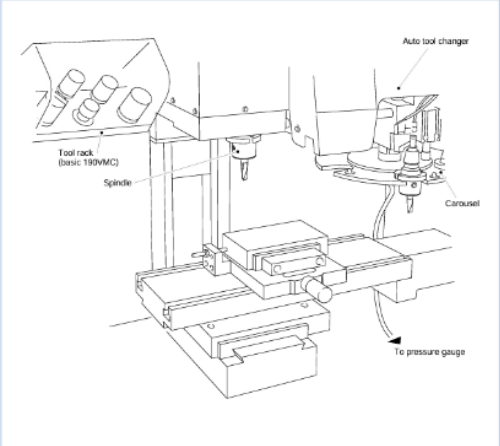


Fuente: propia

En la figura 2 se muestra un carrusel que facilita el almacenamiento de hasta 5 portaherramientas y herramientas de corte asociadas, cabe mencionar que este mecanismo será eliminado y no se tomará en cuenta para su actualización.

Figura 2

Ejes y herramientas



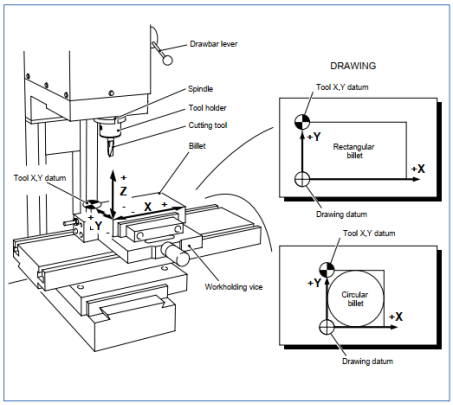
Fuente: https://es.scribd.com/document/443597212/CNCMilling-boxford-pdf

FASES DEL DESARROLLO

Se describen los pasos del desarrollo para actualizar el control de Centro de Maquinado Vertical, se evalúa el estado actual del equipó (Hardware), en la figura 3 se muestra de forma gráfica la estructura de la máquina y el movimiento de la herramienta en los ejes X, Y y Z, que son manipulados de forma independiente través de motores a paso nema 23-3Amp-120Ncm (Centric, 2021).

Figura 3

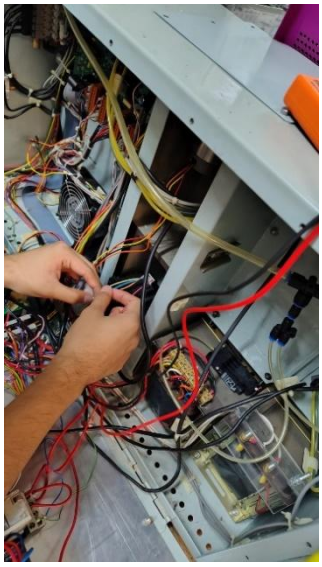
Ejes y herramientas



Fuente: https://es.scribd.com/document/443597212/CNCMilling-boxford-pdf

Cabe mencionar que se realizaron las siguientes pruebas eléctricas: la resistencia entre los pines de cada bobina. Los tres motores paso a paso NEMA 23 son de 4 cables, 2 bobinas en donde los valores de resistencia están entre el rango de 1 a 5 ohmios para cada bobina. Y por último la prueba de funcionamiento para comprobar que el motor funciona correctamente a las señales del Arduino. Véase la figura 4.

Figura 4
Prueba eléctrica

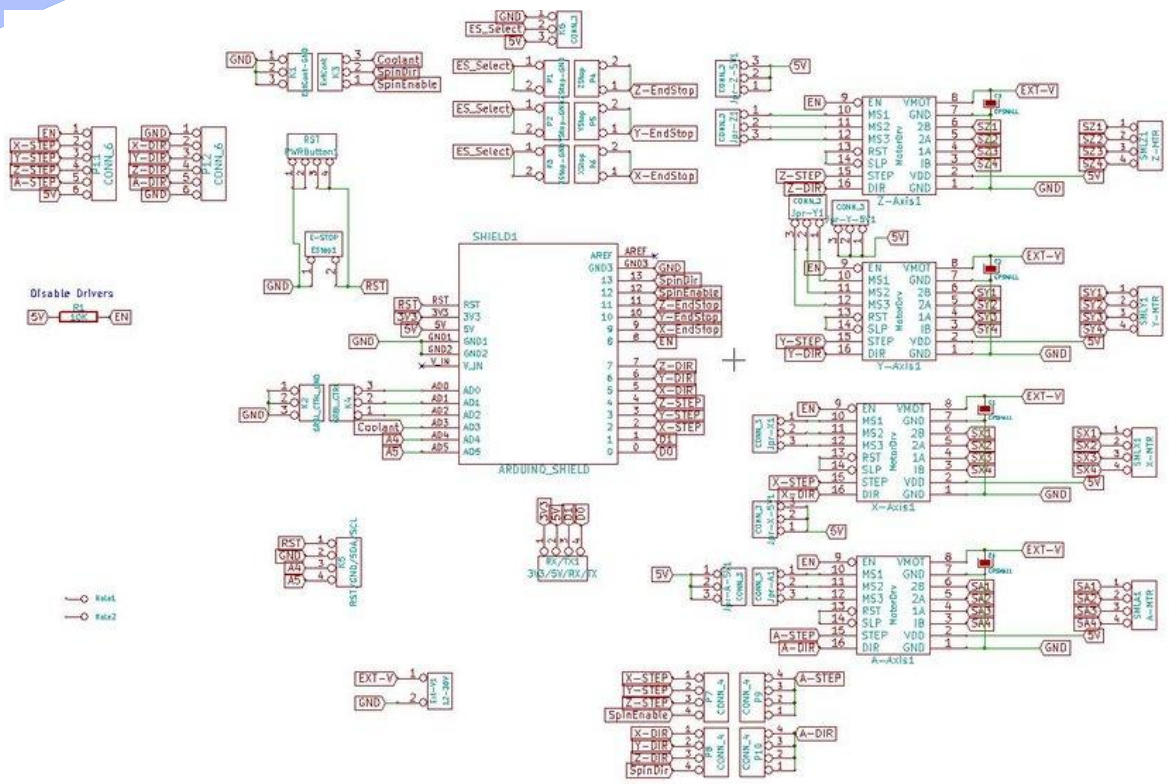


Fuente: propia

Diseñar el sistema electrónico y de control, se conecta la placa ARDUINO 1 con los Drives y los motores a paso NAME 23. (UNIT ELECTRONICS, s.f.)

Diagrama eléctrico
El controlador CNC está formada exclusivamente por un Arduino Uno, el cual se le cargó una librería llamada GRBL que es la encargada de convertir el diseño de las piezas a realizar en CODIGO G. En la figura 5 se muestra el Esquema entre el Arduino Uno Rev 3 y el Shield CNC.
El sistema de control cuenta con las siguientes especificaciones técnicas: Voltaje de alimentación (potencia): 12V-36V DC, Shield compatible con Arduino Uno R3 y Arduino Leonardo, Compatible con firmware GRBL , Soporta hasta 4 ejes independientes (X, Y, Z y duplicar uno de los anteriores o crear un eje a medida con los pines D12 y D13), Conexión para 2 finales de carrera por cada eje (6 en total), Habilitador y dirección de Spindle, Habilitador de refrigerante (coolant), Diseñado para drivers Pololu A4988 o DRV8825, Jumpers para configurar el micro-stepping de los drivers, Los motores se pueden conectar usando header o Molex hembra de 4 pines y un Fusible en placa.

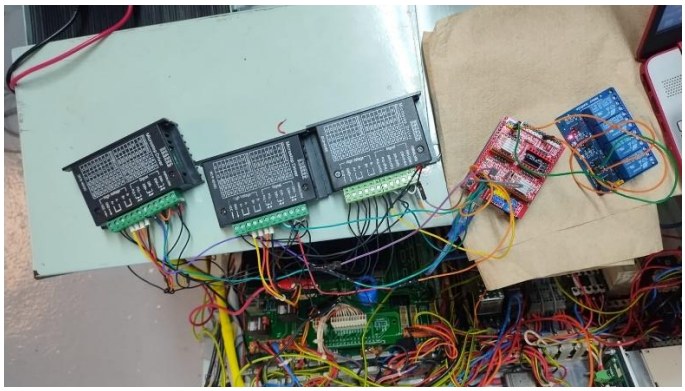
Figura 5
Esquema entre el Arduino Uno Rev 3 y el Shield CNC



Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-21-Esquematico-entre-el-Arduino-UNO-Rev-3-y-el-Shield-CNC_fig8_362344294

Los drivers son los elementos electrónicos que reciben las señales digitales de baja potencia del controlador y las convierten en las señales analógicas de alta potencia que los motores necesitan, entre las características y funcionalidades más importantes que se tomaron en cuenta del driver TB6600 es el voltaje de operación (48 VCD), la corriente de salida (3 Amperes) y el rango de micro pasos (paso completo, 1/2 paso, 1/4 de paso, 1/8 de paso, 1/16 de paso, 1/32 de paso y 1/64). En la figura 6 de muestra la imagen de los Drivers de motores de paso de proyecto.
La correcta elección de los drivers es muy importante, tanto por capacidad y funcionalidades como por su correcto funcionamiento junto con los motores concretos que se utilizan.

Figura 6
Drivers de motores de paso



Fuente: propia
Software de diseño Vectric Aspire

Vectric Aspire es un software de diseño y fabricación CNC que combina herramientas 2D y 2.5D con funcionalidades de diseño 3D para crear modelos de relieve y máquinas con estrategias de mecanizado 3D. Esto permite a los usuarios crear partes complejas con facilidad y precisión.
Características:
- Diseño 3D: Crea modelos de relieve y maquinados con estrategias de mecanizado 3D.
- Herramientas de dibujo: Conjunto completo de herramientas de dibujo para crear vectores desde cero o editar datos importados.
- Edición de imágenes: Edita imágenes importadas ajustando contraste, brillo y gama.
- Importación de datos: Importa datos de otros programas de diseño utilizando formatos de archivo estándar de la industria.
- Simulación y visualización: Simula y visualiza el proceso de mecanizado para asegurar resultados precisos.

Funcionalidades avanzadas:
- Modelado 3D: Crea formas en 3D complejas con herramientas interactivas.
- Texturizado: Crea texturas y patrones repetitivos para aplicar a modelos 3D.
- Segmentación 3D: Divide modelos 3D en partes para ensamblaje y mecanizado.
- Creación de litofanias: Convierte imágenes en texturas 3D para crear litofanias de alta calidad.

Pasos para crear un diseño y exportarlo a formato G-Code:

Crear un diseño

1. Abre Vectric Aspire y selecciona el tipo de proyecto (2D, 2.5D o 3D).
2. Crea un nuevo diseño utilizando las herramientas de dibujo (líneas, curvas, formas, texto, etc.).
3. Importa imágenes o vectores existentes para utilizarlos en el diseño.
4. Utiliza las herramientas de edición para ajustar y refinar el diseño.

Preparar para mecanizado

1. Selecciona el tipo de mecanizado (corte, grabado, etc.).
2. Configura los parámetros de mecanizado (velocidad, profundidad, etc.).
3. Selecciona la herramienta de mecanizado adecuada.
Exportar a G-Code

1. Selecciona "Archivo" > "Exportar" > "G-Code".
2. Selecciona el formato de G-Code deseado (por ejemplo, GRBL, Mach3, etc.).
3. Configura los parámetros de exportación (unidades, decimal, etc.).
4. Selecciona la ruta de exportación y nombre del archivo.

Opciones de exportación

- G-Code Flavor: selecciona el formato de G-Code específico para tu controlador CNC.
- Unidades: selecciona las unidades de medida (mm o pulgadas).
- Decimal: selecciona el número de decimales para los valores de coordenada.
- Velocidad: selecciona la velocidad de mecanizado.

Verificar y editar el G-Code

1. Abre el archivo G-Code en un editor de texto.
2. Verifica que el código sea correcto y sin errores.
3. Edita el código si es necesario.
Cargar el G-Code en el controlador CNC
1. Carga el archivo G-Code en el controlador CNC (LaserGRBL).
2. Configura el controlador CNC según las especificaciones del archivo.

Software de control Laser GRBL
GRBL es un software de control CNC que se utiliza comúnmente en máquinas láser, CNC y otras máquinas de fabricación digital.
Características:

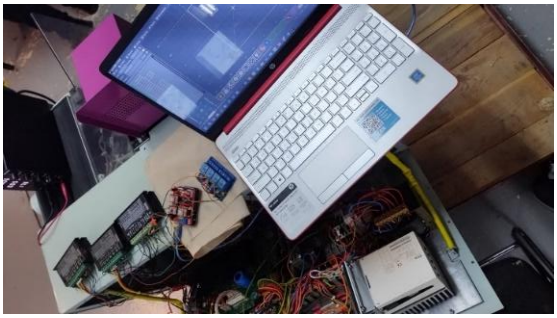
- Control CNC: GRBL es un software de control CNC que permite controlar la máquina láser o CNC.
- Lenguaje G-Code: GRBL utiliza el lenguaje G-Code para recibir instrucciones de movimiento y ejecutarlas.
- Interfaz gráfica: La interfaz gráfica de GRBL permite visualizar el movimiento de la máquina y ajustar parámetros.
- Soporte para máquinas láser: GRBL es compatible con máquinas láser y permite controlar la potencia del láser.
- Soporte para CNC: GRBL es compatible con máquinas CNC y permite controlar la velocidad y dirección de los ejes.

Funcionalidades avanzadas:
- Movimiento lineal y circular: GRBL permite realizar movimientos lineales y circulares precisos.
- Control de velocidad: GRBL permite ajustar la velocidad de la máquina láser o CNC.
- Control de aceleración: GRBL permite ajustar la aceleración de la máquina láser o CNC.
- Soporte para archivos SVG y DXF: GRBL permite importar archivos SVG y DXF para realizar diseños complejos.
- Simulación: GRBL permite simular el movimiento de la máquina antes de ejecutarlo.

Ventajas:
- Fácil de usar: GRBL es fácil de usar, incluso para usuarios sin experiencia en CNC.
- Flexible: GRBL es compatible con diversas máquinas láser y CNC.
- Personalizable: GRBL permite ajustar parámetros y personalizar la configuración.
- Gratuito: GRBL es un software gratuito y de código abierto.

En la figura 7 se observa la conexión de una placa Arduino al software LASER GRBL mediante una computadora portátil, junto con varios componentes electrónicos y cableado.

Figura 7
Enlace de la placa ARDUINO 1 con el Software LASER GRBL.



Fuente: propia

Puesta en marcha y verificar el funcionamiento del equipo.
Configuración del hardware:
1. Conecta la tarjeta de expansión CNC al Arduino Uno.
2. Conecta los motores a pasos a la tarjeta de expansión CNC.
3. Conecta la fresadora CNC a los motores a pasos.
4. Conecta la fuente de alimentación al Arduino y a la tarjeta de expansión CNC.

Configuración del software:
1. Descarga e instala el Arduino IDE.
2. Descarga la versión compatible de GRBL para Arduino.
3. Abre el archivo GRBL.ino en el Arduino IDE.
4. Configura los parámetros de GRBL según las especificaciones de tu fresadora CNC.
5. Carga el código GRBL en el Arduino Uno.

Conexión y comunicación:
1. Conecta el Arduino Uno a tu computadora mediante un cable USB.
2. Abre el software GRBL en tu computadora.
3. Configura la conexión serie (UART) en GRBL para comunicarse con el Arduino.
4. Establece la velocidad en baudios y el número de datos según la configuración de tu Arduino.
5. Envía el código G-Code desde GRBL al Arduino para controlar la fresadora CNC.

Pasos para enviar código G-Code:
1. Crea un archivo de texto con el código G-Code para la fresadora CNC.
2. Abre el archivo en GRBL.
3. Selecciona la conexión serie (UART) configurada anteriormente.
4. Haz clic en "Enviar" para enviar el código G-Code al Arduino.
5. La fresadora CNC ejecutará el código G-Code recibido.
Proceso de interpretación de la librería GRBL con un diseño para máquina CNC:

1. Recepción de archivo G-Code:
El archivo G-Code contiene las instrucciones para la máquina CNC. El archivo se envía desde un software de diseño CAD/CAM o un editor de texto.

2. Lectura del archivo G-Code:
El Arduino Uno lee el archivo G-Code línea por línea mediante la librería GRBL.

3. Interpretación de comandos G-Code:
GRBL interpreta cada línea del archivo G-Code y ejecuta los comandos correspondientes. Los comandos G-Code incluyen:
- Movimiento lineal (G1).
- Movimiento circular (G2).
- Movimiento rápido (G0).
- Activación/Desactivación del Spindle (M3/M5).
- Cambio de herramienta (T).

4. Conversión a movimientos de motor:
GRBL convierte los comandos G-Code en movimientos de motor para la máquina CNC. Esto incluye:
- Movimiento de los ejes X, Y e Z.
- Rotación del Spindle.
- Activación/Desactivación de la herramienta.

5. Envío de señales de control:
El Arduino Uno envía señales de control a los drivers de motor para ejecutar los movimientos correspondientes.

6. Ejecución del movimiento:
La máquina CNC ejecuta el movimiento según las señales de control recibidas.

7. Retroalimentación:
La máquina CNC envía señales de retroalimentación al Arduino Uno para confirmar la ejecución del movimiento.

Librerías involucradas en el proceso:
- GRBL: librería de control CNC para Arduino.
- Arduino IDE: entorno de desarrollo para Arduino.
- AccelStepper: librería para control de motores paso a paso.

Formatos de archivo G-Code compatibles:
- ASCII.
- Binary.
- NC (Numerical Control).

Software de diseño CAD/CAM compatibles:
- Vectric Aspire.
- Autodesk Fusion 360.
- SolidWorks.
- SketchUp.
- Blender.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Mejora en la precisión: La librería GRBL permite una mayor precisión en el control de los movimientos, lo que se traduce en una mejor calidad en los productos fabricados.
2. Incremento en la velocidad: La velocidad de mecanizado se puede aumentar significativamente gracias a la capacidad de procesamiento del Arduino Uno y la optimización del código GRBL.
3. Reducción de costos: El reacondicionamiento de hardware obsoleto y la adición de Arduino Uno y GRBL reduce significativamente el costo de actualización de la máquina CNC.
4. Mayor flexibilidad: La librería GRBL permite la personalización de la máquina CNC para adaptarse a diferentes materiales y procesos de mecanizado.
5. Interfaz de usuario mejorada: La implementación de una interfaz de usuario gráfica en el Arduino Uno facilita la operación y configuración de la máquina CNC.

CONCLUSIÓN

La actualización de una máquina CNC con hardware obsoleto utilizando Arduino Uno y GRBL es viable y efectiva, la combinación de hardware y software permite una mayor eficiencia en la producción y reducción de tiempos de mecanizado. La integración de tecnologías de código abierto como GRBL y Arduino Uno fomenta la innovación y la personalización en la industria manufacturera, además la reutilización de hardware obsoleto reduce el desperdicio electrónico y promueve la sostenibilidad en la producción. La utilización de tecnologías de código abierto y hardware accesible hace que la actualización de máquinas CNC sea más accesible para pequeñas y medianas empresas.

En resumen, la actualización de una máquina CNC con hardware obsoleto utilizando Arduino Uno y la librería GRBL es una opción viable y efectiva para mejorar la eficiencia, precisión y flexibilidad en la producción. Sin embargo, es importante considerar los desafíos asociados con la integración de tecnologías.

BIBLIOGRAFÍA

Boxford Holding Ltd. (2023). Obtenido de https://www.boxford.co.uk/cnc-machining-centres-190vmcxi/

Centric. (21 de 12 de 2021). Obtenido de https://centricdemexico.com/maquina-cnc/

Fifth Metal Industrial Co., LTD. (26 de 02 de 2023). Obtenido de https://www.dgcncmachining.com/news/how-long-does-a-cnc-machine-last-65824809.html

Programming Manual. (s.f.). Obtenido de https://es.scribd.com/document/443597212/CNCMilling-boxford-pdf

Soriano, A. (07 de 2022). Implementación de un sistema mecánico-eléctrico para el registro de imagenes hiperesprectrales. *CF4E2 A - LABORATORIO DE FÍSICA AVANZADA*, 10. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/362344294_Implementacion_de_un_sistema_mecanico-electrico_para_el_registro_de_imagenes_hiperespectrales

UNIT ELECTRONICS. (s.f.). Recuperado el 2024, de https://uelectronics.com/producto/nema-23-motor-a-pasos-ok57h18112a/?srsltid=AfmBOopq2Oj-v1l-xWJGQHJHUuHVLHZOnd8rXaqR32_cLD3Q6nt1yunB

Inclusión de infancias de medios rurales en áreas STEM

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.841

Idalia Rubí Flores Cisneros[1], María del Socorro Piedra Castañeda[2], Edgar Rubén Morales Roldán[3]

[1]*Universidad Tecnológica de Poanas, e-mail: idalia.flores.cisneros@gmail.com*
[2]*Universidad Tecnológica de Poanas, e- mail mariapiedra080993@gmail.com*
[3]*Universidad Tecnológica de Poanas, e-mail: ruben12500@hotmail.com* .

Línea de investigación: Estrategias Tecnológicas Y comerciales para el crecimiento económico de la región/ Inclusión de niños de medios rurales en áreas STEM

Resumen

La investigación titulada “Inclusión de infancias de medios rurales en áreas STEM” se centró en la realización de un diagnóstico sobre los factores que afectan la integración de niños de comunidades rurales en áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) en el nivel básico. El estudio tuvo como objetivo diagnosticar destrezas que los niños a edades tempranas deben reunir en dichas áreas y ayudar a reducir la brecha digital existente entre escuelas urbanas y rurales, derivados del contexto en el que se forman académicamente.

El caso de estudio se realizó en la Escuela Primaria Felipe Ángeles, ubicada en la localidad de la Villita de San Atenógenes, Poanas, Durango, involucrando a estudiantes de sexto grado de primaria. La metodología utilizada fue cuantitativa con un enfoque descriptivo, a través, de la aplicación de actividades y experimentos en áreas STEM para evaluar el nivel de habilidades y conocimiento de los alumnos; mediante encuestas se realizaron preguntas detonantes que ayudaron a concluir satisfactoriamente la investigación donde se determinaron las bases académicas de los niños.

Palabras clave: Niños, Rurales, STEM

Abstract

The study, "Inclusion of rural children in STEM", focused on conducting a diagnosis of the factors affecting the inclusion of rural children in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) at the elementary level. The study aimed to diagnose the skills that children should have at an early age in these areas and to help reduce the existing digital divide between urban and rural schools, derived from the context in which they are academically educated.

The case study was conducted at the Felipe Ángeles Elementary School, located in the town of La Villita de San Atenogenes, Poanas, Durango, and involved students in the sixth grade of elementary school. The methodology used was quantitative with a descriptive approach, through the application of activities and experiments in STEM areas to evaluate the level of skills and knowledge of the students; through surveys, triggering questions were asked that helped to successfully complete the research where the academic bases of the children were determined.

Keywords: Kids, Rural, STEM

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Delgado (2024) la educación STEM es un conjunto de varias disciplinas como lo son Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas que pretende acondicionar a los alumnos para enfrentar los problemas del mundo actual. También forma habilidades del pensamiento crítico, solución de problemas y creatividad.

A partir de la integración de las tecnologías al proceso de enseñanza aprendizaje en nivel educativo básico, las habilidades docentes, la infraestructura de las escuelas y las propias habilidades de los alumnos requirieron una mejora significativa, no solo en el medio urbano si no en el rural, así mismo la deficiencia de ciencias exactas como lo son las matemáticas, la ingeniería y la ciencia y el acceso a un servicio de calidad educativo en escuelas públicas de regiones rurales, dificulta la integración de la niñez en estas áreas. Si bien es sabido existe una brecha digital entre escuelas públicas rurales con escuelas públicas urbanas en cuanto al acceso y la infraestructura de laboratorios de ciencias, computacionales y docentes lo suficientemente preparados para ello. Acorde a Semanticscholar(2022). Durante la pandemia, se evidenció una brecha digital considerable; solo el 25% de los estudiantes rurales tuvo acceso a dispositivos adecuados para la educación a distancia, frente al 75% en zonas urbanas En la presente investigación se describen los factores que influyen en la disponibilidad de recursos educativos, infraestructuras tecnológicas y docentes capacitados, así como que tanto afecta un entorno socioeconómico en el desarrollo de las habilidades STEM de los niños.

DESARROLLO

La metodología utilizada en este estudio fue la cuantitativa con un enfoque descriptivo donde se pretende diagnosticar las habilidades de las infancias de la comunidad de la Villita de San Atenógenes en el municipio de Poanas, Durango, en la escuela Felipe Ángeles donde se llevó a cabo una serie de actividades en las distintas áreas STEM para realizar el diagnóstico del nivel de cada área.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un diagnóstico sobre los factores que influyen en la inclusión de la niñez rural del municipio de Poanas en áreas STEM, identificando áreas de oportunidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Divulgar con los alumnos de 6to grado de primaria el significado de STEM.
- Promover actividades STEM en edades tempranas.
- Identificar nivel de habilidades digitales, ciencias e ingeniería de niños de nivel primaria en Poanas Durango.

JUSTIFICACIÓN

Hacer esta investigación será crucial para señalar y analizar de manera puntual las áreas de oportunidad que pueda tener la institución enfocado a la implementación de las áreas STEM en la educación básica. Por medio de este estudio, se darán a conocer los principales puntos que necesitan ser atendidos para garantizar que los infantes tengan un gran acercamiento a estas áreas específicas.

La formación temprana de STEM es importante para formar a las futuras generaciones para los nuevos retos de este siglo actual, por lo que tendrá una gran relevancia para la institución.

OBJETO DE ESTUDIO

La presente investigación se centra en analizar y promover la inclusión de estudiantes de sexto grado con edades entre 10 y 11 años con conocimientos básicos en Español, Inglés, Matemáticas, Ciencias Naturales, Geografía, Historia, Formación Cívica y Ética, de la Escuela Primaria Felipe Ángeles, ubicada en la localidad de la Villita San Atenógenes, Poanas, Durango, en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés). Se busca comprender las oportunidades, limitaciones y factores que influyen en el acceso de estos niños a contenidos y prácticas educativas en dichas áreas, considerando el contexto rural y las posibles barreras educativas y sociales propias de su entorno.

Esta investigación examinará tanto las actitudes y habilidades de los estudiantes hacia estas disciplinas a través de la realización de tres experimentos, aunado a los recursos y estrategias pedagógicas implementadas en la escuela, con el fin de identificar oportunidades que fortalezcan el aprendizaje STEM y fomenten la equidad educativa en zonas rurales.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en esta investigación es cuantitativa con un enfoque descriptivo ya que se adecua al problema que se busca solucionar, donde se recolectarán datos numéricos para comprender el objeto de estudio y poder realizar un diagnóstico.

- **ELABORACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se realizaron los instrumentos de medición para la investigación en las áreas de ciencias, tecnologías e ingeniería a continuación se muestra dichos instrumentos por áreas como se muestran en las figuras 1,2 y 3.

Figura 1
Encuesta del Área de Ciencias.
CIENCIAS BÁSICAS

FORMATO: ENCUESTA PARA NIÑOS DE 6° GRADO DE LA ESCUELA PRIMARIA FELIPE ÁNGELES EN LA VILLITA DE SAN ATENÓGENES.

Nombre del alumno:

Nombre del encuestador:

¿Te gustó la actividad de la creación de un Volcán de Lava?

SI	NO	MAS OMENOS

¿Las instrucciones que se te brindaron te parecieron claras y sencillas, si, no y por qué?

SI	NO

¿Conocías todos los ingredientes que se te proporcionaron, o ya los habías utilizado antes?

SI	NO	ALGUNOS

¿Conoces el resultado de combinar los ingredientes en el experimento?

SI	NO

¿Entendiste el objetivo del experimento?

SI	NO	MAS OMENOS

¿Terminaste en tiempo y forma el experimento?

SI	NO

Nota: Fuente elaboración propia.

Figura 2

Encuesta del Área de Tecnología.

Encuesta Diagnóstica para Evaluadores: Habilidades en Informática y Scratch

Objetivo: Evaluar las habilidades iniciales de los niños en informática y Scratch para la creación de un videojuego básico.

Sección 1: Habilidades Básicas de Informática

1. ¿El estudiante sabe encender y apagar la computadora de manera correcta?

a) Sí, lo hace de manera autónoma.

b) Sí, con poca orientación.

c) No, necesita asistencia completa.

2. ¿El estudiante puede abrir y cerrar programas sin ayuda?

a) Sí, lo realiza con confianza.

b) Sí, pero requiere orientación ocasional.

c) No, necesita ayuda en la mayoría de los casos.

3. ¿El estudiante sabe guardar y localizar archivos en la computadora?

a) Sí, lo hace con facilidad.

b) Sí, pero a veces necesita apoyo.

c) No, no sabe cómo hacerlo.

Sección 2: Familiaridad con Scratch

4. ¿El estudiante ha trabajado previamente con Scratch?

a) Sí, tiene experiencia en proyectos básicos.

b) Sí, pero con conocimientos limitados.

c) No, es su primera vez usando Scratch.

5. ¿El estudiante sabe cómo utilizar bloques de movimiento en Scratch?

a) Sí, puede mover sprites de forma autónoma.

b) Sí, pero con orientación.

c) No, necesita aprender esta funcionalidad.

6. ¿El estudiante puede cambiar fondos y sprites en Scratch?

a) Sí, lo hace sin problemas.

b) Sí, pero necesita algo de guía.

c) No, no tiene experiencia con esta función.

Sección 3: Resolución de Problemas

7. ¿El estudiante demuestra capacidad para identificar errores en sus proyectos de Scratch?

a) Sí, puede resolver problemas básicos por sí mismo.

b) Sí, con ayuda del evaluador.

c) No, no reconoce ni soluciona errores aún.

8. ¿El estudiante sabe cómo usar bloques de control como "si-entonces" o "repetir"?

a) Sí, los aplica correctamente.

b) Sí, pero necesita explicaciones adicionales.

c) No, no los ha usado antes.

Sección 4: Creatividad y Planeación

9. ¿El estudiante muestra interés en agregar elementos creativos (sonidos, fondos, personajes) a su videojuego?

a) Sí, propone ideas propias.

b) Sí, con orientación del evaluador.

c) No, aún no muestra esta habilidad.

10. ¿El estudiante puede seguir un plan básico para crear un videojuego en Scratch?

a) Sí, sigue instrucciones y aporta ideas.

b) Sí, pero necesita apoyo constante.

c) No, requiere guía en cada paso.

Nota: Fuente elaboración propia.

Figura 3

Encuesta del Área de Ingeniería.

Evaluación para la construcción del Puente de Da Vinci	SI	NO
Trabajo en equipo y cooperación		
Participación activa: Observa si cada niño aporta ideas y se involucra en el proyecto.		
Comunicación: Evalúa cómo se comunican entre sí, si escuchan a sus compañeros y expresan sus ideas con claridad.		
Distribución de roles: Verifica si son capaces de repartirse tareas y roles de manera equitativa y funcional.		
Apoyo mutuo: Analiza si se ayudan unos a otros cuando alguien encuentra un desafío o dificultad.		
Habilidades de resolución de problemas		
Identificación de problemas: Observa si se detectan dificultades en el proceso de construcción, como el equilibrio del puente o la estabilidad de las piezas.		
Propuestas de soluciones: Evalúa si sugieren ideas para resolver problemas y adaptan sus estrategias.		
Flexibilidad: Observa si son capaces de cambiar de enfoque cuando una solución no funciona.		
Planificación y organización		
Comprensión de instrucciones: Evalúa su habilidad para entender y seguir instrucciones sobre la construcción.		
Planificación de pasos: Observa si pueden organizar el proceso de construcción en etapas lógicas.		
Gestión del tiempo: Verifica si administran el tiempo de forma adecuada para completar el puente dentro del plazo dado.		
Motivación y perseverancia		
Interés en el proyecto: Nota si muestran entusiasmo y curiosidad por construir el puente.		
Perseverancia ante dificultades: Observa si persisten cuando enfrentan desafíos o si se frustran y abandonan.		
Autoevaluación: Evalúa si, al encontrar fallos, revisan lo que han hecho y buscan mejorar.		
Habilidades motoras y técnicas		
Destreza manual: Observa la habilidad para manipular las piezas de forma precisa y controlada.		
Capacidad de ensamblaje: Evalúa si entienden y aplican correctamente las técnicas necesarias para ensamblar las piezas.		
Seguridad: Verifica si manejan las piezas y el entorno con cuidado, respetando las normas de seguridad.		

Nota: Fuente elaboración propia

- **IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS**

Se invitó a los alumnos participantes en la investigación a las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Poanas para realizar las actividades diagnósticas, por áreas como se muestra en las figuras 4,5,6 y 7.

Figura 4
Presentación General a los Alumnos.



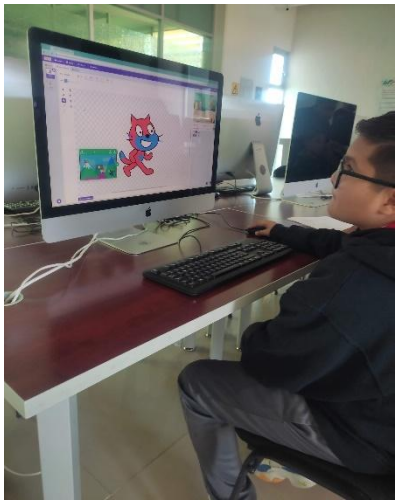
Nota: Fuente elaboración propia.

Figura 5
Actividad de Ciencias.



Nota: Fuente elaboración propia.

Figura 6
Actividad de Tecnología.



Nota: Fuente elaboración propia.

Figura 7
Actividad de Ingeniería.



Nota: Fuente elaboración propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de los resultados de la investigación se realizaron 3 diferentes actividades las cuales fueron aquellas que definieron el nivel de conocimiento en las áreas STEM, dando como resultado los siguientes puntos

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS

Gracias a la investigación en el área de Ciencias que se llevó a través de la realización de un experimento denominado "Volcán de Lava con Bicarbonato" dirigida a 16 alumnos de 6to grado de Primaria con el fin de fortalecer su interés y comprensión en dicho ámbito, se introdujo a los alumnos en principios básicos de reacciones químicas, obteniendo resultados relevantes en términos de conocimientos previos, comprensión del objetivo, y análisis del fenómeno observado.

A continuación, se muestran los resultados del análisis diagnóstico en habilidades de experimentación y comprensión de resultados del grupo:

Figura 8

Conocimientos Básicos de Ingredientes

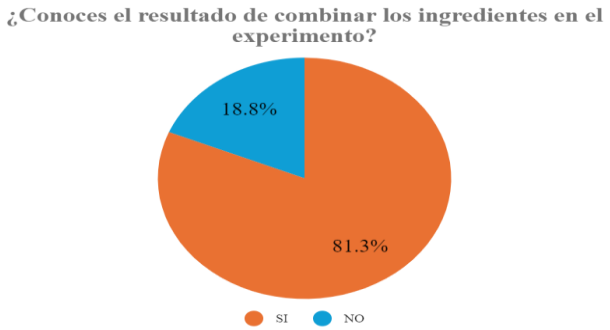


Nota: Fuente elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 8 el 87% de los niños conocían los ingredientes que se les proporcionaron o los utilizaron en alguna ocasión.

Figura 9

Comprensión de Resultados

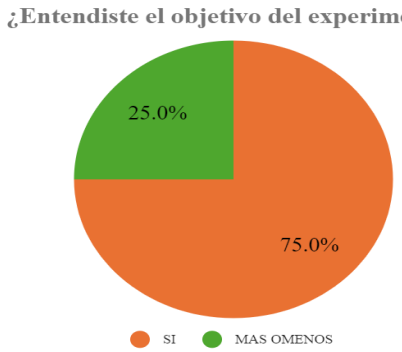


Nota: Fuente elaboración propia

El 81% de los estudiantes conocían lo que sucedió al realizar el experimento derivado de la combinación de ingredientes proporcionados como se muestra en la figura 9.

Figura 10

Comprensión del Objetivo



Nota: Fuente elaboración propia

En la figura 10 se observa que solo 12 de 16 niños encuestados entendieron el objetivo de la realización del experimento titulado “Volcán de Lava” con bicarbonato, lo que representa al 75%.

ESTRATEGIAS EN EL ÁREA DE CIENCIAS.

Una vez evaluada la información, se realizan las siguientes recomendaciones para la inclusión de niños en áreas de ciencias, mismas que les ayudarán a desarrollar sus conocimientos científicos, su capacidad de observación, análisis y experimentación:

- Que los docentes incluyan conceptos básicos de química, utilizando analogías simples que ayuden en la ampliación del aprendizaje de sus alumnos.
- Que los docentes fomenten la curiosidad científica en los alumnos, generando preguntas abiertas, motivando a los niños a conocer el mundo que los rodea y lo que hay en él.
- Generar variedad de experimentos que potencien las habilidades experimentales de los infantes, generando ciencia divertida y práctica, usando cosas comunes para demostrar conceptos científicos.
- Promover el aprendizaje colaborativo, como lo es el trabajo en equipo aunado a reforzar la parte social y el compañerismo.
- Es de suma importancia empezar a incluir herramientas tecnológicas, como aplicaciones educativas y videos o documentales.
- Que los profesores reconozcan los logros que hacen sus alumnos, incentivándolos y motivándolos, con alguna salida escolar, diploma, felicitación grupal, etc.

ÁREA DE TECNOLOGÍA

Es bien sabido que en el área de la tecnología se debe medir bastantes aspectos desde conocimientos básicos de informática como lo son encender y apagar equipos de cómputo de manera correcta, manejar archivos en la computadora y abrir y cerrar programas de manera correcta, además se realizó una actividad de programación por bloques en la plataforma de SCRATCH.

A continuación se muestran los resultados del análisis diagnóstico de habilidades computacionales del grupo :

Figura 11

Habilidades básicas de informática

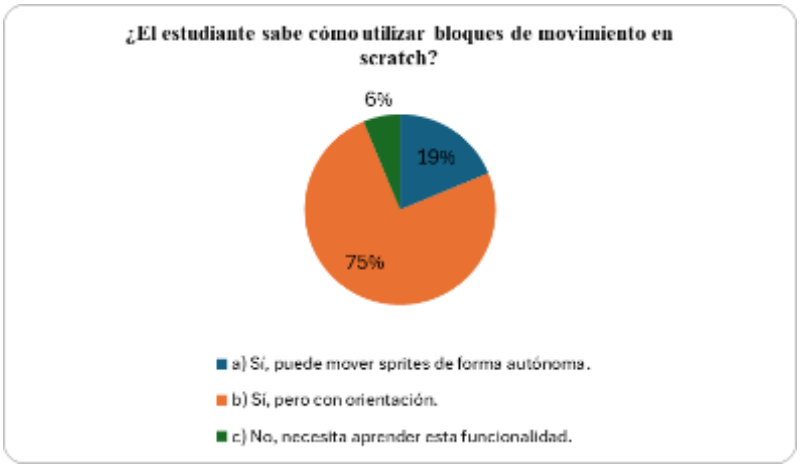


Nota: Fuente elaboración propia

En la figura 11 se puede observar que el 43% de los alumnos del estudio supieron con facilidad guardar y localizar archivos en la computadora, esto lleva a la comparación del 43.8% donde sí sabe, pero necesita atención, es decir, que más del 50% aún debe desarrollar habilidades básicas de computación como lo son el encender y apagar equipos y manipular archivos digitales.

Figura 12

Uso de Bloques de Movimiento en Scratch

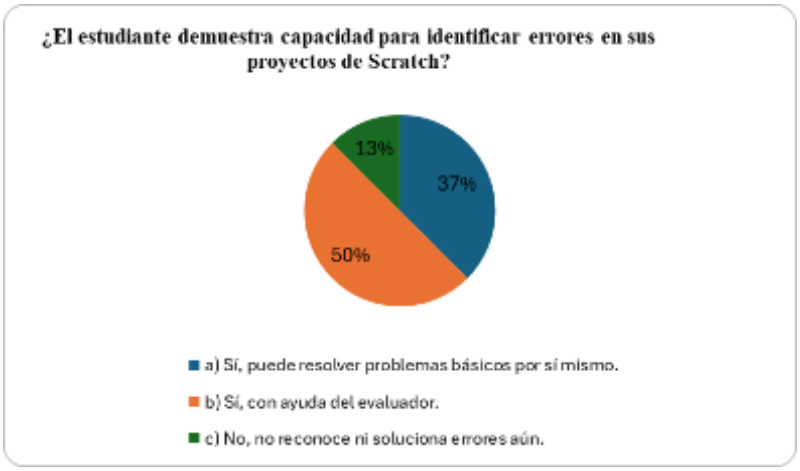


Nota: Fuente elaboración propia

En la figura 12 titulada uso de bloques de movimiento en Scratch, se puede observar que el 75% de los niños pudieron manipular, sin embargo, necesitaban asesoría continua, donde solo el 18.8% podía hacerlo de manera autómata.

Figura 13

Resolución de Problemas



Nota: Fuente elaboración propia

En la figura 13 se puede observar que el 50% de los niños fueron capaces de solucionar problemas con la creación del videojuego en la plataforma, sin embargo, requerirán constante asesoría, para hacer que los alumnos pudieran dar solución a problemas básicos en el desarrollo de la actividad.

ESTRATEGIAS EN EL ÁREA DE TECNOLOGÍAS

Una vez evaluada la información de las diferentes herramientas, se realizan las siguientes recomendaciones para la inclusión de niños en áreas de tecnologías de la información:

- Mantener capacitación continua de los docentes en áreas tecnológicas, como la informática básica y uso de plataformas digitales, así como conocimientos en la ética digital y comportamiento en dicho entorno.
- Inversión económica en infraestructura tecnológica comunitaria que permita a los niños acceso rápido y fácil a los equipos de cómputo actualizados conectados a internet, así como insumos básicos de robótica.

- Promover la inclusión de la informática como una materia de formación básica en todas las primarias.
- Desarrollo de concursos de Tecnologías de la información y robótica en niños de comunidades rurales incentivando el aprendizaje en el área tecnológica.
- Promover talleres comunitarios de informática básica.
- Implementación de herramientas digitales off line considerando que muchas comunidades rurales carecen actualmente de conexión a internet.
- Desarrollo de proyectos multidisciplinarios que incluya el manejo de la tecnología para el desarrollo de dichos proyectos.
- Encuentros entre niños y niñas de comunidades rurales y urbanas para el desarrollo de habilidades digitales a través del uso de plataformas en línea que permitan el trabajo en equipo y la colaboración.
- Incentivar a las empresas privadas a implementar programas sociales, becas y adquisición de equipos móviles para el desarrollo de habilidades digitales básicas en informática.
- Realizar actividades como foros de participación, mesas de trabajo con profesionistas en el área para destacar las ventajas de la inclusión de las habilidades digitales en los niños de ahora.

ÁREA DE INGENIERÍA

Acorde a Smith (2022) la ingeniería es la aplicación de principios matemáticos y científicos para dar soluciones prácticas a problemas reales, involucrando diseño, análisis y desarrollo de sistemas y estructuras.

Se tuvo un grupo de 16 niños de 6to de primaria que se dividió en 3 grupos (2 de 5 y uno de 6 niños), a cada grupo se les entregó las instrucciones y se les observó mientras hicieron el puente de Da Vinci. Donde a continuación se describen los criterios.

Figura 14.

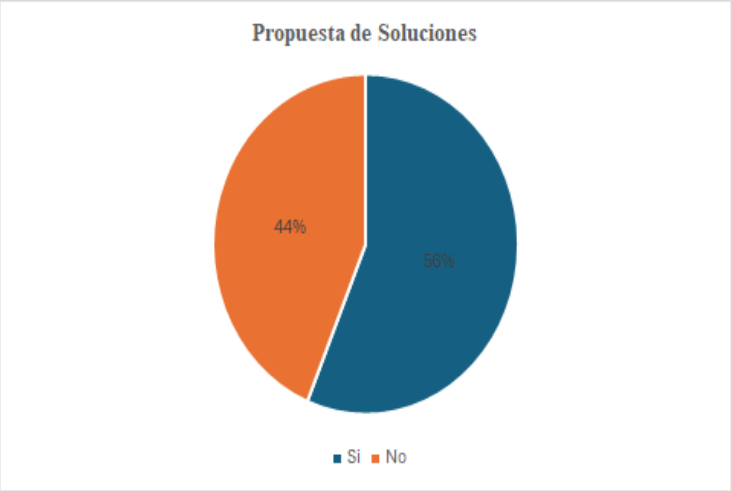
Identificación de Problemas



Nota: Fuente elaboración propia

En la figura 14 se muestra identificación de problemas donde se observa si detectan dificultades en el proceso de construcción, como el equilibrio del puente o la estabilidad de las piezas, por lo que el 87% de los participantes si encontraron problemas al momento de construir el puente.

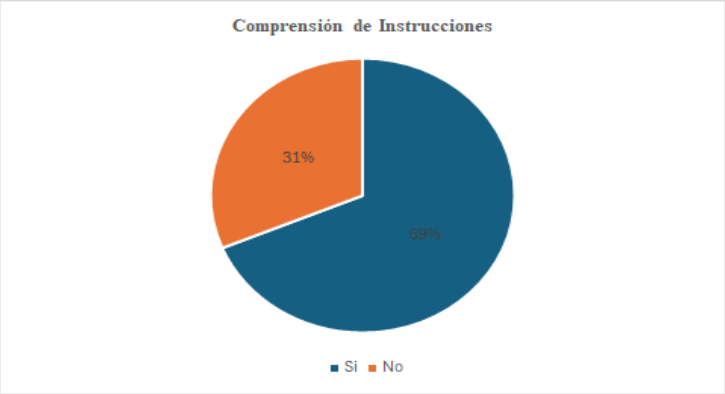
Figura 15.
Propuesta de Soluciones



Nota: Fuente elaboración propia

En la figura 15 se muestran propuestas de soluciones donde se evalúa si sugieren ideas para resolver problemas y adaptar estrategias donde solamente el 56% de los niños hicieron alguna propuesta.

Figura 16.
Comprensión de Instrucciones.



Nota: Fuente elaboración propia

La figura 16 muestra la comprensión de instrucciones que evalúa su habilidad para entender y seguir instrucciones sobre la construcción en la que el 69% de los niños si entendieron las instrucciones para construir el puente.

ESTRATEGIAS EN EL ÁREA DE INGENIERÍA

A partir de los criterios anteriores medidos (identificación de problemas, propuesta de soluciones y comprensión de instrucciones) se observa que en promedio el 70% tiene habilidades para poder incursionar en la ingeniería.

Algunas estrategias para poder formar a los infantes en ingeniería son:

- Realizar proyectos prácticos y creativos, ya sea usando legos para construcción, también poder realizar catapultas y/o puentes.
- Experimentos divertidos como realizar cohetes con vinagre y bicarbonato, carros propulsados por globos, realizar filtros de agua.
- Usar aplicaciones y videojuegos como robomind para ver conceptos básicos de ingeniería.
- Visitas como a museos interactivos, universidades y actividades científicas que organiza el gobierno.

CONCLUSIÓN

Según el informe de los objetivos de desarrollo sostenible del 2019 de la Organización de las Naciones Unidas la educación es además de ser un derecho por naturaleza de todos los individuos aquella base que permite la movilidad socioeconómica y necesaria para debatir la pobreza. Se indica que millones de niños asisten a la escuela, sin embargo, de esos niños no todos aprenden habilidades básicas como matemáticas y lectura. Se calcula que en 2015 había en el mundo 617 millones de niños y adolescentes en edad de asistir a la escuela primaria y secundaria inferior (más del 55% del total mundial) que no alcanzaban un nivel mínimo de competencia en lectura y matemáticas. («Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019», 2019)

Es importante reconocer los avances alcanzados en la educación de calidad en los últimos años y la evolución que el proceso de enseñanza-aprendizaje ha tenido que implementar , el dominio de las áreas como matemáticas, tecnologías, ciencias básicas e ingeniería sin duda es un factor importante para el desarrollo de los niños en nivel primaria, desarrollar estrategias que permitan la inclusión de niños de medios rurales y subsanar la disparidad de acceso a la tecnología e infraestructura que faciliten la adquisición de dichas habilidades en edades tempranas de aprendizaje, es sin duda un punto de inflexión que las instituciones de educación y el mismo gobierno debe promover para reducir la brecha digital existente entre comunidades rurales en comparación con las comunidades urbanas.

El diagnóstico de los niños en primarias de comunidades rurales permite conocer el estado actual de las habilidades STEM, así como tratar de que todos los involucrados en la educación participen y difundan la importancia del desarrollo de estas habilidades.

BIBLIOGRAFÍA

Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019. (2019). En Organización de las Naciones Unidas (N.º 2521-6899). Organización de las Naciones Unidas. Recuperado 4 de diciembre de 2024, de https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/

Delgado, P. (2024). Educación STEM: ¿qué es y cómo sacarle provecho? Observatorio / Instituto para el Futuro de la Educación. Recuperado de https://observatorio.tec.mx

Semanticscholar. (2022). El deambular infantil por la educación a distancia: la relación entre pandemia y subjetividades estancadas. Recuperado de https://www.semanticscholar.org/paper/4e6be90b4b7e1e3f8a25361ead6c4bd4f5a04348d

Smith, J., & Johnson, P. (2022). The evolving role of engineering in sustainable development. Journal of Engineering Science and Technology, 17(3), 45–60. https://doi.org/10.xxxx/engineering2022

REFERENCIAS

Delgado, P. (2024). Educación STEM: ¿qué es y cómo sacarle provecho? Observatorio / Instituto para el Futuro de la Educación. Recuperado de https://observatorio.tec.mx

Semanticscholar. (2022). El deambular infantil por la educación a distancia: la relación entre pandemia y subjetividades estancadas. Recuperado de https://www.semanticscholar.org/paper/4e6be90b4b7e1e3f8a25361ead6c4bd4f5a04348d

Smith, J., & Johnson, P. (2022). The evolving role of engineering in sustainable development. Journal of Engineering Science and Technology, 17(3), 45–60. https://doi.org/10.xxxx/engineering2022

Nivel de aplicación de herramientas estadísticas en empresas manufactureras de la zona industrial de Tula- Tepeji en el estado de Hidalgo, México

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.827

Autores

[1]MII Raquel Vega García autor para correspondencia, Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, raquel.vega@uttt.edu.mx
[2]Ing. José Alfredo Ramírez Flores, Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, josealfredo.ramírez@uttt.edu.mx
[3]MCII. Juan Reséndiz Ríos, Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, juan.resendiz@uttt.edu.mx
[4]M. en C. Martín Sauza Toledo, Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, martin.sauza@uttt.edu.mx
[5]M. en C. Sergio Martínez Sánchez, Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, sergio.martinez@uttt.edu.mx
[6]M. en C. Miguel Ángel Vázquez Alamilla, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, mvazquezalamilla@gamial.com

Línea de investigación: Estadística aplicada.

RESUMEN

El estudio presentado se centra en el diagnóstico del uso de herramientas estadísticas en empresas manufactureras de la región de Tula y Tepeji. Se destaca la importancia de no solo capacitar a los empleados en estas herramientas, sino también de fomentar una cultura organizacional que valore la gestión oportuna de datos. Esto es esencial para que las empresas integren el análisis de datos en su proceso de toma de decisiones, lo que a su vez optimiza sus operaciones y mejora la calidad de sus productos.

La investigación se basa en la premisa de que la correcta aplicación de técnicas estadísticas puede sustentar decisiones en condiciones de incertidumbre, mejorando así la competitividad de las empresas. Se identifican las herramientas estadísticas más utilizadas y se evalúa su impacto en la gestión de calidad y la toma de decisiones. A través de encuestas y entrevistas a gerentes y responsables de calidad, se recopilaron datos sobre el uso y la capacitación en herramientas estadísticas.

Los resultados revelan que, aunque muchas empresas reconocen la importancia de estas herramientas, su aplicación varía considerablemente. Las empresas grandes tienden a utilizar herramientas estadísticas de manera más frecuente y efectiva en comparación con las pequeñas. Además, se observa que la falta de capacitación del personal limita el uso efectivo de estas herramientas, lo que afecta la calidad de los procesos productivos.

El estudio concluye que es importante fortalecer la capacitación en el uso de herramientas estadísticas y fomentar una cultura de análisis de datos. Se sugiere implementar programas de formación y utilizar software especializado, como Jamovi, para facilitar el análisis de datos. Esto no solo mejorará la calidad de los productos, sino que también permitirá a las empresas tomar decisiones más informadas y estratégicas.

Palabras clave: Procesos productivos, herramientas estadísticas, empresas manufactureras.

ABSTRACT

The presented study focuses on the diagnosis of the use of statistical tools in manufacturing companies in the Tula and Tepeji region. The importance of not only training employees in these tools, but also fostering an organizational culture that values timely data management is highlighted. This is essential for companies to integrate data analysis into their decision-making process, which in turn optimizes their operations and improves the quality of their products.

The research is based on the premise that the correct application of statistical techniques can support decisions under conditions of uncertainty, thus improving the competitiveness of companies. The most commonly used statistical tools are identified and their impact on quality management and decision-making is evaluated. Through surveys and interviews with managers and quality managers, data was collected on the use and training in statistical tools.

The results reveal that although many companies recognize the importance of these tools, their application varies considerably. Large companies tend to use statistical tools more frequently and effectively compared to small ones. Furthermore, it is observed that the lack of staff training limits the effective use of these tools, which affects the quality of production processes.

The study concludes that it is important to strengthen training in the use of statistical tools and foster a culture of data analysis. It suggests implementing training programs and using specialized software, such as Jamovi, to facilitate data analysis. This will not only improve the quality of products, but will also allow companies to make more informed and strategic decisions.

Keywords: Production processes, statistical tools, manufacturing companies.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de herramientas estadísticas en las empresas busca sustentar la toma de decisiones, principalmente en condiciones de incertidumbre. Se debe aplicar técnicas estadísticas de manera correcta para llegar a un resultado, el cual, finalmente, sustentará una decisión (Roque, 2021). La aplicación eficaz del análisis de datos estadísticos permite la mejora de los procesos y la competitividad y a su vez, garantiza que las empresas y organizaciones mejoren la calidad de sus productos.

Los procesos que han establecido las empresas manufactureras para realizar sus productos o servicios deben definir que herramientas estadísticas utilizar para analizar los datos generados en los procesos mencionados, los niveles de aplicación de las herramientas estadísticas deben ser los adecuados para que se obtengan las medidas óptimas que apoyen en la evaluación de los mismos.

Las empresas que han adoptado a las certificaciones internacionales como parte de la gestión empresarial, como es el caso de las ISO, se ven obligadas a establecer herramientas estadísticas como parte de sus procesos y por consecuencia, deben demostrar que las utilizan como parte de estos para diagnosticar, evaluar o analizar un problema. Por lo tanto, es necesario determinar si el nivel de aplicación de las herramientas estadísticas es el adecuado para gestionar correctamente sus procesos.

Independientemente de que una empresa éste o no gestionando sus procesos por medio de una certificación internacional requiere determinar si el nivel de aplicación de las herramientas estadísticas son las adecuadas, por lo tanto, conocer la situación de la región de estudio es necesario para evaluar el nivel de aplicación de herramientas estadísticas en estas empresas, identificar las técnicas más utilizadas y analizar su impacto en la gestión de calidad y toma de decisiones.

La importancia de la investigación radica en conocer cuál es la situación de las empresas manufactureras en la región de estudio con respecto al nivel de aplicación de las herramientas estadísticas y en su caso establecer estrategias de intervención en capacitación para una Universidad Tecnológica que se ubica en la misma región de estudio.

Sin embargo, no se han encontrado estudios similares en la región que permita hacer una evaluación del nivel de aplicación de las herramientas estadísticas en las empresas manufactureras, por lo tanto, la investigación también es importante porque permitirá establecer otras rutas de investigación en la aplicabilidad de la estadística en este tipo de empresas.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el nivel de aplicación de herramientas estadísticas en estas empresas, identificar las técnicas más utilizadas y analizar su impacto en la gestión de calidad y toma de decisiones.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Examinar el uso y aplicación de herramientas estadísticas en todas las empresas de los parques industriales en cuestión, o bien una muestra significativa de ellas.
2. Identificar el nivel de aplicación de las herramientas estadísticas.
3. Proponer estrategias para la toma de decisiones, basadas en los resultados.

OBJETO DE ESTUDIO

La estadística como herramienta de análisis de datos ha facilitado su interpretación para obtener conclusiones, el nivel de aplicación de las herramientas estadísticas que utilizan las empresas manufactureras en la región de estudio tiene importancia para determinar las necesidades de capacitación del personal que labora en estás empresas. La aplicabilidad de la herramientas estadísticas es fundamental para el mejoramiento de los procesos en las empresas de estudio, es por esto que determinar el nivel de aplicación que actualmente utilizan las empresas en estudio será de relevancia para determinar las estrategias de intervención para una universidad pública de la misma región de estudio y ofrecer a las empresas estudiadas alternativas de capacitación que atiendan las necesidades empresariales en el uso de la estadística para sus procesos de mejora. Derivado de esto, se plantea analizar el impacto que puede tener el nivel de aplicación de las herramientas estadísticas utilizadas en la gestión de la calidad y la toma de decisiones.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un estudio descriptivo transversal simple, mediante encuestas y entrevistas a gerentes y responsables de calidad de diversas empresas. Se recopilaron datos sobre las herramientas estadísticas empleadas, su frecuencia de uso y la capacitación del personal en estas técnicas.

Los autores eligieron aplicar la estadística descriptiva para el estudio; dado que, la consideraron una herramienta sencilla de análisis de información que les ayudaría a resumir, procesar, interpretar y presentar datos de manera clara, puntual y a alcanzar cada uno de los objetivos específicos. Según Rendón (2016) la estadística descriptiva es la rama de la estadística que formula recomendaciones de cómo resumir de forma clara y sencilla, los datos de una investigación en cuadros, tablas, figuras y gráficos.

Una vez que se tenían identificadas las empresas a las que se les aplicaron las entrevistas y las encuestas, se inició con la recolección de datos; para ello, se contactaron todas las empresas de los tres parques industriales de los municipios de Tula y de Tepeji para pedir su colaboración en la investigación.

Los datos recolectados se organizaron de manera sistemática y procesaron para interpretar sus resultados y llegar a la evaluación del nivel de aplicación de las herramientas estadísticas.

FASES DE DESARROLLO

Fase 1. Recolección de datos

Primeramente, se hizo contacto con cada empresa, se entrevistó en algunos casos a los encargados de calidad o a gerentes según su estructura orgánica particular.

Posteriormente se aplicó un formulario de Google Forms.

Fase 2. Análisis de datos

Los datos recolectados se organizaron y procesaron con el uso de la estadística descriptiva y el análisis de datos para tener una interpretación clara nivel de aplicación de las herramientas estadísticas. En este avance de la investigación, se habían alcanzado los dos primeros objetivos específicos planteados al inicio del estudio.

Fase 3. Formulación de propuestas

Con el cumplimiento de los dos pasos anteriores se elaboró una propuesta de estrategias encaminadas a la toma de decisiones informadas; así como, la presentación de resultados de forma objetiva y clara.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que, aunque la mayoría de las empresas reconocen la importancia de las herramientas estadísticas, su aplicación varía significativamente. Las técnicas más comunes incluyen análisis de control de calidad, gráficos de Pareto y análisis de varianza. Sin embargo, se observó que algunas empresas carecen de personal capacitado, lo que limita el uso efectivo de estas herramientas. Además, se identificó una correlación positiva entre el uso de herramientas estadísticas y la mejora en la calidad de los productos y procesos.

Tabla 1

Tamaño de la empresa y uso de herramientas estadísticas.

	Tamaño de la empresa		
Uso de herramientas estadísticas	Pequeña	Mediana	Grande
Esporádico	70%	20 %	10%
Frecuente	30%	80%	90%
Total	100%	100%	100%

En la Tabla 1 se muestran los porcentajes del uso de las herramientas estadísticas de acuerdo al tamaño de las empresas encuestadas, se puede observar que las empresas pequeñas las utilizan en menor medida de forma frecuente en comparación a las medianas y grandes empresas. Esta situación es comprensible porque entre más grande es la empresa se requiere de procesos más elaborados donde se debe establecer medidas de control que determinen si se está o no cumpliendo con metas productivas o de calidad.

Tabla 2.

Nivel de dificultad de las herramientas estadísticas por tamaño de las empresas.

	Tamaño de la empresa		
Dificultad de las herramientas	Pequeña	Mediana	Grande
Alta	1%	10%	30%
Baja	99%	90%	70%
Total	100%	100%	100%
Número de sujetos	10	45	5

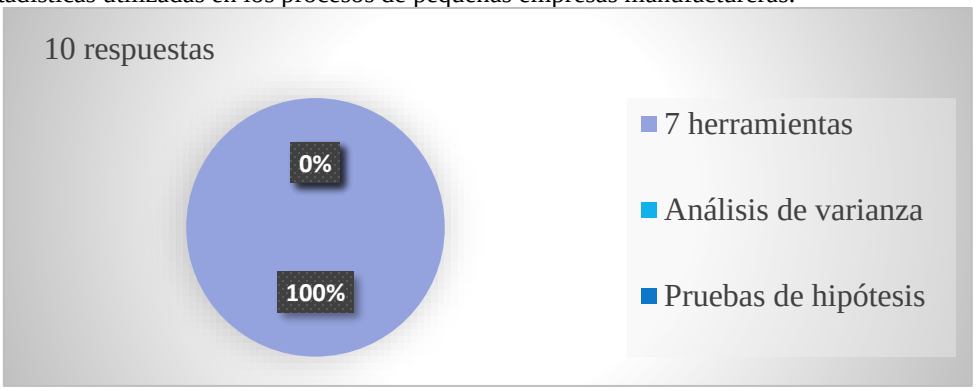
En la Tabla 2 se identifican los porcentajes de la dificultad de las herramientas estadísticas utilizadas en los procesos de las empresas manufactureras del área de estudio con respecto a su tamaño, en este caso se puede ver las pequeñas empresas utilizan en mayor medida herramientas estadísticas con un bajo nivel de dificultad en relación a las medianas y grandes.

Tabla 3
Capacitación en estadística del personal por tamaño de empresa

Capacitación del personal en estadística	Tamaño de la empresa		
	Pequeña	Mediana	Grande
No	99%	20%	50%
SI	1%	80%	50%
Total	100%	100%	100%
Número de sujetos	10	45	5

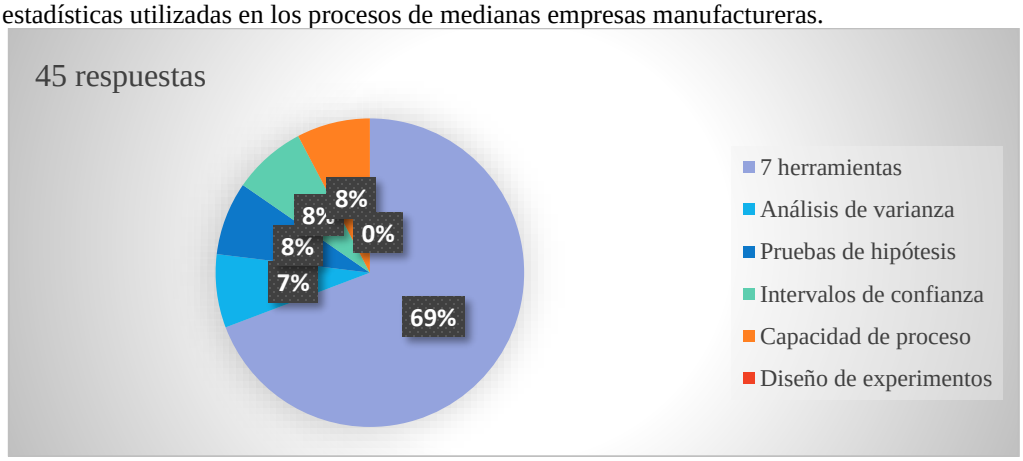
En la tabla 3 se aprecia que en las empresas pequeñas el 99% de ellas no ha capacitado a su personal en área de estadística, esta situación es menor en las empresas de mediano tamaño donde solo el 20% no ha recibido este tipo de capacitación. En las empresas grandes se observa que el 50% de está capacitado en estadística.

Gráfica 1
Tipo de herramientas estadísticas utilizadas en los procesos de pequeñas empresas manufactureras.



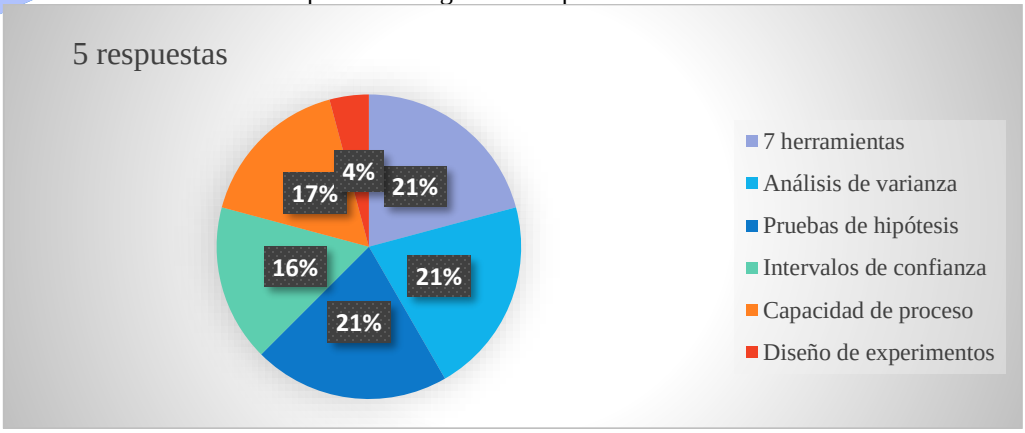
En la gráfica 1 se puede apreciar que las pequeñas empresas manufactureras solo utilizan las 7 herramientas en sus procesos por lo que existe un área de oportunidad en cuanto a la capacitación que se puede otorgar a sus empleados.

Gráfica 2
Tipo de herramientas estadísticas utilizadas en los procesos de medianas empresas manufactureras.



En la gráfica 2 se muestra que las medianas empresas manufactureras tienen un mayor nivel en el uso de herramientas estadísticas, sin embargo, no utilizan el diseño de experimentos en sus procesos.

Gráfica 3
Tipo de herramientas estadísticas utilizadas en los procesos de grandes empresas manufactureras.



En la gráfica 3 se muestra que las grandes empresas utilizan todas las herramientas estadísticas, sin embargo, no tienen a todo su personal capacitado en el uso de estás, en la Tabla 3 se puede apreciar que solo el 50% de su personal ha sido capacitado en estadística por lo que existe un área de oportunidad para la capacitación.

CONCLUSIONES

Es crucial que las empresas manufactureras fortalezcan la capacitación en el uso de herramientas estadísticas. Se sugiere implementar programas de formación y fomentar una cultura de análisis de datos que permita a estas empresas mejorar su competitividad y eficiencia operativa. La adopción sistemática de herramientas estadísticas no solo contribuirá a la calidad, sino que también facilitará la toma de decisiones informadas y estratégicas. La capacitación debe incluir el manejo de software especializado que facilite el análisis de datos para la toma de decisiones, actualmente existe software libre que pueden utilizar las empresas sin necesidad de pagar una licencia por su utilización de estos como por ejemplo el software Jamovi basado en una programación R.

BIBLIOGRAFÍA

Ayuga-Téllez, Esperanza, González-García, Concepción, Grande-Ortiz, María A, & Martínez-Falero, Eugenio. (2012). Diseño de un cuestionario para evaluar conocimientos básicos de estadística de estudiantes del último curso de ingeniería. Formación universitaria, 5(1), 21-32. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062012000100004

Bárcena Martín, E., Imedio Olmedo, LJ, Lacomba Arias, B., & Parrado Gallardo, EM (2011). La Estadística Descriptiva y las TIC. @tic. revista d'innovació educativa , (6), 30-37.

Calderón Mora, MD, & Ledesma Santos, G. (2012). Los métodos estadísticos en las investigaciones sociales. Pedagogía y Sociedad , 15 (34), 1-9.

Escamilla-López, M., Tejeda-Castrejón, J. F., Flores-Castañeda, M. J., Yáñez-Brambila, R., Mejías-Brito, J., & Aguilar-Magaña, H. I. (2023). Errores Comunes al Utilizar las 7 Herramientas Básicas de la Calidad*. *Conciencia Tecnológica*, (65), 73-84.

Flores-Ruiz, Eric, Miranda-Novales, María Guadalupe, & Villasís-Keever, Miguel Ángel. (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. Estadísticas inferenciales. Revista alergia México , 64 (3), 364-370. https://doi.org/10.29262/ram.v64i3.304

Gómez-Gómez N, Danglot-Banck C, Vega-Franco L. Cómo seleccionar una prueba estádistica (segunda parte). Rev Mex Pediatr 2013;80(2):81-85. Disponible en: http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2013/sp132g.pdf [Links]

Rendón, M. E., Villasis, M. A., Miranda, M. G. (2016). Estadística descriptiva. Revista Alergia México, 63(4), 397-407. https://doi.org/10.29262/ram.v63i4.230.

Roque, R. V. (2022). La enseñanza de la estadística para la investigación: algunas recomendaciones reflexionadas desde la praxis. Revista Educación, 46(2), 646–656.
https://doi.org/10.15517/revedu.v46i2.47569

Zapata Cardona, L., (2011). ¿Cómo contribuir a la alfabetización estadística? Revista Virtual Universidad Católica del Norte , (33).

Sistema automatizado para la clasificación de tornillos mediante visión artificial

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.828

Raúl Zambrano Sandoval[1], Miriam Zulema González Medrano [2]

[1]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila ,e-mail: rsandoval@utnc.edu.mx*
[2]*Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila,e-mail: mgonzalez@utnc.edu.mx*

Línea de investigación: Sistemas Mecatrónicos y control de procesos industriales

Resumen

Este proyecto presenta un sistema automatizado para clasificar tornillos en entornos industriales, optimizando eficiencia y precisión en línea con la Industria 4.0. A través de algoritmos de procesamiento de imágenes, el sistema identifica diferentes tipos de tornillos mediante una cámara y sensores avanzados. En el proceso, los tornillos se detectan y analizan visualmente; los algoritmos especializados extraen sus características para redirigirlos a áreas de empaquetado y sellado, logrando un 90% de precisión en la identificación y mejorando significativamente los métodos manuales tradicionales. El sistema de clasificación integra un detallado sistema eléctrico y mecánico, incluyendo microcontroladores Arduino Uno, servomotores y sistemas de vibración, además de planos para la construcción de bandas transportadoras y la programación que coordina su funcionamiento. La máquina clasifica los tornillos por cantidad, los coloca en cajas que luego son cerradas y selladas por un brazo robótico, identificando el tipo de tornillo. Este desarrollo alcanzó un 100% de eficacia en clasificación y conteo, mostrando un avance relevante en automatización industrial. La implementación de estas tecnologías ha mejorado sustancialmente el proceso, garantizando un flujo de trabajo más eficiente y ágil.

Palabras clave: Arduino Uno, Automaticación, Clasificación, IA, Servomotor.

Abstract

This project presents an automated system for classifying screws in industrial environments, optimizing efficiency and precision in line with Industry 4.0. Through image processing algorithms, the system identifies different types of screws using a camera and advanced sensors. During the process, screws are visually detected and analyzed; specialized algorithms extract their characteristics to redirect them to packaging and sealing areas, achieving a 90% identification accuracy and significantly improving traditional manual methods. The classification system integrates a detailed electrical and mechanical setup, including Arduino Uno microcontrollers, servomotors, and vibration systems, along with plans for constructing conveyor belts and programming that coordinates its operation. The machine classifies screws by quantity, places them in boxes that are then closed and sealed by a robotic arm, identifying the type of screw. This development achieved 100% efficiency in classification and counting, demonstrating a significant advancement in industrial automation. The implementation of these technologies has substantially improved the process, ensuring a more efficient and streamlined workflow.

Keywords: *Arduino Uno, Automation, Classification, AI, Servomotor*.

INTRODUCCIÓN

El proyecto 'Sistema Clasificador de Tornillos' se centra en el desarrollo de un sistema automatizado para la identificación, clasificación y empaquetado de tornillos mediante el uso de visión artificial, servomotores y un microcontrolador Arduino. El sistema está diseñado para optimizar el proceso de clasificación al identificar los tornillos a través de una cámara con inteligencia artificial y transportarlos mediante una canaleta hasta una cámara de detección. Posteriormente, los tornillos se clasifican y son dirigidos a sus respectivos carriles mediante servomotores para su empaquetado, lo que permite la operación precisa y rápida del proceso.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar un sistema automatizado para la clasificación precisa de tornillos mediante visión artificial, con la finalidad de mejorar la eficiencia y precisión en los procesos de clasificación en entornos industriales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Diseñar e implementar un sistema de visión artificial que identifique diferentes tipos de tornillos, utilizando algoritmos de procesamiento de imágenes.
Integrar microcontroladores y servomotores para el control automatizado de la clasificación y direccionamiento de los tornillos hacia áreas de empaquetado.
Optimizar la programación del sistema para asegurar una precisión de clasificación del 90% o superior.
Realizar pruebas de rendimiento y ajustar los parámetros del sistema para garantizar un flujo de trabajo continuo y eficiente.
Documentar el proceso de diseño y los resultados obtenidos, proporcionando recomendaciones para su implementación en procesos industriales de clasificación y empaque.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio de este proyecto es el diseño y desarrollo de un sistema automatizado para la clasificación de tornillos en entornos industriales, utilizando visión artificial y control mediante microcontroladores. Este sistema busca optimizar la precisión y eficiencia en la clasificación de tornillos mediante algoritmos avanzados de procesamiento de imágenes, logrando una identificación precisa de diferentes tipos de tornillos y su dirección a áreas específicas de empaquetado. La investigación se enfoca en cómo la implementación de tecnologías de visión artificial y automatización puede mejorar los procesos industriales, reducir la dependencia de métodos manuales y aumentar la productividad en el manejo de piezas pequeñas.

METODOLOGÍA

La metodología empleada para este proyecto se basó en la programación de sistemas de visión mediante Arduino y la integración de una cámara con IA para la clasificación automatizada de tornillos. Se utilizaron herramientas de diseño 3D en SolidWorks para el modelado de piezas, así como diagramas eléctricos para las conexiones. El sistema fue sometido a pruebas para asegurar su funcionalidad en tiempo real.

FASES DEL DESARROLLO

La clasificación automatizada de tornillos es una tarea crucial en la industria manufacturera para mejorar la eficiencia y precisión en los procesos de ensamblaje. Este proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema de clasificación de tornillos que utiliza una cámara con inteligencia artificial (IA) para identificar diferentes tipos de tornillos. Una vez identificados, los tornillos serán dirigidos hacia su respectivo carril mediante servomotores controlados por un microcontrolador Arduino. A continuación, se describen los conceptos teóricos y las herramientas utilizadas en el proyecto

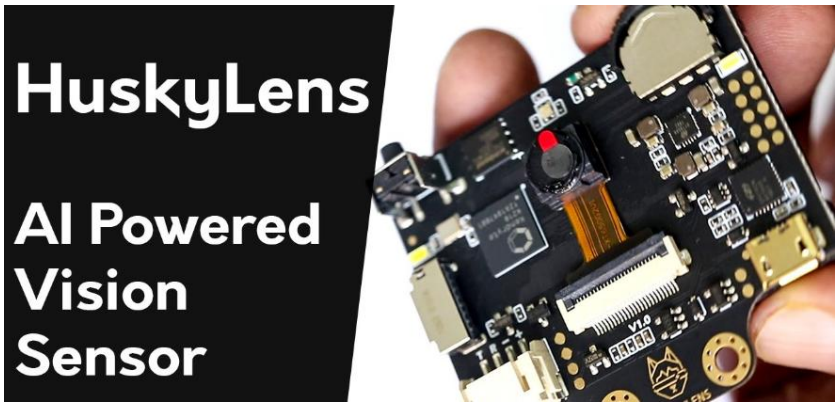
Sistema de clasificación

Los tornillos estarán en un recipiente y serán dirigidos a un canal que conectará con una banda transportadora diseñada a medida. En esta banda, la cámara con IA y los servomotores trabajarán de manera conjunta, creando un sistema eficiente y preciso para la clasificación automatizada de tornillos (ABRACOM, 2019).

Visión por computadora e IA

Cámara y detección: La cámara IA utilizada, como HuskyLens, es un sensor de visión artificial con IA fácil de usar que ofrece 7 funciones integradas, entre ellas el reconocimiento y clasificación de objetos. Con estas capacidades, la cámara detectará los tornillos en el carril e identificará tipos como cabeza avellanada, redonda, plana, hexagonal, Phillips, Torx, con huella Allen y ranurada. HuskyLens se puede conectar a Arduino y micro
a través del puerto UART/I2C, facilitando la realización de proyectos creativos sin la necesidad de trabajar con algoritmos complejos (VictoriaCG, s.f.).

Figura 1
Sensor de visión



Fuente: https://rootsaid.com/huskylens-arduino/

Microcontroladores y control de servomotores
Arduino: El microcontrolador Arduino actúa como el cerebro del sistema, recibiendo las señales de la cámara IA y controlando los servomotores para dirigir los tornillos. La programación y control de servomotores en Arduino es sencilla gracias a la librería Servo Library, que permite una fácil comunicación y manejo de los servos (Software, 2020).
Servomotores: Los servomotores son dispositivos alimentados por corriente continua que permiten un control muy preciso de la posición (de 0° a 180°) o la velocidad. Este control preciso es esencial para dirigir correctamente los tornillos hacia sus carriles designados (Solectroshop, 2020).
Cableado y alimentación
Todo el sistema estará conectado con cables calibre 22, garantizando conexiones fiables y una correcta alimentación de los componentes.

Herramientas y Software
Las piezas necesarias para el sistema serán diseñadas en SolidWorks, que permite la creación precisa de modelos 3D y dibujos 2D de ensamblajes y piezas complejas. SolidWorks también ayuda a optimizar los costos de diseño y fabricación mediante herramientas de estimación de costos y comprobaciones de viabilidad de fabricación (SolidWorks, 2021).
Herramientas:
Tijeras para lámina: Para cortar y dar forma.
Pinzas de corte: Para cortar cables y realizar conexiones eléctricas precisas.
Cinta: Para asegurar cables y componentes.
Cautín: Para soldar conexiones eléctricas.
Arduino: Microcontrolador del sistema.
Software:
SolidWorks: Utilizado para el diseño de piezas en 3D.
Arduino IDE: Utilizado para programar el microcontrolador Arduino.
Motorreductor
Un motorreductor se define como un mecanismo que regula la velocidad de giro de un motor en una máquina para que funcione a un ritmo determinado. Consiste en una cadena de engranajes que permiten aplicar diferentes velocidades a las piezas giratorias de un motor. Los componentes de un motorreductor hacen posible que la velocidad de un mecanismo disminuya sin afectar el rendimiento del motor. Además de limitar la velocidad rotatoria, este sistema permite ajustar la potencia mecánica.

Figura 2
Motorreductor



Fuente: https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/motores-industriales/motorreductor/

Según su disposición interna, los motorreductores se clasifican en:
Motorreductores planetarios: Compuestos por etapas, incluyen un elemento central llamado *sol* (engranaje central), una porta planetas que sostiene los engranajes y una corona o anillo exterior. Son muy fiables y se utilizan en muchas transmisiones automáticas.
Sinfín-corona: El tipo de motorreductor más simple, con un alto índice de reducción en pocas etapas. Un solo sinfín en su eje es capaz de transmitir movimiento a una corona.
De ejes paralelos: Destacados por su diseño compacto y capacidad de suministrar altas fuerzas radiales o torques. Pueden alcanzar potencias de hasta 200 kW y presentan bajas vibraciones, lo que los hace bastante silenciosos. Se dividen en cilíndricos de dientes rectos, helicoidales y doble helicoidales (García, 2023).
SOLIDWORKS
SOLIDWORKS es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) que permite modelar piezas y ensamblajes en 3D, así como planos en 2D. Fundada en 1993 por Jon Hirschtick en Massachusetts y adquirida por Dassault Systèmes en 1997, SOLIDWORKS se ha consolidado como una herramienta líder en ingeniería por su facilidad de uso y amplia gama de soluciones para cubrir todo el proceso de desarrollo de productos, incluyendo diseño, simulación, fabricación, publicación y gestión de datos (Castañón, 2021).
Banda transportadora
El funcionamiento de una cinta transportadora se basa en el movimiento continuo de materiales de un punto a otro. La banda, fabricada con materiales como goma, PVC o metal, se desplaza sobre tambores o rodillos accionados por un motor eléctrico, que proporciona el movimiento necesario para que la banda avance, transportando objetos o productos.
Las cintas transportadoras se utilizan en diversas industrias, tales como:
Industria minera y extracción: Transporte de minerales y materiales a granel.
Industria alimentaria: Movimiento de productos a lo largo de diferentes etapas de producción.
Logística y distribución: Clasificación y transporte de paquetes y equipaje.
Industria manufacturera: Desplazamiento de componentes y productos en líneas de producción.
Agricultura: Transporte de productos agrícolas.
Industria de la construcción: Transporte de materiales como arena y grava (Beltinglab, 2023).
Sensor infrarrojo
Los sensores infrarrojos detectan la presencia de objetos o personas mediante la proyección y recepción de señales infrarrojas. Pueden detectar cambios en la temperatura ambiental y activarse al identificar variaciones térmicas. Funcionan mediante un emisor que proyecta una señal y un receptor que detecta la señal reflejada, determinando la distancia al objeto según la intensidad de la señal.
Los sensores infrarrojos se dividen en:
Sensores activos: Utilizan una fuente de luz infrarroja y un receptor para detectar la luz reflejada.
Sensores pasivos (PIR): Detectan la radiación infrarroja emitida por seres vivos y objetos sin emitir su propia luz, utilizados comúnmente en sistemas de seguridad y domótica (Segurilatam, 2023).

Cilindro neumático

Un cilindro neumático es un dispositivo mecánico que produce fuerza y movimiento mediante aire comprimido, transformando energía potencial en energía cinética. Se utiliza en maquinaria de automatización y procesos industriales. Existen diversas variaciones, como cilindros de aluminio, acero o acero inoxidable, y con empaques para alta temperatura. También hay cilindros de diferentes formas y tamaños (Romecoindustrial, 2018).

Máquinas CNC

El control numérico por computadora (CNC) es una tecnología que permite controlar la posición y los movimientos de herramientas en procesos de mecanizado. Utilizado en tornos y fresadoras, permite la fabricación personalizada de piezas en serie. El proceso comienza con el diseño de la pieza en un software CAD, seguido de la programación del código CNC que define los movimientos y velocidades de la herramienta. (Boyfre, 2023)-……..

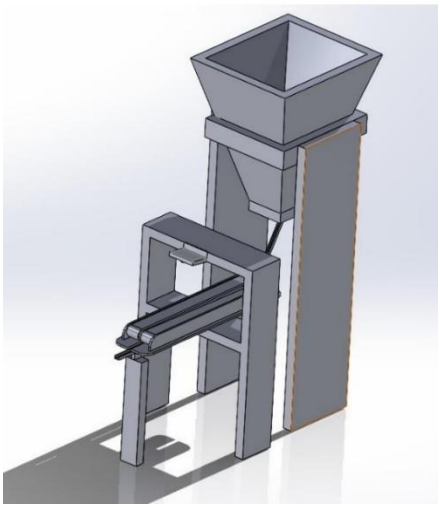
El componente principal de una máquina CNC es el controlador CNC, que interpreta las instrucciones del ordenador y dirige los motores para ejecutar los movimientos de la máquina. (Ferrotal, 2021).

La figura 3 y 4 ilustra el diseño del proyecto realizado en el Software de SolidWorks.

DISEÑO DEL PROYECTO

Figura 3

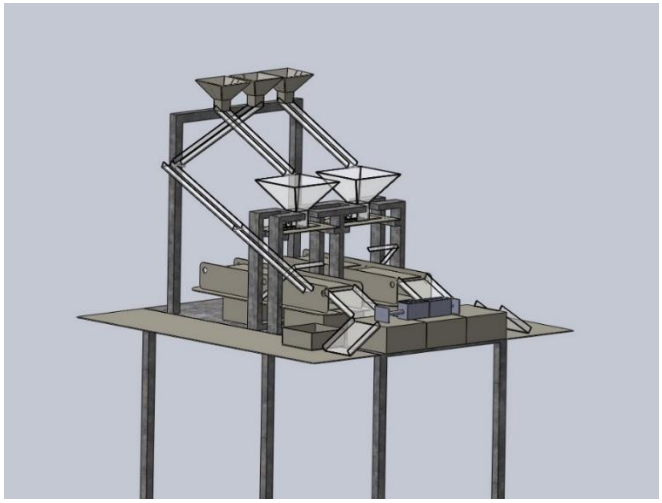
Llenado, sistema de visión y clasificación.



Fuente propia

Figura 4

Separación, sellado y empaquetado.



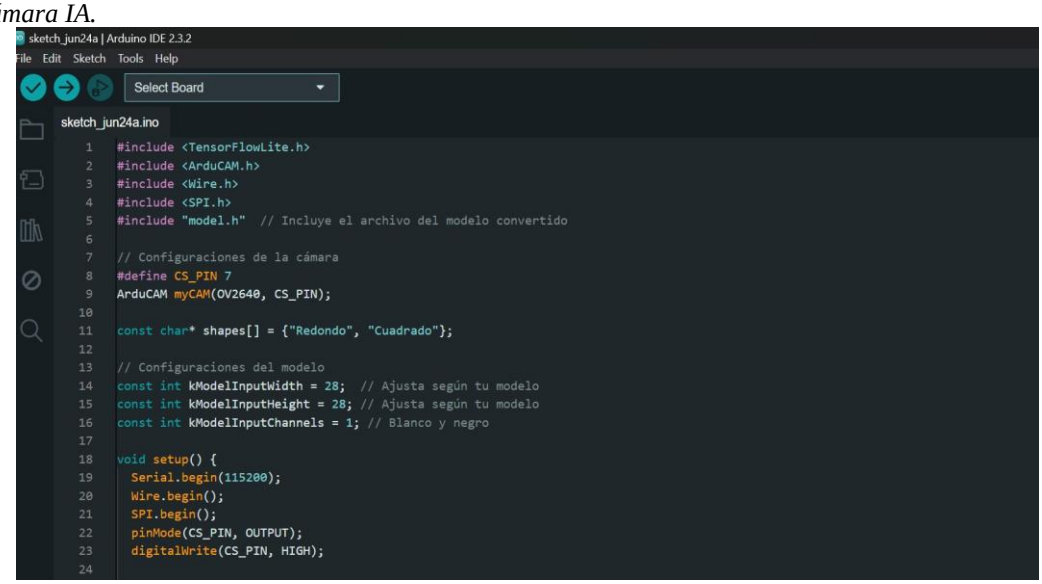
Fuente propia

Programación de sistema de visión

En las figuras 5 y 6 se muestra la programación de Arduino para servomotor y cámara de visión, esta programación se desarrolló en la aplicación Arduino IDE.

Figura 5

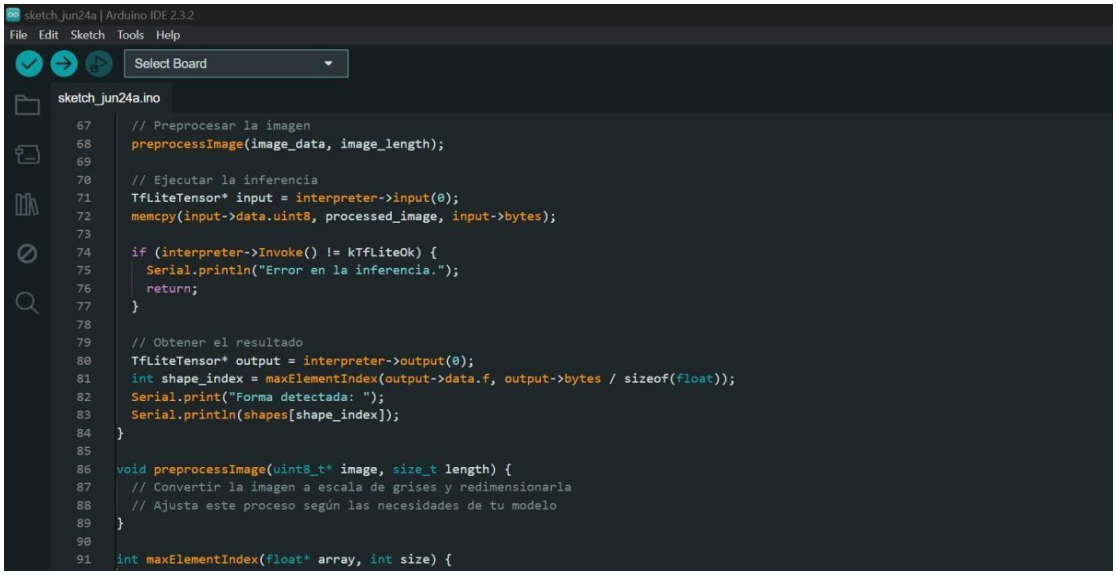
Programación de cámara IA.



Fuente propia

Figura 6

Programación de cámara IA



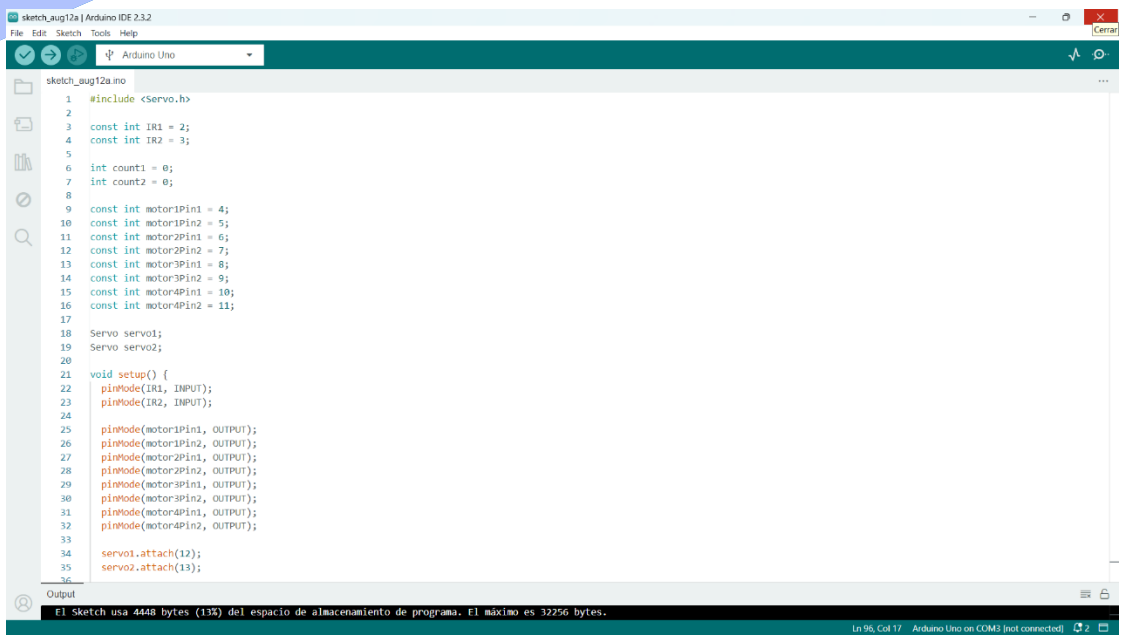
Fuente propia

Programación del sistema de separación, sellado y empaquetado

Las Figuras 7, 8, 9 y 10 muestran la programación implementada en el Arduino, que controla la activación en función de las señales recibidas de los sensores utilizados.

Figura 7

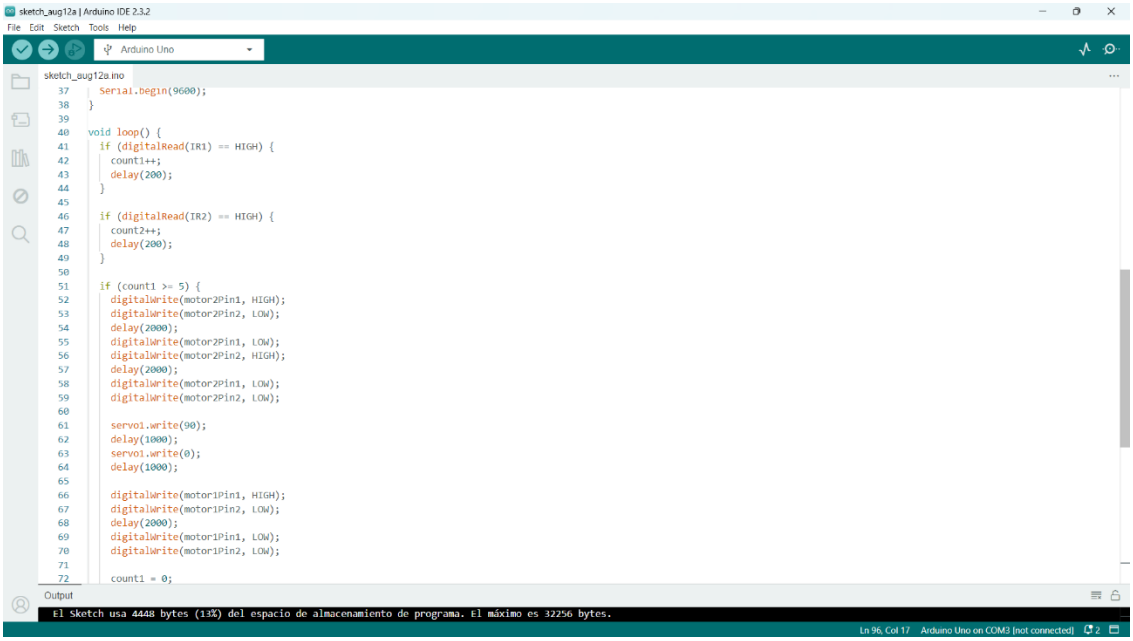
Programación 1



Fuente propia

Figura 8

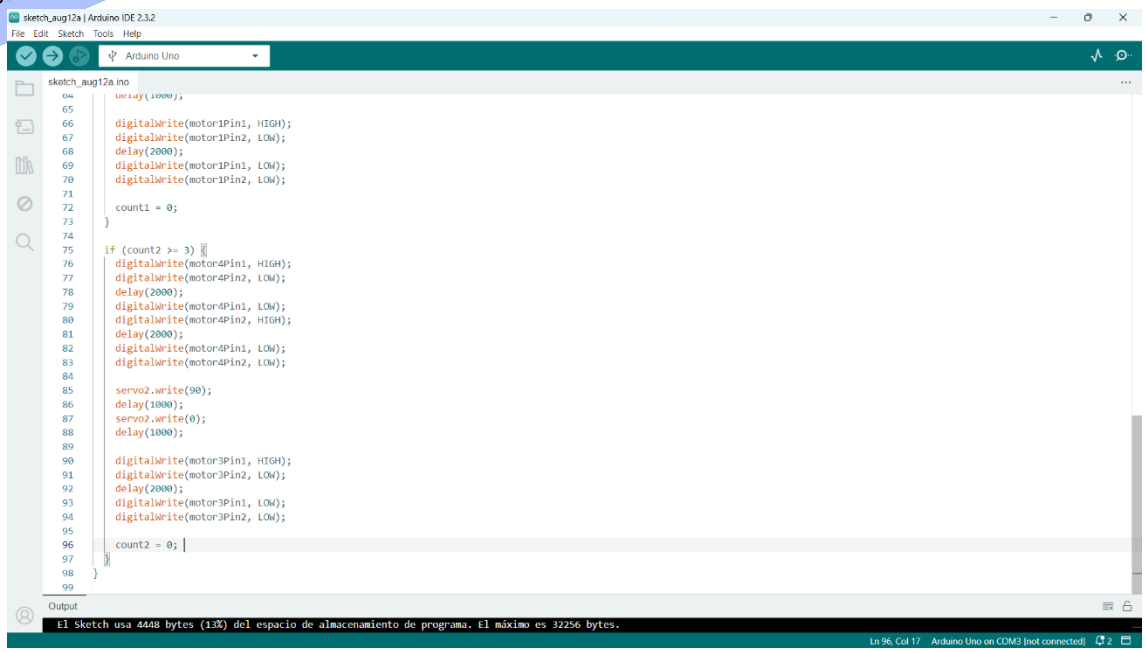
Programación 2



Fuente propia

Figura 9

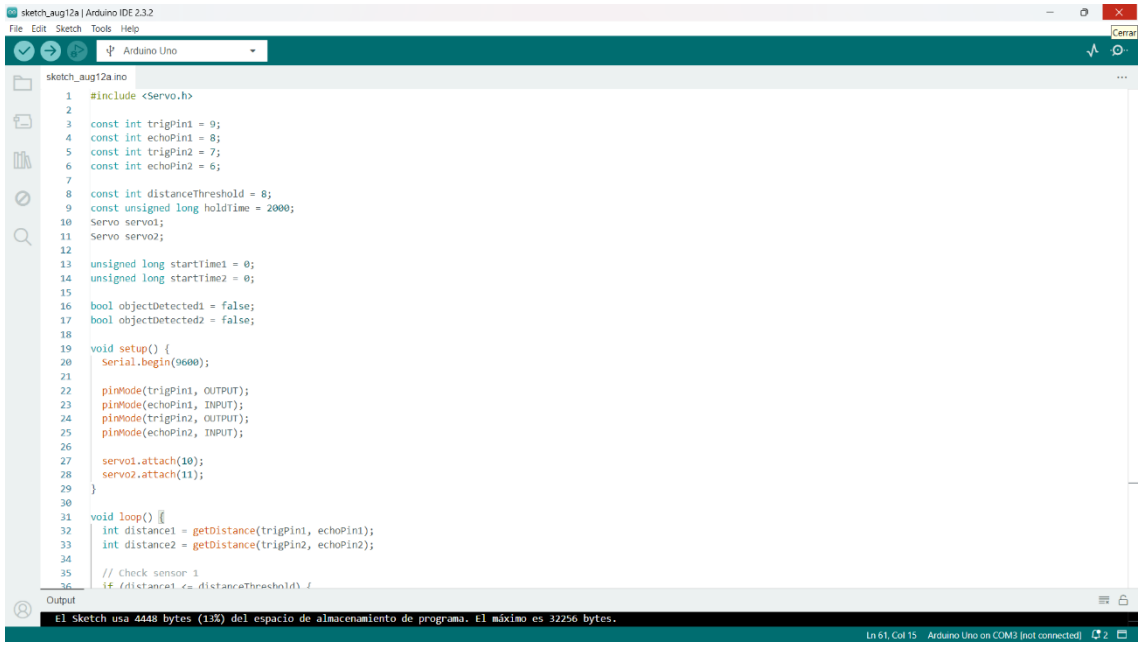
Programación 3



Fuente propia

Figura 10

Programación 4

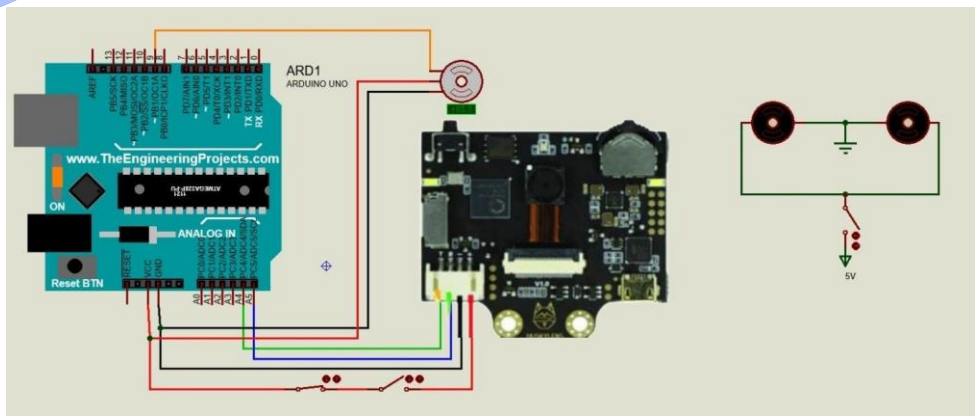


Fuente propia

Diagrama eléctrico sistema de visión

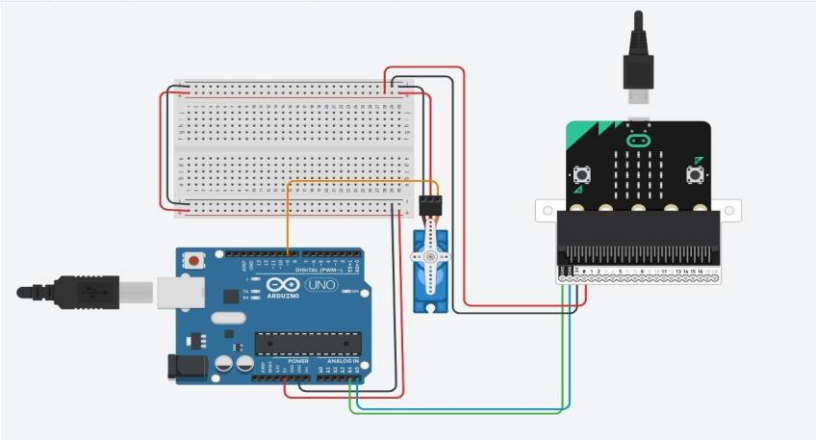
Las Figuras 11 y 12 ilustran las conexiones entre todos los componentes utilizados: Arduino, motor de vibración, sensor de visión, transformador, servomotor y pulsadores.

Figura 11
Diagrama eléctrico



Fuente propia

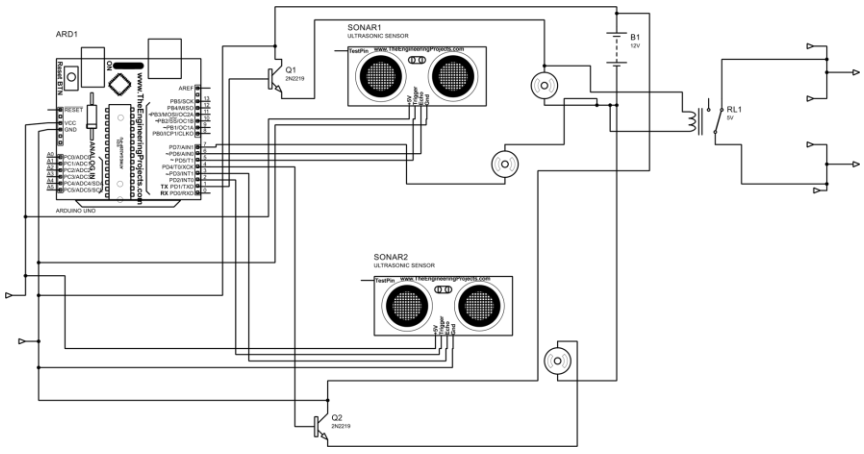
Figura 12
Diagrama eléctrico



Fuente propia

En la figura 13 se muestra el diagrama de conexiones del sistema de sellado y empaquetado.

Figura 13
Diagrama de conexiones



Fuente propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo resultó en un sistema clasificador compuesto por una canaleta que conecta a una banda transportadora, una cámara de visión con IA y un servomotor con 90° de libertad para facilitar la clasificación de tornillos, optimizando así la distribución y empaquetado. Se logró construir una máquina capaz de clasificar dos tipos de tornillos por cantidad, empaquetarlos en una caja, cerrarla y sellarla para su posterior distribución o almacenamiento.

CONCLUSIÓN

El proyecto logró alcanzar un 90% de confiabilidad en la clasificación de tornillos tras un proceso de pruebas basado en fallos y errores. Se cumplió con el 95% de los objetivos propuestos, demostrando que la máquina es capaz de agilizar significativamente el proceso de empaquetado y sellado por cantidad. Esta automatización permite que el sistema funcione de forma constante, ya sea de día o de noche, lo que conlleva una reducción de costos en términos de mano de obra, incluyendo alimentación, transporte, seguro y salario. Para mantener y mejorar esta eficiencia, es fundamental implementar mantenimientos predictivos y preventivos en los componentes clave del sistema, como el servomotor y la cámara, así como monitorear y actualizar periódicamente el software de la cámara para asegurar un rendimiento óptimo y una alta precisión en la clasificación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos sinceramente a los alumnos Monserrat Campos Martínez, Mario Gálvez García, Omar García Ramos, Josué Ángel Guerra García, Hazel David Herrera Hernández, César Alberto Santillán Hernández, Francisco Santos Rivera Palacios, Alfredo Alejandro Espinoza Muñoz, Carlos Gilberto De La Cruz Velázquez, Carlos Eduardo Villegas Sánchez por su valiosa contribución en la elaboración del prototipo. Su dedicación y esfuerzo desempeñaron un papel fundamental en el éxito de este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

ABRACOM. (24 de 07 de 2019). Obtenido de https://www.abracom.es/es/blog/post/30-lijadora-orbital-tipos-usos- caracteristicas.html

Beltinglab. (29 de Mayo de 2023). Obtenido de Beltinglab: https://beltinglab.com/noticias/que-es-una-cinta-transportadora-funcionamiento-y-aplicaciones

Boyfre. (7 de Junio de 2023). Obtenido de Boyfre: https://www.boyfre.com/mecanizado-cnc-que-es-y-como-funciona/

Castañon, J. (14 de Abril de 2021). *Medium*. Obtenido de Medium: https://medium.com/dise%C3%B1o-y-manufactura-digital/solidworks-qu%C3%A9-es-y-para-qu%C3%A9-sirve-4d60b7cfd766

Ferrotal. (18 de Septiembre de 2021). Obtenido de Ferrotal: https://www.ferrotall.com/que-es-una-maquina-cnc-y-para-que-se-utiliza/

Garcia, E. (16 de Junio de 2023). *Todoparalaindustria*. Obtenido de Todoparalaindustria: https://todoparalaindustria.com/blogs/blog/definicion-de-un-motorreductor-y-como-funciona

Romecoindustrial. (13 de Noviembre de 2018). Obtenido de Romecoindustrial: https://www.romecoindustrial.com/2018/11/13/cilindro-neumatico-piston-neumatico/

Segurilatam. (27 de Diciembre de 2023). Obtenido de Segurilatam: https://www.segurilatam.com/actualidad/sensores-infrarrojos-tipos-funciones_20231227.html

Software. (2020). Arduino . Obtenido de https://www.arduino.cc/en/software

Solectroshop. . (03 de 09 de 2020). Obtenido de https://solectroshop.com/es/blog/servomotores-como-configurarlos-para- arduino-n41#:~:text=Un%20servomotor%20es%20un%20dispositivo,el%20pin%20de%20la%20se%C3%B1al.

Solidworks. (2021). Obtenido de https://help.solidworks.com/2021/spanish/SolidWorks/sldworks/t_3d_printing.ht m

VictoriaCG. (s.f.). santiago criado . Obtenido de https://santiagocriado.com/tipos- tornillos/

Consultoría y Asesoría de Alta Dirección a AstraZeneca. Caso: Fracaso de la Vacuna contra el Covid-19 o SARS-CoV-2 en el periodo de la pandemia 2020-2021

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.839

M. en A. Diego García Jara[1], Dra. Nancy Patricia Flores Azcanio,[2]
Dra. Zulma Sánchez Estrada[3], Dr. Fernando Adolfo Salazar Vázquez[4], Dra. Elizabeth Sánchez Vázquez[5].

[1]Universidad Politécnica del Valle de México/Personal,e-mail: dgjara@gmail.com
[2]Universidad Politécnica del Valle de México /Personal,e-mail: patricia_azcanio@hotmail.com
[3]Universidad Politécnica del Valle de México /Personal, e-mail: zul_zul_1@hotmail.com
[4]Universidad Politécnica del Valle de México /Personal, e-mail: aranfer3@gmail.com
[5]Universidad Politécnica del Valle de México /Personal, e-mail: eliza_beths@hotmail.com

Línea de investigación:

Resumen

Lo que en un principio parecía un problema financiero la caída del valor de las acciones en un porcentaje considerable de esta farmacéutica (Britanca-Sueca) y un equipo de la Universidad de Oxford "AstraZeneca", en el trasfondo realmente se trataba de superar el fracaso de uno de sus productos, su vacuna contra el SARS-CoV-2 (Síndrome Respiratorio Agudo Severo Coronavirus 2) y variantes denominada AZD 1222 comprometida a mejorar la calidad eficacia y eficiencia en la susodicha pandemia y así obtener la mejor vacuna teniendo en contra el tiempo para que pudiera competir contra otras vacunas que ya estaban distribuyéndose en el mundo, tales como: la vacuna China (Sinofarm, Cansino, Sinovac), la vacuna rusa (Sputnik V), la vacuna de EE.UU. (Pfizer), la vacuna en México (Patria).

Por lo que se realiza un Análisis Crítico de Alta Dirección en la Gestión de Pascal Soriot CEO (Chief Executive Officer) principal de la empresa, en la investigación y Creación de la Vacuna de AstraZeneca durante la Crisis del SARS-CoV-2.

La pandemia de COVID-19, declarada en marzo de 2020, desató una crisis de salud pública sin precedentes a nivel mundial. En este contexto, las farmacéuticas jugaron un papel crucial en el desarrollo de vacunas que podrían mitigar la propagación del virus. AstraZeneca, bajo la dirección de su CEO, Pascal Soriot, se convirtió en una de las principales empresas en la carrera por la vacuna. Sin embargo, su enfoque en la creación, distribución y comunicación de la vacuna enfrentó tanto elogios como críticas. Este ensayo pretende analizar las decisiones empresariales de Soriot y su equipo, así como los aspectos logísticos y de distribución que generaron descontento y dudas sobre la efectividad de la vacuna.

Desde el inicio de la pandemia, AstraZeneca adoptó una estrategia de colaboración al asociarse con la Universidad de Oxford para desarrollar su vacuna. Esta decisión fue un punto a favor, ya que permitió una rápida innovación científica y el acceso a recursos y conocimientos técnicos. Sin embargo, las decisiones estratégicas posteriores, como la fijación de precios y la distribución, generan controversia. AstraZeneca se comprometió a vender la vacuna a precio de costo durante la pandemia, lo que fue bien recibida en un contexto de escasez de recursos. Sin embargo, este enfoque también llevó a cuestionamientos sobre la sostenibilidad económica a largo plazo de la empresa.

Uno de los aspectos más críticos fue la falta de transparencia en la comunicación sobre la eficacia de la vacuna. En ocasiones, los datos sobre la eficacia fueron presentados de manera confusa, lo que contribuyó a la desconfianza pública. Por ejemplo, los resultados de los ensayos clínicos iniciales mostraron variaciones en la efectividad, lo que llevó a una confusión entre los medios de comunicación y el público en general. La falta de una estrategia de comunicación clara y efectiva fue un error significativo que perjudicó la percepción pública de la vacuna.

Palabras clave: Análisis, Pandemia, SARS-CoV-2, stakeholders, Vacuna.

Abstract

What at first seemed like a financial problem, the drop in the value of the shares in a considerable percentage of this pharmaceutical company (British-Swedish) and a team from the University of Oxford "AztraSeneca", in the background was really about overcoming the failure of one of its products, its vaccine against SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2) and variants called AZD 1222, committed to improving quality, effectiveness and efficiency in the aforementioned pandemic and thus obtain the best vaccine against time so that it could compete against other vaccines that were already being distributed in the world, such as: the Chinese vaccine (Sinofarm, Cansino, Sinovac), the Russian vaccine (Sputnik V), the USA (Pfizer), Mexico (Homeland)

Therefore, a Critical Analysis of Senior Management is carried out in the Management of Pascal Soriot CEO (Chief Executive Officer) of the company, in the research and Creation of the AstraZeneca Vaccine during the SARS-CoV-2 Crisis.

The COVID-19 pandemic, declared in March 2020, unleashed an unprecedented public health crisis worldwide.

In this context, pharmaceutical companies played a crucial role in the development of vaccines that could mitigate the spread of the virus. AstraZeneca, under the leadership of its CEO, Pascal Soriot, became one of the leading companies in the vaccine race. However, his approach to creating, distributing and communicating the vaccine faced both praise and criticism. This essay aims to analyze the business decisions of Soriot and his team, as well as the logistical and distribution aspects that generated discontent and doubts about the effectiveness of the vaccine.

Since the start of the pandemic, AstraZeneca adopted a collaborative strategy by partnering with the University of Oxford to develop its vaccine. This decision was a plus, as it allowed rapid scientific innovation and access to resources and technical knowledge. However, subsequent strategic decisions, such as pricing and distribution, are controversial. AstraZeneca committed to selling the vaccine at cost price during the pandemic, which was welcomed in a context of scarce resources. However, this approach also led to questions about the company's long-term economic sustainability.

One of the most critical aspects was the lack of transparency in communication about the effectiveness of the vaccine. Effectiveness data were sometimes presented in a confusing manner, contributing to public mistrust. For example, results from initial clinical trials showed variations in effectiveness, leading to confusion among the media and the public. The lack of a clear and effective communication strategy was a significant mistake that damaged public perception of the vaccine.

Keywords: Analysis, Pandemic, SARS-CoV-2, stakeholders, Vaccine.

INTRODUCCIÓN

AstraZeneca, una de las empresas líderes en la industria farmacéutica, ha enfrentado recientemente desafíos importantes que ponen a prueba la efectividad y liderazgo de su CEO, Pascal Soriot. Con una pérdida del 19% en el valor de sus acciones, la empresa enfrenta una crisis que amenaza tanto su imagen como la confianza de sus inversores. Este análisis explora cómo un proceso de consultoría estructurado y enfocado puede ser una herramienta invaluable para la alta dirección en tiempos de crisis, permitiendo identificar soluciones viables que restauren la estabilidad y el crecimiento. En particular, se analiza cómo Soriot enfrentó este entorno adverso y como recuperó la confianza de los stakeholders y reforzar su estrategia de liderazgo.

DESARROLLO

Etapas del proceso de consultoría en el contexto de AstraZeneca

1. Diagnóstico

El diagnóstico es el primer paso para comprender en profundidad las causas de la crisis en AstraZeneca. Esto implica analizar factores externos, como la competencia y los cambios en el mercado, así como factores internos, incluyendo el desempeño financiero reciente y la percepción pública. El problema principal parece ser una crisis de confianza reflejada en la caída de las acciones, posiblemente derivada de la percepción de riesgos asociados con su cartera de productos y con las controversias en la gestión de los ensayos clínicos. Este análisis permitiría a Soriot y a su equipo identificar los puntos álgidos exactos, que van desde problemas de transparencia hasta expectativas no cumplidas en el mercado.

2. Análisis de datos y evaluación

Para entender el impacto real de la crisis, el siguiente paso es evaluar los datos clave, como el valor de las acciones en comparación con el rendimiento histórico, la satisfacción de los inversores y la estabilidad financiera. También es fundamental analizar la respuesta de los consumidores y otros stakeholders. Este paso implica una evaluación comparativa con otros líderes del sector, lo que ayuda a AstraZeneca a ver su posición competitiva y a entender las expectativas del mercado. Según Kotter (1996), en tiempos de crisis, es esencial que los líderes impulsen el cambio dentro de las organizaciones y mantengan una visión clara que inspire a sus equipos.

3. Propuesta de alternativas de acción

En esta etapa, se plantean varias rutas de acción que Soriot podría considerar para enfrentar los problemas identificados. Algunas alternativas podrían incluir:

Transparencia en la comunicación: Emitir informes periódicos y detallados sobre el progreso de sus investigaciones y su estado financiero para recuperar la confianza del público e inversionistas.

Refuerzo de alianzas estratégicas: Considerar colaboraciones con otras empresas de la industria para fortalecer su posicionamiento en el mercado y compartir riesgos.

Inversión en innovación: Destinar mayores recursos a la investigación y desarrollo (I+D) para mejorar su cartera de productos y adaptarse a las demandas del mercado.

4. Implementación de soluciones

Una vez elegidas las mejores estrategias, la implementación debe realizarse de forma planificada y escalonada. La alta dirección debe coordinarse para asignar los recursos necesarios y establecer un cronograma de ejecución. Soriot podría comenzar por transparentar las finanzas y comunicar los cambios estratégicos en foros de prensa y con los inversores.

5. Evaluación y seguimiento

Finalmente, es fundamental evaluar periódicamente los resultados de las acciones implementadas. Esto implica revisar indicadores de desempeño financiero, de satisfacción del cliente y de percepción de marca. Además, permite ajustar la estrategia en función de los cambios en el mercado o de los resultados de cada iniciativa.

Análisis de liderazgo en momentos de crisis para la Alta Dirección

1. Cómo asumir la situación de crisis desde la alta dirección

En una crisis, el rol del CEO se vuelve central. Pascal Soriot debe asumir la responsabilidad de liderar a la organización con transparencia y determinación. Esto implica reconocer los problemas y mostrar un compromiso claro hacia la recuperación. La alta dirección debe mantener una actitud resiliente, tomar decisiones informadas y actuar con rapidez para evitar que la crisis se profundice.

2. Manejo de la imagen de la marca

Una crisis de esta magnitud exige una estrategia de comunicación sólida y coherente. Soriot debería adoptar una postura empática y abierta, comunicando con sinceridad y transparencia los desafíos y los pasos que AstraZeneca está tomando para superarlos. Esto implica reforzar la confianza en la marca mediante iniciativas de responsabilidad corporativa y mostrando un compromiso con la ética y la innovación en sus productos.

3. Impacto de la pérdida del 19% en las acciones

Una pérdida de esta magnitud es significativa para una empresa de la talla de AstraZeneca. Aunque grandes empresas pueden absorber caídas temporales, una baja del 19% en las acciones indica una pérdida considerable de confianza en la estabilidad y potencial futuro de la compañía.

Esto obliga a la alta dirección a actuar rápidamente para restaurar la percepción de solidez y asegurar a los inversionistas que la empresa está en camino de recuperar su valor.
Disciplinas administrativas, estratégicas, financieras y de control en momentos críticos
Para gestionar esta situación, la alta dirección debe integrar varias disciplinas fundamentales:
Administrativa: La reestructuración administrativa es crucial para alinear los recursos internos y asegurar que cada área de la empresa esté enfocada en la recuperación y estabilidad.
Estratégica: El desarrollo de una estrategia integral que aborde tanto la recuperación de la imagen de la marca como la estabilidad financiera permitirá a AstraZeneca mantener su posición en el mercado.
Financiera: La alta dirección debe manejar cuidadosamente los recursos financieros para estabilizar el flujo de caja, reducir gastos innecesarios y priorizar inversiones en I+D que puedan potenciar el crecimiento a largo plazo.
Control: Es esencial implementar sistemas de control que monitoreen el desempeño de cada iniciativa, permitiendo ajustes rápidos y eficaces ante cualquier desvío de los objetivos.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

La situación de AstraZeneca exige un liderazgo resiliente y estratégico. Pascal Soriot debe adoptar un enfoque que combine una sólida gestión de crisis con una clara visión a largo plazo, restaurando la confianza de sus inversionistas y stakeholders mediante acciones concretas y medibles. Las crisis presentan una oportunidad para reforzar las prácticas de transparencia y compromiso ético, convirtiendo desafíos en un motor para la innovación y la mejora continua. La alta dirección tiene el deber de actuar con integridad y rapidez, aprovechando cada recurso para restaurar el equilibrio de la empresa. Como afirma Drucker (1999), "la gestión de crisis requiere no solo habilidades de liderazgo, sino también una clara capacidad de análisis y un compromiso con la transparencia". Schein, E. H. (1992)

OBJETO DE ESTUDIO

La pandemia de COVID-19, declarada en marzo de 2020, desató una crisis de salud pública sin precedentes a nivel mundial. En este contexto, las farmacéuticas jugaron un papel crucial en el desarrollo de vacunas que podrían mitigar la propagación del virus. AstraZeneca, bajo la dirección de su CEO, Pascal Soriot, se convirtió en una de las principales empresas en la carrera por la vacuna. Sin embargo, su enfoque en la creación, distribución y comunicación de la vacuna enfrentó tanto elogios como críticas. Esta consultoría analiza las decisiones empresariales de Soriot y su equipo, así como los aspectos logísticos y de distribución que generaron descontento y dudas sobre la efectividad de la vacuna. Schein, E. H. (1992)

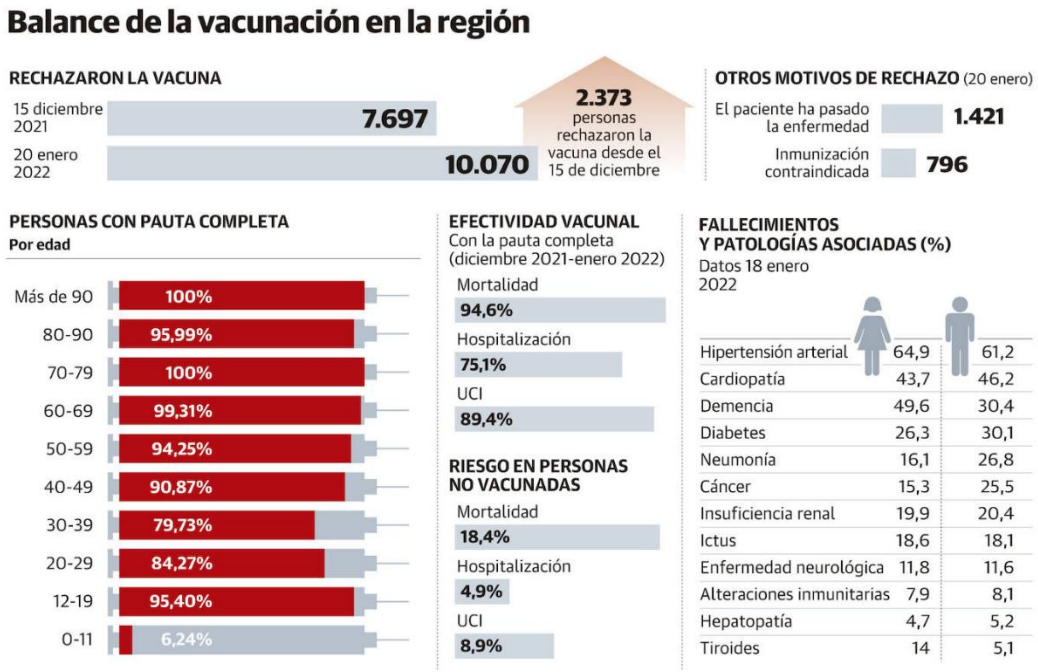


Fig. 1 Más de 10.000 personas rechazan la vacuna, la cifra más alta de la pandemia | El Comercio: Diario https://static.elcomercio.es/www/multimedia/202201/24/media/Balance%20vacunacion.jpg



Fig. 2 Vacuna de AstraZeneca: eficacia, seguridad y efectos secundarios #coronavirus https://bit.ly/3tfIkTx https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftwitter.com%2FVive_USA%2Fstatus%2F1382048308177350657&psig=AOvVaw39lpV5eZZ6B5XqFeiVTe3L&ust=1733615457630000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjRxqFwoTCOCb256rlIoDFQAAAAAdAAAAABAS



Fig. 3 Salud confirma un caso de trombocitopenia en Edomex que estaría ligado con vacuna de AstraZeneca https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.sinembargo.mx%2F3961747%2Fsalud-confirma-un-caso-de-trombocitopenia-en-edomex-que-estaria-ligado-con-vacuna-de-astrazeneca%2F&psig=AOvVaw0TjsGESjHlJqpL_iCppafh&ust=1733611171511000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjRxqFwoTCLiezuablIoDFQAAAAAdAAAAABBI

METODOLOGÍA

Desde el inicio de la pandemia, AstraZeneca adoptó una estrategia de colaboración al asociarse con la Universidad de Oxford para desarrollar su vacuna. Esta decisión fue un punto a favor, ya que permitió una rápida innovación científica y el acceso a recursos y conocimientos técnicos. Sin embargo, las decisiones estratégicas posteriores, como la fijación de precios y la distribución, generan controversia. AstraZeneca se comprometió a vender la vacuna a precio de costo durante la pandemia, lo que fue bien recibida en un contexto de escasez de recursos. Sin embargo, este enfoque también llevó a cuestionamientos sobre la sostenibilidad económica a largo plazo de la empresa.

Uno de los aspectos más críticos fue la falta de transparencia en la comunicación sobre la eficacia de la vacuna. En ocasiones, los datos sobre la eficacia fueron presentados de manera confusa, lo que contribuyó a la desconfianza pública. Por ejemplo, los resultados de los ensayos clínicos iniciales mostraron variaciones en la efectividad, lo que llevó a una confusión entre los medios de comunicación y el público en general. La falta de una estrategia de comunicación clara y efectiva fue un error significativo que perjudicó la percepción pública de la vacuna.

Logística y Distribución

La logística de distribución de la vacuna de AstraZeneca también fue un desafío. A pesar de haber desarrollado una vacuna que es más fácil de almacenar y transportar en comparación con otras, como las de Pfizer-BioNTech, la implementación de la cadena de suministro enfrentó varios obstáculos. La empresa tuvo problemas para cumplir con las promesas de entrega a la Unión Europea, lo que generó tensiones políticas y descontento entre los gobiernos europeos. Esta situación se vio agravada por la competencia feroz entre las farmacéuticas, donde AstraZeneca se vio atrapada en una carrera por recursos limitados.

Además, la percepción de que AstraZeneca priorizó a ciertos países sobre otros contribuyó a la frustración global. En un momento en que la equidad en la distribución de las vacunas era esencial, las decisiones de asignación de recursos parecieron beneficiar a naciones con mayores capacidades de negociación, dejando a países en desarrollo en una situación vulnerable.

Consecuencias y Dudas sobre la Vacuna

La combinación de decisiones estratégicas poco claras, una comunicación ineficaz y problemas logísticos no solo erosionó la confianza del público en la vacuna de AstraZeneca, sino que también alimentó dudas sobre su efectividad y posibles efectos secundarios. A pesar de los estudios que demostraron su eficacia, las noticias sobre efectos adversos, aunque raros, exacerbaron el escepticismo. La falta de una respuesta rápida y efectiva a estos problemas de comunicación permitió que la desinformación se propague, contribuyendo a la vacilación vacunal.

Reflexiones Finales y Soluciones

Para abordar estos problemas, es fundamental que AstraZeneca y su liderazgo adopten un enfoque más proactivo en la comunicación y en la gestión de crisis. La transparencia en los datos y la eficacia de la vacuna deben ser presentadas de manera clara y accesible. Además, mejorar la logística de distribución y garantizar que todos los países tengan acceso equitativo a la vacuna son pasos cruciales para restaurar la confianza pública.

Por último, la creación de foros de diálogo con las comunidades y los gobiernos puede facilitar una mejor comprensión de los beneficios y riesgos de la vacuna, ayudando a combatir la desinformación. La situación crítica que enfrentó AstraZeneca bajo la dirección de Pascal Soriot resalta la importancia de la comunicación clara y de la gestión efectiva en el ámbito de la salud pública, especialmente en tiempos de crisis global.

FASES DEL DESARROLLO

Análisis Estructurado

1. Análisis del caso

La gestión de Pascal Soriot, CEO de AstraZeneca, durante la creación y distribución de la vacuna contra el COVID-19 es un ejemplo complejo de liderazgo en tiempos de crisis. Su estrategia inicial de asociarse con la Universidad de Oxford fue un paso acertado, permitiendo una rápida innovación (AstraZeneca, 2020). Sin embargo, las decisiones posteriores, especialmente en la comunicación y logística, revelaron debilidades significativas.

Decisiones Estratégicas y Comunicación:

AstraZeneca se comprometió a vender la vacuna a precio de costo, lo que generó un impacto positivo en términos de accesibilidad (Soriot, 2021). Sin embargo, la falta de claridad en la comunicación de la eficacia de la vacuna fue perjudicial. La presentación confusa de datos de ensayos clínicos, que mostraron variaciones en la eficacia, contribuyó a la desconfianza pública (Rosenberg, 2021). La empresa no logró establecer una narrativa coherente que respondiera a las preocupaciones sobre la efectividad y los efectos secundarios.

Logística y Distribución:

A pesar de que la vacuna de AstraZeneca es más fácil de almacenar que otras, la empresa se enfrentó a importantes desafíos logísticos. Los problemas para cumplir con las promesas de entrega a la Unión Europea provocaron tensiones políticas y descontento (Comisión Europea, 2021). Además, la percepción de que AstraZeneca favoreció a ciertos países generó críticas en un contexto donde la equidad en la distribución de vacunas era esencial (Organización Mundial de la Salud, 2021).

Consecuencias y Dudas sobre la Vacuna:

La combinación de decisiones estratégicas poco claras y problemas logísticos erosionó la confianza en la vacuna. A pesar de los estudios que respaldaban su eficacia, las noticias sobre efectos adversos, aunque raros, alimentaron el escepticismo (Smith et al., 2021). La falta de una respuesta rápida a la desinformación permitió que esta se propagara, generando una mayor vacilación de vacunación.

2. Estructura del Método de Solución

Para abordar los problemas identificados y restaurar la confianza en la vacuna de AstraZeneca, se propone el siguiente método de solución:

a). Estrategia de Comunicación Clara:

Desarrollo de Mensajes Clave: Crear una narrativa coherente que explique la

Transparencia en Datos:

b). Mejora en la Logística y Distribución:

Optimización de la Cadena de Suministro: Establecer alianzas

Equidad en la Distribución: Implementar un sistema de distribución que priorice la equidad

Y Fortalecimiento del Diálogo Comunitario.

Foros de Comunicación: Organizar foros con comunidades y gobiernos para Desarrollar

Campañas de Concientización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La gestión de la crisis de salud pública por parte de las industrias farmacéuticas y de Pascal Soriot y AstraZeneca presenta lecciones esenciales sobre la importancia de la comunicación y la logística en el ámbito farmacéutico a nivel global se vieron trastocadas en todos sentidos, gerenciales y de producción e investigación. Las decisiones estratégicas iniciales, aunque acertadas, se vieron socavadas por la falta de transparencia y la ineficiencia en la investigación, efectividad en los resultados y en su logística de distribución.

CONCLUSIÓN

Implementar un Plan de Comunicación Proactiva. AstraZeneca debe priorizar la transparencia en la comunicación, utilizando plataformas digitales y medios de comunicación tradicionales para difundir información veraz sobre la vacuna.

Reforzar la Capacitación en Logística. La empresa debe invertir en la capacitación de su equipo logístico y establecer alianzas que aseguren la entrega eficiente de vacunas a todos los países, priorizando la equidad.

Involucrar a las Comunidades en el Proceso. Fomentar un diálogo abierto con las comunidades afectadas para abordar sus preocupaciones y construir confianza en la vacuna.

Al adoptar un enfoque integral que aborde los problemas de comunicación y distribución, AstraZeneca puede restaurar la confianza pública en su vacuna y contribuir efectivamente a la lucha contra el COVID-19.

BIBLIOGRAFÍA

AstraZeneca. (2020). AstraZeneca y la Universidad de Oxford colaboran para desarrollar una vacuna contra la COVID-19. Recuperado del sitio web de AstraZeneca

Comisión Europea. (2021). AstraZeneca: desafíos en el suministro de vacunas. Recuperado del sitio web de la Comisión Europea.

Drucker, P. F. (1999). Management challenges for the 21st century. Harper Business.

Fig. 1, Fig. 2, Fig.3 Recuperados de:
https://www.google.com/search?sca_esv=a070f1a21c6d59ce&sxsrf=ADLYWIJTwQU6nOA4oh8bKfv7_-S2-MopAA:1733524738757&q=caso+astrazeneca&udm=2&fbs=AEQNm0CbCVgAZ5mWEJDg6aoPVcBgacM8wnpugOpoilxhR0Lwp7B-Gky1aJetEssIbsXJdQXcYu8QcS-DR5B3_H_h4JtiNl-bWZoocVWlfcrg5CO-nkVsbantpu1ad9xB2pWE-s1iXxROrNiForKpHpdUD8rfOz6yNoXosx3l_Pg_-a1jPt7T_Eljl5nz85n1o7SGEZSRJESZGUAvKhqLO-WMO_NgPQfn3Q&sa=X&ved=2ahUKEwjtho3ympSKAxVLPUQIHU_qFv8QtKgLegQIFxAB&biw=1536&bih=961&dpr=0.67#imgrc=c-QGnOZ7e0fpRM&imgdii=Ot6Y5HNH1boFxM

Kotter, J. P. (1996). Leading Change. Harvard Business Review Press.

Mintzberg, H. (1994). The Rise and Fall of Strategic Planning. Prentice Hall.

Organización Mundial de la Salud. (2021). Estrategia mundial para acelerar el acceso a la vacuna contra la COVID-19 . Recuperado del sitio web de la OMS.

Porter, M. E. (1985). Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. Free Press.

Rosenberg, J. (2021). La confusión sobre la eficacia de la vacuna de AstraZeneca. The New York Times. Recuperado de NY Times

Smith, J., Johnson, L. y Brown, R. (2021). Percepción pública de las vacunas contra la COVID-19: el caso de AstraZeneca. Journal of Public Health. Recuperado del sitio web de la revista.

Schein, E. H. (1992). Organizational Culture and Leadership. Jossey-Bass.

Soriot, P. (2021). El compromiso con el acceso equitativo a las vacunas contra la COVID-19. The Lancet. Recuperado de The Lancet.

Implementación de un Plan de Autoprotección de Emergencia para una empresa de la Región Cinco Manantiales del Estado de Coahuila, basado principalmente en la NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010,

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.843

Martha Lilia, Sánchez Sánchez[1], Walter Saucedo Segovia[2]

[1]Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila, e-mail: lilia.sanchez@utnc.edu.mx
[2] Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila, e-mail: wsaucedo@utnc.edu.mx

INTRODUCCIÓN

La presente investigación refiere al trabajo realizado sobre la aplicación de un Plan de Autoprotección de Emergencia y sus respectivas fases de aplicación basado en la NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, en una empresa de la región de los Cinco Manantiales, ubicada al norte del estado de Coahuila.

En ella, se sugiere como principal propósito desarrollar estrategias de seguridad, ya que, en una empresa productora de alimentos la seguridad es un factor esencial, que, a su vez, genera un ambiente e instalaciones seguras.

Con el objetivo de dar respuesta efectiva y eficiente ante una situación de emergencia que se presente en la empresa, el proyecto se dividió en dos fases principales, mismas que se describen a lo largo de la investigación, donde el desarrollo de la primera fase del proyecto se basa primordialmente en la observación del Plan de Autoprotección de Emergencia de la empresa, posteriormente se continua con la segunda fase: el Diseño o adaptación del Plan de Autoprotección de Emergencia basado en la NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, asimismo, esta segunda fase se subdivide en tres etapas que representan los pasos detallados y específicos dentro de la segunda fase y que describen puntualmente cada una de las actividades realizadas.

Al finalizar esta investigación, los resultados obtenidos muestran las sugerencias, recomendaciones y conclusiones para que la empresa pueda dar continuidad a este proyecto. Añadiendo que el dar continuidad al Plan de Autoprotección, demuestra el compromiso y responsabilidad de la empresa hacia la seguridad, salud física y mental de su personal.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Mejorar la seguridad de la Empresa Mexicana, dedicada a la elaboración de productos alimenticios, mediante la elaboración de un Plan de Autoprotección de Emergencia basado esencialmente en la NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, condiciones de seguridad-prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explorar paulatinamente, la eficacia del Plan de Autoprotección de Emergencia que existe en la empresa y la comprensión de este por parte de las personas implicadas en él.
- Diseñar y/o mejorar el Plan de Autoprotección de Emergencia dadas las características de la empresa.
- Verificar si los medios técnicos existentes en la empresa son suficientes y adecuados para combatir la emergencia.

METODOLOGÍA

La metodología de investigación que se utilizó en este proyecto, con el objetivo de conocer la eficacia del Plan de Autoprotección de Emergencia que existe en la empresa y con base en los resultados obtenidos, diseñar o mejorar dicho Plan de Autoprotección, se fundamentó en desarrollar un estudio cualitativo, del tipo investigación-acción.

En Blaxter, Hughes y Tight, (2000), refiere que constituye un método idóneo para emprender cambios en las organizaciones, por lo que es usada por aquellos investigadores que han identificado un problema en su centro de trabajo y desean estudiarlo para contribuir a la mejora. Partiendo que una de sus características lo define como un estudio en un contexto natural, es decir, donde ocurren los fenómenos, lo que implica que el investigador debe desplazarse al lugar donde acontecen los eventos de interés. La técnica que se utilizó fue la de entrevistas semiestructuradas, ya que es una técnica de investigación cualitativa que consiste en donde el entrevistador tiene un esquema fijo de preguntas comunes para todos los candidatos, pero también puede hacer preguntas específicas según las respuestas de cada uno de los entrevistados, los cuales representan una pequeña muestra de los miembros de dicha población.

ENFOQUE METODOLÓGICO

Con fundamento en el Curso Integral de Protección Civil Tomo II de la Comisión Federal de electricidad, en la Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010 y en el Manual de Operaciones Contra Incendio de la Comisión Federal de Electricidad, se diseñó Plan de Autoprotección de Emergencia para la Empresa.

DESARROLLO

El proyecto consistió en el desarrollo de las fases y etapas que se describen a continuación:

- Fase de observación del Plan de Autoprotección de Emergencia de la empresa
- Fase de mejora y/o diseño del Plan de Autoprotección de Emergencia:
  - Etapa I: Elaboración de mapa de riesgos, mapa de evacuación y punto de reunión.
  - Etapa II: Conformación de la brigada de la empresa
  - Etapa III: Seguimiento detallado al momento de la emergencia

FASES DEL DESARROLLO

Fase I: Observación del Plan de Autoprotección de Emergencia de la Empresa.

La primera fase consistió en una investigación que se llevó a cabo por medio de una encuesta semiestructurada de naturaleza cualitativa, aplicada a siete personas que pertenecen a diferentes departamentos, desarrollándose las siguientes actividades:

- Visitar la empresa, con la finalidad de dar un recorrido en las instalaciones y conocer el Plan de Autoprotección de Emergencia.
- Diseñar el cuestionario con 20 preguntas que tienen como objetivo indagar para conocer cuáles son las medidas que se tienen de seguridad, a continuación, se muestran las preguntas:

1. ¿Qué medidas se toman en caso de un incendio?
2. ¿Conocen las rutas de evacuación?
3. ¿Conocen las entradas y salidas de emergencia?
4. ¿cómo actuar en caso de accidente por quemaduras de tercer grado?
5. ¿Tiene un botiquín de primeros auxilios cerca de tu área?
6. ¿Sabe en dónde se encuentra el croquis de la empresa?
7. ¿Las instalaciones cuentan con instalaciones contra incendio?
8. ¿Cada cuándo se les da mantenimiento a los extintores?
9. ¿Los extintores están ubicados de acuerdo al manual de seguimiento?
10. ¿Sabes que es un conato?

11. ¿Conoces el plan de prohibición, precaución y obligación en la empresa?
12. ¿Para qué sirve el punto de reunión?
13. ¿Tu empresa cuenta con un punto de reunión?
14. ¿Empresa cuenta con señalamientos de imagen y texto?
15. ¿Se cuenta con personal capacitado en primeros auxilios o equipo de primeros auxilios?
16. ¿Cada cuánto tiempo se realizan simulacros en la empresa?
17. ¿Se cuenta con alarma de seguridad en la empresa?
18. ¿Se ha presentado algún incendio en la empresa?
19. ¿Sabes que lo ocasionó?
20. ¿La empresa cuenta con un plan de Emergencia contra incendios?

APLICACIÓN DE LA ENCUESTA.

Dado que es necesaria la realización de una encuesta como herramienta de investigación, se visita a la empresa con la finalidad de aplicar la encuesta a personal seleccionado aleatoriamente (siete trabajadores de diferentes departamentos), con el objeto de verificar el conocimiento que los trabajadores poseen sobre el Plan de Autoprotección de Emergencia que tiene la empresa.

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE LA ENCUESTA.

Para determinar aspectos propios del posible usuario de un servicio o producto, donde se pretende tener una visión de quien responde dichas encuestas, se hicieron gráficas de cada una de las preguntas contenidas en la encuesta. A continuación, se agrega el análisis gráfico de las tres primeras preguntas. El análisis gráfico del resto de las preguntas se encuentra contenido en el ANEXO A al final de este documento.

Figura 1

1. **¿Qué medidas se toman en caso de un incendio?**
- Salir por la puerta principal
- Checar que no los extintores están llenos
- No hay medidas
- Alarmar al supervisor, al cuerpo de seguridad y tomar calma
- Usar el extintor
- El uso es localizar la fuente de incendio, uso de los extintores, evacuación del personal en caso de ser necesario, solicitar al departamento de bomberos si es necesario
- El extintor, detonar a cierta distancia Y procurar que no se expanda

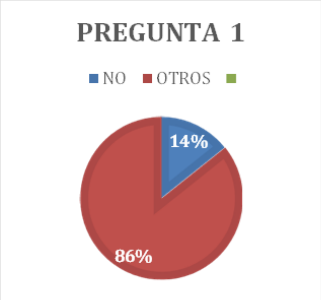


Figura 2

2. **¿Conoces las rutas de evacuación?**
- Si
- Si
- Si
- Si
- Si, ruta en cocina y por detrás de la empresa
- Si 5m ala derecha, 5m hacia la izquierda y 10m hacia la derecha (ruta de evacuación de almacén)
- Si en área de lavado de canastas, acceso principal y anden 2 (descarga y carga)



Figura 3

3. **¿Conoces las entradas y salidas de emergencia?**
- Si
- Si
- Si
- Si
- Si
- Si
- Si, hay 2



ANEXO A.
Contiene: Análisis gráfico de cada una de las respuestas a las preguntas que conforman la encuesta

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Una vez observada la información recopilada de la encuesta, cada una de las respuestas a las preguntas se concluyeron respectivamente. A continuación, agregamos la interpretación y conclusión de cada una de las tres primeras preguntas. El análisis del resto de las preguntas se encuentra contenido en el ANEXO B al final de este documento.

Con respecto a la pregunta 1 ¿Qué medidas se toman en caso de un incendio?, cuyo propósito es conocer las medidas de evacuación y seguridad que se toman al presentarse un siniestro (incendio) y de esta forma corroborar si la empresa brinda información al personal sobre las medidas que se deben tomar ante un evento de este tipo, sin embargo, dada la variedad de las respuestas concluimos que no hay medidas definidas que tengan un seguimiento unificado al momento de un incendio.

Con respecto a la pregunta 2 ¿Conoces las rutas de evacuación?, concluimos por observación en la planta que no hay ruta de evacuación bien definida, sin embargo, el 100% del personal entrevistado afirmo conocer la ruta de evacuación que tiene la empresa, esto denota que la información no es válida; ya que la empresa no cuenta con una ruta de evacuación definida, por lo que concluimos que las respuestas que dieron son de naturaleza ambigua.

Con respecto a la pregunta 3 ¿Conocen la salida de emergencia?, esta interrogante se hizo con el fin de conocer si los trabajadores tienen conocimiento sobre la ubicación de la salida de emergencia de la empresa, en la que un 100% de los entrevistados respondió que sí. Cabe mencionar que solo se cuenta con una salida de emergencia.

ANEXO B
Contiene: Conclusión de cada una de las preguntas que conforman la encuesta

RESULTADOS DE LA FASE NO. 1 OBSERVACIÓN DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN DE EMERGENCIA DE LA EMPRESA.

Después de Investigar paulatinamente la eficacia del Plan de Autoprotección de Emergencia que existen en la Empacadora Kacer por medio de la aplicación de una encuesta de 20 preguntas, y por la observación que se dio al hacer el recorrido en las instalaciones del área de producción, se concluye que le empresa cuenta con importantes medidas de seguridad como son:

- Existe una salida de emergencia y los trabajadores la conocen.
- Hay un botiquín de primeros auxilios en el área de laboratorio y los trabajadores tienen identificado el lugar de su ubicación.
- Existen 24 extintores, los cuales son suficientes para el área y están ubicados correctamente de acuerdo con lo requerido en la NORMA Oficial Mexicana NOM-002- STPS-2010, condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- Más del 50% de los trabajadores saben lo que es un punto de reunión.

También se detectó importantes áreas de oportunidad por observación en la planta, como son:

- No hay ruta de evacuación, ni punto de reunión bien definidos en las instalaciones.
- Solo hay un mapa (croquis), pero no indica ni la ruta de evacuación, ni el punto de reunión.
- Faltan señalamientos para discapacitados y más letreros que indiquen la ruta de evacuación.
- No se cuenta con alarma contra incendios.
- No hay un mapa de riesgos.

Por lo tanto, se determina que no hay medidas definidas que tengan un seguimiento unificado al momento de un incendio, dado que más del 50 % de las respuestas fueron de naturaleza ambigua, no se contesta de forma consecuente ni siguiendo un orden, el personal desconoce cada cuanto tiempo se les da mantenimiento a los extintores, el 70 % no sabe que es un conato, los trabajadores confunden simulacro con instrucción para uso de extintores, el 86% de los trabajadores desconoce que hace más de dos años se suscitó un incendio en las instalaciones. Finalmente, de acuerdo con la información recopilada por las encuestas y por recorridos en la empresa, se concluye que en la empresa no existe un Plan de Autoprotección de Emergencia Contra Incendios, por lo que, en la segunda fase del proyecto, dados los resultados de esta primera fase, se procedió a Diseñar el Plan de Autoprotección de Emergencia.

Fase II: Mejora y/o Diseño del Plan de Autoprotección de Emergencia

Esta segunda fase consistió en el diseño del Plan de Autoprotección de Emergencia dadas las características de la empresa, la cual se llevó a cabo en paralelo, visitas a la empresa e investigación sobre el Plan de Autoprotección de Emergencia, desarrollándose en tres etapas:

Etapa I: Conformación de la brigada de la empresa

Etapa II: Elaboración de mapa de riesgos, ruta de evacuación y punto de reunión.

Etapa III: Procedimiento detallado al momento de la emergencia

Etapa I: Conformación de la brigada de la empresa

La siguiente investigación se desarrolló con fundamento en los siguientes documentos:

- Curso Integral de Protección Civil Tomo II de la Comisión Federal de electricidad, en el numeral 9 de la NOM-002-STPS-2010
- Manual Operaciones Contra Incendio de la Comisión Federal de Electricidad.

La formación de estas brigadas tiene como objetivo proteger al personal, los bienes, las instalaciones y el equipo contra posibles daños.

DEFINICIÓN DE BRIGADA

Es un grupo de personas encargadas de velar por el bienestar y seguridad de los recursos humanos, materiales y tareas encaminadas a la atención de una situación de emergencia, de tal forma que estén organizadas y distribuidas estratégicamente en cada piso de los inmuebles ocupados por la institución. Teniendo la responsabilidad de la ejecución de las acciones de respuesta hasta que haya desaparecido o finalizado la contingencia.

CARACTERÍSTICAS

A nivel general las características fundamentales que permiten integrar las brigadas son:

- Brindar auxilio de manera organizada y planeada ante un estado de emergencia.
- Desarrollar un plan de acciones dependiendo el tipo de brigada, que contribuye a concientizar a la población, prevenir y minimizar las consecuencias de una calamidad.
- Contar con elementos entrenados y/o especializados que garanticen el óptimo cumplimiento de su función y se refleje en una atención inmediata y adecuada.
- Coordinarse con otras instancias (bomberos, cruz roja, policía, etc.) para proporcionar el auxilio en forma integrada.
- Participar dentro de los simulacros que programen la dependencia, ya sea de manera directa o indirecta.

INTEGRACIÓN y CAPACITACION de la BRIGADA BASE

La integración y capacitación de la brigada base de la empresa, se elaboró con fundamento en el numeral 9 de la NOM-002-STPS-2010, de acuerdo en los puntos que a continuación se mencionan detalladamente.

9.1 Para determinar el número de integrantes de la(s) brigada(s) del centro de trabajo, se deberánconsiderar al menos:

- El número de trabajadores por turno del centro de trabajo.
- La asignación y rotación de trabajadores en los diferentes turnos.

9.2 Los integrantes de las brigadas deberán ser seleccionados entre los trabajadores que cuentencon disposición para participar y con aptitud física y mental para desarrollar las funciones que se les asignen en el plan de atención a emergencias de incendio.

9.3 Las brigadas contra incendio deberán tener, al menos, las funciones siguientes:

- Evaluar los riesgos de la situación de emergencia por incendio, a fin de tomar las decisiones y acciones que correspondan, a través del responsable de la brigada o quien tome el mando a falta de éste, de acuerdo con el plan de atención a emergencias de incendio.
- Reconocer y operar los equipos, herramientas y sistemas fijos contra incendio, así como saber utilizar el equipo de protección personal contra incendio, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, los procedimientos establecidos y la capacitación proporcionada por el patrón o las personas capacitadas que éste designe.

Las brigadas deberán formarse con personal voluntario del centro de trabajo, preferentemente mayores de edad, con buena salud física y disponibilidad absoluta.

INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS

Los candidatos para la integración de la brigada serán reclutados mediante:

- Campaña publicitaria.
- Convocatoria.
- Solicitud.
- Actitudes y aptitudes.

CAPACITACIÓN

Los miembros de la brigada deberán recibir capacitación y adiestramiento en conjunto y con perfilbien definido, con el fin de lograr un eficiente rendimiento una vez presentado un incendio, con base en el punto 9.3 de la *NOM-002-STPS-2010*

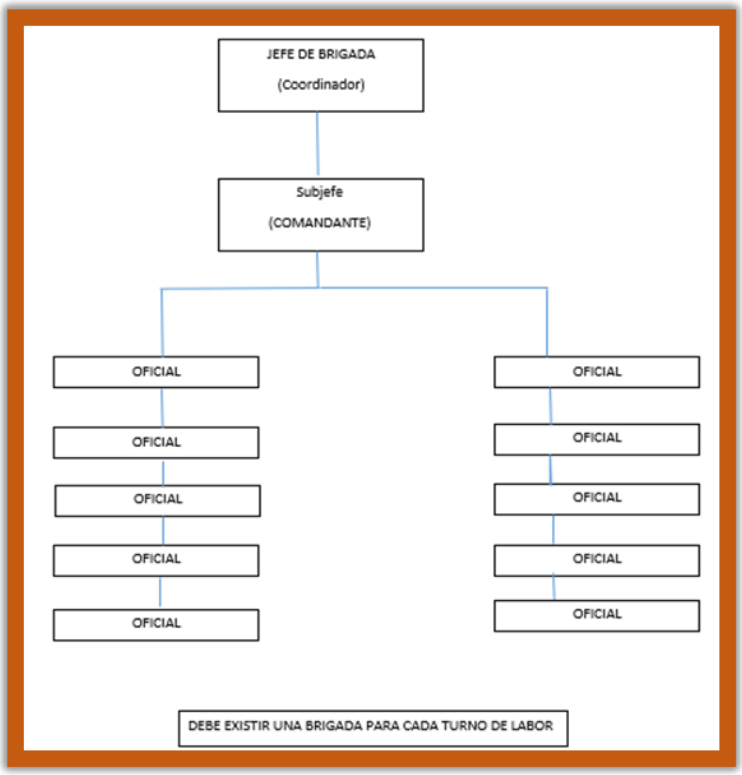
EQUIPO PARA BRIGADA

- Alarma de emergencia.
- Carro o bombero o auto tanque.
- Hidrantes y bombas contra incendio.
- Mangueras monitores y pitones.
- Sistema de espuma.
- Camillas.

BRIGADA BASE

La brigada base deberá consistir en una plantilla que pudiera estar disponible en caso de un incendio y estará formada por 16 elementos incluyendo al jefe de la brigada, subjefe, 12 oficialesy 2 auxiliares de apoyo.

Figura 4



FORMATO DE RECLUTAMIENTO

Con el objetivo de formar una brigada base en la Empresa, se utilizó el siguiente formato, contenido en el manual Operaciones Contra Incendio de la Comisión Federal de Electricidad.

Figura 5



OBJETIVO DE LA VISITA

Solicitud de ingreso a la brigada contra incendio voluntaria

Con fundamento en el manual Operaciones Contra Incendio de la Comisión Federal de Electricidad

DATOS GENERALES

Nombre completo_____
Departamento_____Turno_____
Puesto que desempeña_____
Edad_____Estatura_____

ESTUDIOS

Primaria_____ Secundaria_____ Profesional_____ Otros_____
Inglés: Lo habla_____ Lo lee_____ Otros_____

EMPLEOS ANTERIORES

Empresa_____ Puesto_____ Fecha_____
_____

Experiencia

¿Ha pertenecido a una brigada de bomberos? Sí_____ No_____
¿Donde? _____ ¿En qué fechas? _____
¿Qué puestos tuvo? _____
Mencione 5 de sus principales responsabilidades en puestos _____
_____
_____
Ha combatido alguna vez incendios _____ Sí _____ No _____
¿Cuántas veces? _____ ¿Dónde? _____
¿De qué tipo? _____
¿Con que? _____
¿Cuánto tiempo está dispuesto a ocupar en esta actividad?
Diario _____ Hrs. _____ Semanal _____ Hr. _____ Mensual _____ Hs. ____
¿Le interesa adquirir conocimientos más avanzados?
¿Cómo? _____ ¿Por qué? _____
_____

_____
Firma del Candidato

Posteriormente se visita la empresa con el objetivo de aplicar la solicitud de ingreso a la brigada contra incendio de forma voluntaria.

Figura 6
RESULTADOS DE LA CONFORMACIÓN DE LA BRIGADA BASE DE LA EMPRESA



ACTIVIDADES DE LAS BRIGADAS EN CASO DE INCENDIO

Las maniobras desempeñadas por los brigadistas que a continuación se descrinen tienen su fundamento en el *manual Operaciones Contra Incendio de la Comisión Federal de Electricidad*

Si el siniestro es incipiente y perfectamente controlable el brigadista toma el equipo de extinción y realiza lo siguiente:

Realiza las maniobras necesarias para extinguir el fuego con el equipo adecuado.

Aísla el área de siniestro y retira los materiales que sea inflamables.

Opera los sistemas automáticos de emergencia en caso de que existan en el área del siniestro.

Una vez atacado, revisa el lugar. Si las condiciones lo permiten, incorpora al personal al área de trabajo, pero si el área sufrió daños graves, lo informa al personal para que abandone las instalaciones hasta nuevo aviso.

Coordinar las acciones con otras brigadas.

Elabora un informe sobre el siniestro y lo manda a la oficina de protección civil y al responsable o jefe de la brigada.

> *Si, por lo contrario, el siniestro reviste un riesgo mayor para su control y extinción, notificaa la oficina de protección civil, quien a su vez da aviso y solicita ayuda a los organismosespecializados (cuerpo de bomberos, granaderos, etc.) así como al resto de las brigadas.*

Etapa II: Elaboración de mapa de riesgos, ruta de evacuación y punto de reunión.

La siguiente etapa se desarrolló con fundamento en el numeral 5 de la NOM-002-STPS-2010, específicamente en el 5.2 inciso c): La identificación de las principales áreas o zonas del centro de trabajo con riesgo de incendio, debido a la presencia de material inflamable, combustible, pirofórico o explosivo, entre otros.

En cuanto a las rutas de evacuación, **se establecen las normativas en** el numeral 4.31 de la NOM-002-STPS-2010, donde se indica como prioridad, estar señalizadas en lugares visibles y libres de obstáculos que impidan la circulación de los trabajadores. Además, los pisos deben disponer de dispositivos de iluminación que permitan visualizar si hay escalones u otro tipo de condiciones físicas.

4.31 Ruta de evacuación: Es el recorrido horizontal o vertical, o la combinación de ambos, continuo y sin obstrucciones, que va desde cualquier punto del centro de trabajo hasta un lugar seguro en el exterior, denominado punto de reunión, que incluye locales intermedios como salas, vestíbulos, balcones, patios y otros recintos; así como sus componentes, tales como puertas, escaleras, rampas y pasillos. Consta de las partes siguientes:

a) Acceso a la ruta de salida: Es la parte del recorrido que conduce desde cualquier lugar del centro de trabajo hasta la ruta de salida;

b) Ruta de salida: Es la parte del recorrido que proviene del acceso a la ruta de salida, separada de otras áreas mediante elementos que proveen un trayecto protegido hacia la descarga de salida, y

c) Descarga de salida: Es la parte final de la ruta de evacuación que lleva a una zona de seguridad en el exterior, denominada punto de reunión.

Para incrementar el fundamento con respecto a la ruta de evacuación se señala también en numeral 5 de la misma norma, que a continuación se describe:

5.2 inciso e): Las rutas de evacuación, incluyendo, al menos, la ruta de salida y la descarga de salida, además de las salidas de emergencia, escaleras de emergencia y lugares seguros.

La formación de estas brigadas tiene como objetivo proteger al personal, los bienes, las instalaciones y el equipo contra posibles daños.

MAPA DE RIESGOS DE LA EMPRESA

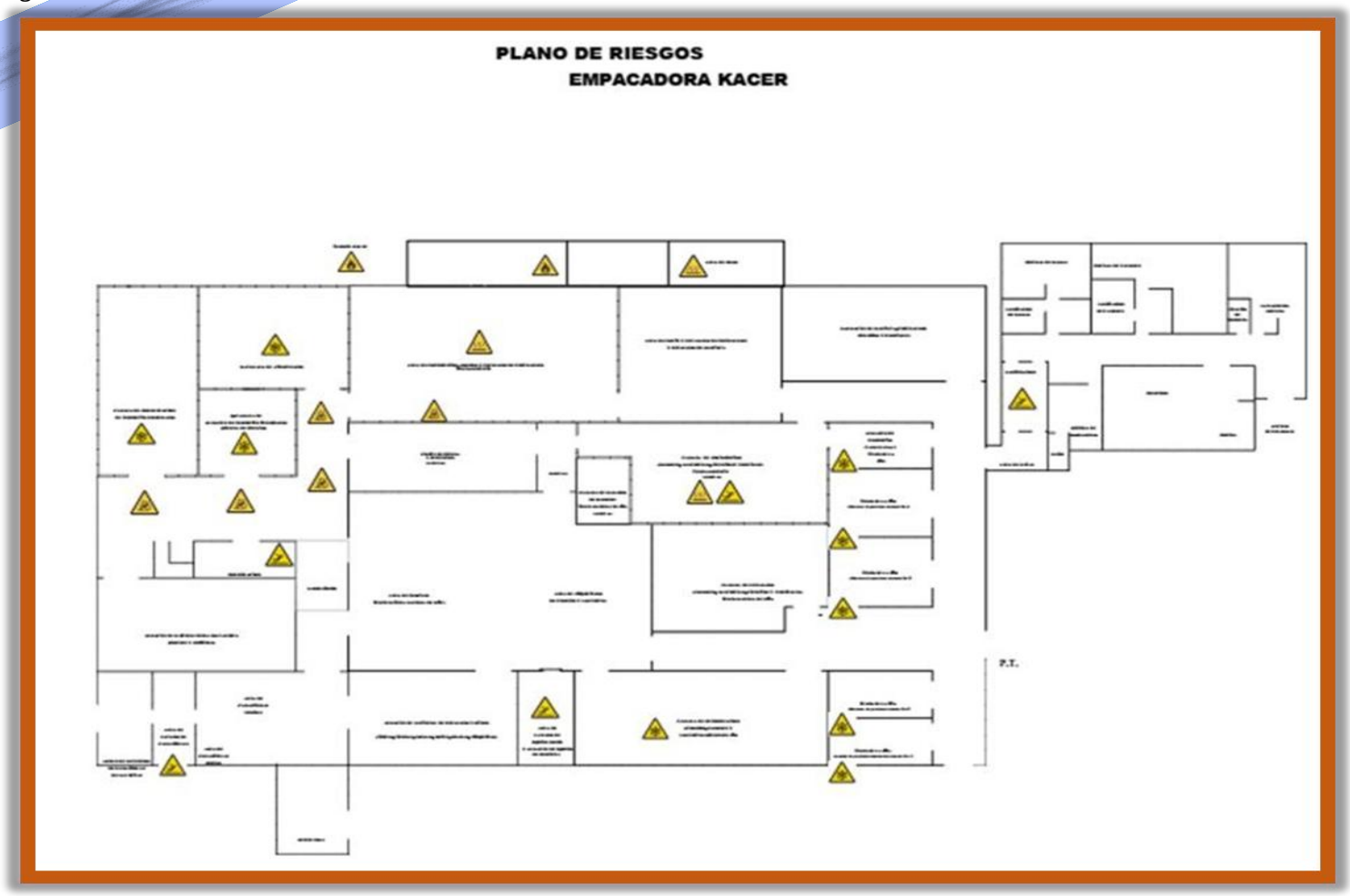
Un mapa de riesgo es un instrumento que permite identificar los factores de riesgo que se puedenpresentar dentro de una organización, además, brinda la posibilidad de que estos se puedan cuantificar, es decir, clasificar en el daño que este podría causar, la escala en la que va a estar dividido (alto, medio o bajo) y la probabilidad de que esto pueda ocurrir.

Figura 7

SEÑALIZACIÓN UTILIZADA EN UN MAPA DE RIESGOS



Figura 8



RUTA DE EVACUACIÓN

En la NOM-002-STPS-2010 se establece las rutas de evacuación con fundamento en el numeral 4.31

En la NOM-002-STPS-2010 se indica cómo deben de ser las rutas de evacuación, lo primero a tomar en cuenta es que tienen que estar señalizadas en lugares visibles y libres de obstáculos que impidan la circulación de los trabajadores. Además, los pisos deben disponer de dispositivos de iluminación que permitan visualizar si hay escalones u otro tipo de condiciones físicas.

Ruta de evacuación: Es el recorrido horizontal o vertical, o la combinación de ambos, continuo y sin obstrucciones, que va desde cualquier punto del centro de trabajo hasta un lugar seguro en el exterior, denominado punto de reunión, que incluye locales intermedios como salas, vestíbulos, balcones, patios y otros recintos; así como sus componentes, tales como puertas, escaleras, rampas y pasillos. Consta de las partes siguientes:

- Acceso a la ruta de salida: Es la parte del recorrido que conduce desde cualquier lugar del centro de trabajo hasta la ruta de salida.
- Ruta de salida: Es la parte del recorrido que proviene del acceso a la ruta de salida, separada de otras áreas mediante elementos que proveen un trayecto protegido hacia la descarga de salida.
- Descarga de salida: Es la parte final de la ruta de evacuación que lleva a una zona de seguridad en el exterior, denominada punto de reunión.

LETREROS DE LA RUTA DE EVACUACIÓN

En la NOM-002-STPS-2010 se indica cómo deben de ser las rutas de evacuación, lo primero a tomar en cuenta es que tienen que estar señalizadas en lugares visibles y libres de obstáculos que impidan la circulación de los trabajadores.

UBICACIÓN DE LAS SALIDAS DE EMERGENCIA

Se recomienda que estén colocadas entre dos y dos metros y medio del recorrido de evacuación, y desde su borde inferior. Así mismo, han de colocarse a más de 30 centímetros del techo. Las señales que indiquen la salida se han de colocar en todas las salidas del edificio, planta o recinto.

PUNTO DE REUNIÓN

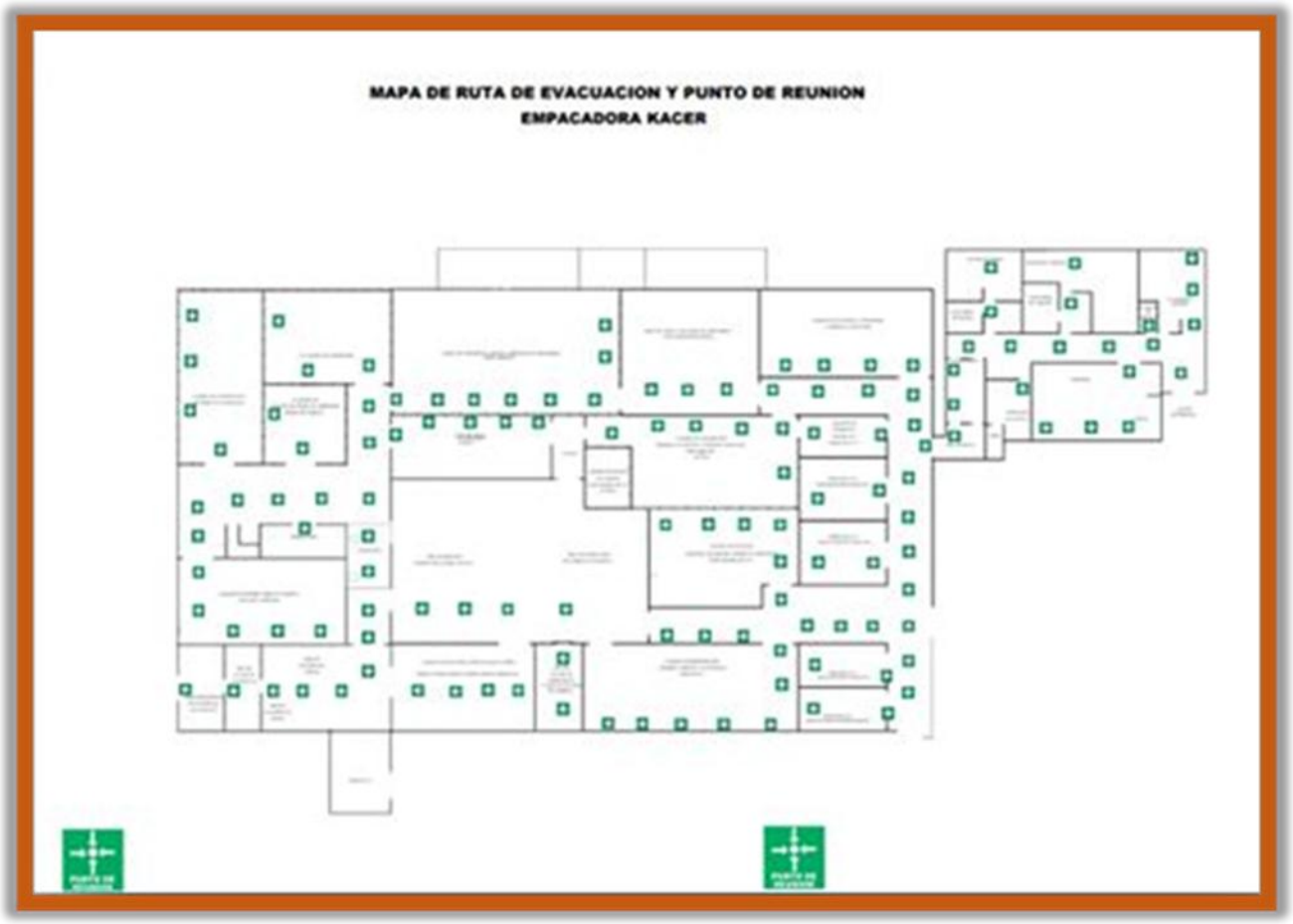
UBICACIÓN DEL PUNTO DE REUNIÓN

Deberá tener espacio suficiente para todas las personas a evacuar, teniendo en cuenta que podría haber también personas heridas. No deberá estar excesivamente alejado, y deberá ser accesible. Para prevenir posibles accidentes, se deberá evitar tener que cruzar la calle para acceder al Punto de Reunión.

Deberá estar tan lejos del centro como para que en el supuesto caso de una explosión esta no afecte a la gente evacuada, y deberá ser bien visible tanto de día como con escasa iluminación. Siendo en algunos casos de material reflectante. Deberá disponer de rutas seguras para realizar una evacuación desde dicho punto de reunión si fuera preciso.

Su ubicación deberá ser conocida por todo el personal y estar incluido dentro del Plan de Autoprotección y Planos de Evacuación.

Figura 9



Etapa III: Procedimiento detallado al momento de la emergencia

La siguiente etapa se desarrolló con fundamento en el numeral 8 de la NOM-002-STPS-2010, específicamente en el 8.1, que se titula: El plan de atención a emergencias de incendio, el cual deberá contener los siguientes incisos:

a) La identificación y localización de áreas, locales o edificios y equipos de proceso, destinados a la fabricación, almacenamiento o manejo de materias primas, subproductos, productos y desechos o residuos que impliquen riesgo de incendio;

b) La identificación de rutas de evacuación, salidas y escaleras de emergencia, zonas de menor riesgo y puntos de reunión, entre otros;

c) El procedimiento de alertamiento, en caso de ocurrir una emergencia de incendio, con base en el mecanismo de detección implantado;

d) Los procedimientos para la operación de los equipos, herramientas y sistemas fijos contra incendio, y de uso del equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio;
e) El procedimiento para la evacuación de los trabajadores, contratistas, patrones y visitantes, entre otros, considerando a las personas con capacidades diferentes;
f) Los integrantes de las brigadas contra incendio con responsabilidades y funciones a desarrollar;
g) El equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio;
i) El procedimiento de solicitud de auxilio a cuerpos especializados para la atención a la emergencia contra incendios, considerando el directorio de dichos cuerpos especializados de la localidad;
m) Las instrucciones para atender emergencias de incendio.

Para esto se desarrolló un Diagrama de flujo del proceso, específicamente para la empresa, posteriormente y en base al diagrama, se elaboró el procedimiento en el momento de la emergencia, clasificado en; Responsable, secuencia y actividades. Por último, se diseñó un procedimiento de actuación de la brigada, ante la emergencia de incendio. A continuación, se presenta el diagrama y cada uno de estos procesos

Figura 10

DIAGRAMAS DE FLUJO PROCEDIMIENTOS EN EL MOMENTO DE LA EMERGENCIA

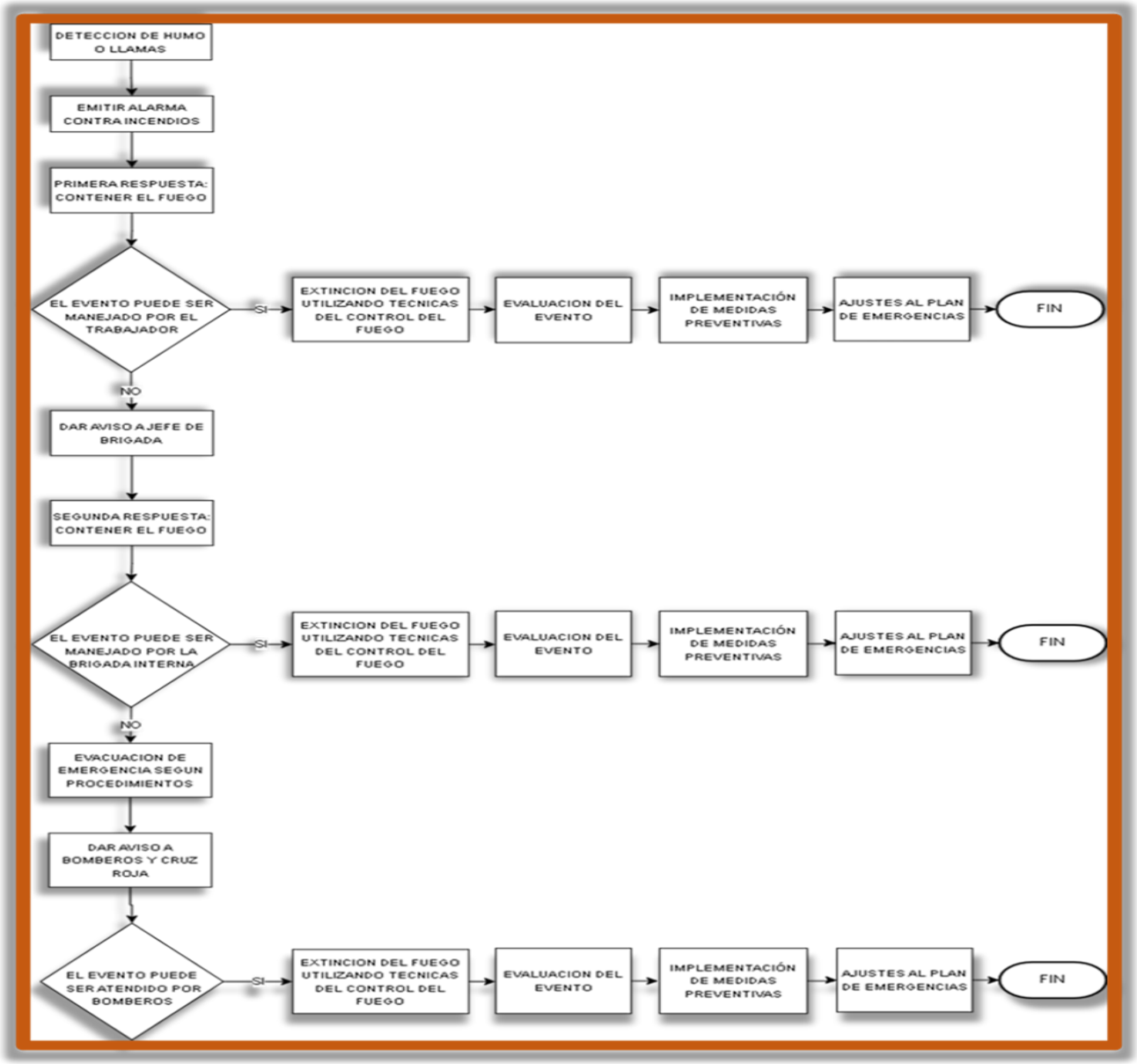


Figura 11

PROCEDIMIENTOS EN EL MOMENTO DE LA EMERGENCIA DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

RESPONSABLE	SECUENCIA	ACTIVIDADES
Personal/ Trabajador	1	El trabajador detecta humo o llamas en el área de trabajo.
Personal/ Trabajador	2	El trabajador emite alarma contra incendios.
Personal/ Trabajador	3	PRIMERA RESPUESTA: Contener el fuego por parte del trabajador. Instrucciones: Si la situación es menor y puede mitigarse por él mismo se procede a extinguir el fuego utilizando técnicas de control de incendios: Separación, sofocación, enfriamiento e inhibición.
Personal/ Trabajador/ Brigadista	4	¿Se contiene el fuego? **SI:** 1. Extinción del fuego utilizando técnicas de control de incendios. 2. Evaluación del evento, como, por ejemplo; causas que lo originaron daños estimados y evaluación de la actuación. 3. Implementar medidas preventivas y correctivas para evitar que el hecho ocurra nuevamente 4. Ajusta el plan de emergencias **NO:** Informa al jefe de brigada contra incendios acerca de este suceso.
Trabajador/ Brigada contra incendios	5	Cuando la situación no se puede controlar por el trabajador, inmediatamente, se informa al jefe de la brigada contra incendios y éste procede a pasar la información al resto del personal que conforma la brigada (subjefe y oficiales) para prepararse ante la situación.
Brigada contra incendios (interna)	6	SEGUNDA RESPUESTA: Contener el fuego por parte de la brigada contra incendios (interna) Instrucciones: En caso de que el evento sí pueda ser enfrentada por el personal de la brigada contra incendios con la que cuenta la planta, se procede a extinguir el fuego utilizando técnicas de control de incendios: Separación, sofocación, enfriamiento e inhibición
Brigada contra incendios (interna)	7	¿Se contiene el fuego? **SI:** 1. Extinción del fuego utilizando técnicas de control de incendios. 2. Evaluación del evento, como, por ejemplo; causas que lo originaron, daños estimados y evaluación de la actuación. 3. Implementar medidas preventivas y correctivas para evitar que el hecho ocurra nuevamente 4. Ajusta el plan de emergencias **NO:** Evacuar y dar aviso a apoyo externo
Brigada contra incendios (interna)	8	Si la emergencia no puede ser extinguida por la brigada contra incendios de la planta, el jefe de la brigada, inmediatamente, inicia la evacuación del personal (esto se hace con la ayuda del personal que conforma la brigada, es decir, tanto oficiales, cómo el jefe y subjefe colaboran).
Brigada contra incendios (interna)	9	Si la emergencia no puede ser extinguida por la brigada contra incendios de la planta, el jefe de la brigada solicita ayuda externa para abordar la situación a grupos de bomberos y protección civil.

Brigada contra incendios y Ayuda Externa	10	Ya que la emergencia fue extinguida, el personal que conforma la brigada hace una evaluación del evento para encontrar las posibles causas que originó el incidente, se estiman daños y se analiza la manera con la cual se enfrentó la situación. De la misma manera se hace una lluvia de ideas (principalmente los oficiales) para implementar medidas correctivas y preventivas para evitar otro incidente. Para finalizar el jefe (con ayuda del subjefe) Realiza ajustes al Plan de Emergencias, implementando las ideas que brindaron los oficiales de la brigada, así como aportaciones mismas para una mejor estrategia. Ya que se hicieron dichas modificaciones el subjefe de la brigada se encarga de dar a conocer el nuevo plan de emergencia de los oficiales.

Tabla 1

PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN DE LA BRIGADA ANTE LA EMERGENCIA DE INCENDIO

Nombre del Brigadista	Área/ Departamento	Acciones a desempeñar en el momento de la emergencia.
José Alberto Hernández Morín		Encomendar, comunicar y dirigir las actividades que va a desarrollar cada miembro de la brigada al momento de la emergencia.
Álvaro Serrano Torres		El subjefe de la brigada estará encargado de la evacuación del personal presente en las siguientes áreas: área de cocimiento de chicharrón, área de corte de pierna, área de producción, área de lavado de equipo móvil y del almacén de material para envasado. El subjefe de la brigada esta encomendado en asegurar la evacuación del trabajador Julio Serrano Hernández, quien padece una discapacidad auditiva.
Alberto Muñoz Enríquez		El oficial 1 de la brigada deberá evacuar al personal presente en las siguientes áreas: cámara de conservación, cámara de almacén de producto terminado, cámara de atemperado, formulación, laboratorio, almacén de materia prima y área de canastillas. El brigadista estará encargado de la evacuación del trabajador Adrián Cervantes Serrano, quien padece una discapacidad motriz.
Salvador Pérez Villasana		El oficial 2 de la brigada deberá evacuar al personal que se encuentre en las siguientes áreas: almacén de manteca y chicharrón, en cámaras de almacén, área de sanitización, oficinas de S.A.G.A.R.P.A, sanitarios, duchas, cuartos de limpieza, lavandería y comedor. El brigadista deberá cerciorarse que los trabajadores Alma Apolonio Martínez, Luis Chávez Hernández, Martha Elena González y Mario Ruiz, quienes padecen de una discapacidad visual, hayan sido evacuados.

RESULTADOS DE LA FASE NO. 2 DISEÑO DEL PLAN DE ACCIÓN DE EMERGENCIA DE LA EMPRESA

Con la finalidad de dar continuidad a los resultados obtenidos en la fase No. 1, se investigó detalladamente los temas de brigadas de protección contra incendios, mapa de riesgos, ruta de evacuación, punto de reunión y procedimientos en el momento de la emergencia, principalmente en la NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010 condiciones de seguridad- prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo en el Curso Integral de Protección Civil Tomo II de la Comisión Federal de electricidad y en el manual Operaciones ContraIncendio de la Comisión Federal de Electricidad, obteniendo importantes resultados, que a continuación se describen:

- Se documentó Información relevante sobre el tema de brigadas contra incendios.
- Se conformó la brigada base de la Empresa con el siguiente personal:
  - José Alberto Hernández Morín
  - Álvaro Serrano Torres
  - Alberto Muñoz Enríquez
  - Salvador Pérez Villasana
- Se diseñó el mapa de riesgos, que se puede presentar dentro de la Empresa sus respectivas señalizaciones.
- Con fundamento en el numeral 4.31 de la nom-002-stps-2010, **se diseñó el mapa de rutade evacuación y punto de reunión de la Empresa.**
- Se diseñó un diagrama de flujo de procedimientos en el momento de la emergencia, con la descripción de los procedimientos.
- Se diseñó un formato de procedimiento de actuación de la brigada base ante la emergencia de incendio, específicamente para la Empresa.

RECOMENDACIONES

Que la empresa imparta cursos para los brigadistas, con la siguiente información:

- Introducción.
- Definiciones.
- Formación de la brigada de evacuación y comunicación.
- Funciones de la brigada de evacuación y comunicación.
- Actividades antes de la emergencia.
- Actividades durante la emergencia.
- Actividades después de la emergencia.
- Primeros auxilios.
- Se recomienda la instalación de alarma contra incendios.
- Se sugiere generar otro acceso a la ruta de salida.
- Se recomienda la instalación de más letreros de ruta de evacuación.
- Se recomienda delimitar el área de recorrido y estación del montacargas.
- Se recomienda evitar la obstrucción de señalamientos de seguridad.
- Se sugiere reconsiderar la ubicación del punto de reunión.
- Se recomienda implementar equipo de protección personal para brigadistas.
- Se recomienda agregar un botiquín más de primeros auxilios en el área de enfermería.
- Se recomiendan cursos de primeros auxilios para los brigadistas.

CONCLUSIONES

El propósito central de este proyecto fue el desarrollar un Plan de Autoprotección de Emergencia el cual fue diseñado bajo el seguimiento de dos fases con sus respectivas estrategias. Siendo la primera, investigar paulatinamente la eficacia del Plan de Autoprotección de Emergencia que existía en la empresa, obteniendo como resultados importantes áreas de oportunidad, las cuales se enlistaron y se dieron a conocer a los responsables del departamento.

Concluyendo en esta primera parte del proyecto, que no existe un Plan de Autoprotección de Emergencia Contra Incendios, por lo que, en la segunda fase del proyecto, se diseñó el Plan de Autoprotección de Emergencia, el cual consistió principalmente en el diseño de tres etapas, las cuales, representan los pasos detallados y específicos dentro de la segunda fase y que describen puntualmente cada una de las actividades realizadas.

El desarrollo del Plan de Autoprotección de Emergencia y sus respectivas fases de aplicación, se basaron principalmente en la NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010.

Al finalizar la segunda y última fase, se concluyó que se alcanzaron exitosamente los objetivos planteados, ya que se logró la conformación de la brigada base de la empresa, con cuatro integrantes, así mismo, el diseño del mapa de riesgos, mapa de ruta de evacuación y punto de reunión, también se estructuro un diagrama de flujo del proceso, posteriormente y con base en el diagrama, se elaboró el procedimiento en el momento de la emergencia, por último, se diseñó un procedimiento de actuación de la brigada, ante la emergencia de incendio.

Finalmente se concluyó que el proyecto cumple satisfactoriamente lo establecido en sus objetivos, dado que, la elaboración y seguimiento de un Plan de Autoprotección de Emergencia, genera una respuesta efectiva y eficiente ante una perentoriedad que se presente en la empresa.

Al finalizar este proyecto y después de los resultados obtenidos se muestran recomendaciones para que la empresa pueda dar continuidad, agregando que el dar continuidad al Plan de Autoprotección genera instalaciones seguras y a su vez demuestra el compromiso y responsabilidad de una Empresa hacia la seguridad y salud física y mental de su personal, dando como resultado un excelente ambiente de trabajo, ya que, en una empresa productora de alimentos, la seguridad es un factor esencial.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sistema Nacional de Protección Civil y Gerencia de Seguridad Industrial de C.F.E. (1996). *Curso Integral de Protección Civil Tomo l* (1ª ed). Centro de Capacitación Noreste, Comisión Federal de Electricidad
2. Sistema Nacional de Protección Civil y Gerencia de Seguridad Industrial de C.F.E. (1996). *Curso Integral de Protección Civil Tomo lI* (1ª ed). Centro de Capacitación Noreste, Comisión Federal de Electricidad
3. Sistema Nacional de Protección Civil y Gerencia de Seguridad Industrial de C.F.E. (1996). *Operaciones Contra Incendio.* (1ª ed). Centro de Capacitación Noreste, Comisión Federal de Electricidad.
4. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2010). *Condiciones de Seguridad-Prevención y Protección Contra Incendios en los Centros de Trabajo.* NOM-002-STPS 2010.https://dof.gob.mx/normasOficiales/4228/stps/stps.htm
5. Secretaría de Gobernación. (2011). *Señales y Avisos para Protección Civil. - Colores, Formas y Símbolos a Utilizar. NOM-003-SEGOB-2011.* *https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/138413/NOM-003-SEGOB-2011.pdf*
6. Blaxter, L.; Hughes, C. y Tight, M. (2000). Cómo se hace una investigación. España: Gedisa. Pág 96

Efecto de la salinidad sobre el desarrollo temprano de plántulas de repollo

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.840

Selene Guadalupe Campa-Cardoza[1], Rubén Iván Marín-Tinoco[1,2], María de los Ángeles Sariñana-Navarrete[1], Luis Manuel Valenzuela-Núñez[3], Miguel Ángel Soto-Cárdenas[4,5], Raúl Alejandro Cuevas-Jacquez[3,6], Cayetano Navarrete-Molina[1]*

[1]*Universidad Tecnológica de Rodeo, campaselene18@gmail.com (S.G.C.-C.); labrodeo@gmail.com (R.I.M.-T.); est_primo23@hotmail.com (M.A.S.-N.); navarretemolina1977@gmail.com (C.N.-M.)*
[2]*Hospital Rural No. 162 - Instituto Mexicano del Seguro Social, labrodeo@gmail.com*
[3]*Universidad Juarez del Estado de Durango. luisvn70@hotmail.com (L.M.V.-N.); acj_78@hotmail.com (R.A.C.-J.)*
[4]*Programa de Estancias Posdoctorales por México, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, . miguelsoto06@hotmail.com*
[5]*Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional, miguelsoto06@hotmail.com*
[6]*Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos – Tecnológico Nacional de México, acj_78@hotmail.com*
**Autor de correspondencia: navarretemolina1977@gmail.com*

Línea de investigación: Efectos del estrés abiótico en las plantas

Resumen

Ante el numeroso incremento de factores de estrés abiótico (FEA) a nivel mundial, mismos que causan una reducción significativa en el rendimiento de los cultivos, resulta necesario prestarles especial atención. En este sentido, uno de los FEA más severos, para el desarrollo de las plantas, es provocado por la salinidad, tanto en agua, así como el suelo, causando daños sobre el crecimiento y rendimiento de muchos cultivos. El objetivo fue evaluar la tolerancia al estrés salino durante el crecimiento temprano de las plántulas de repollo (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.). Ocho tratamientos de salinidad fueron utilizados, 0 (control), 10, 20, 40, 80, 160, 320 y 640 mM de cloruro de sodio. El periodo incluyo 15 días después de la siembra en condiciones controladas. Para cada tratamiento se utilizaron 100 semillas con un diseñó en bloques completamente al azar con tres repeticiones. Las mediciones se registraron a partir del cuarto y hasta el quinceavo día después de la siembra. Un análisis de varianza fue realizado a las mediciones. Los resultados evidenciaron que, para los tratamientos de 160, 320 y 640 mM no germino ninguna semilla. Y para el resto, diferencias estadísticas significativas fueron demostradas. Los efectos fueron significativos para el tratamiento 80 mM. Además, probablemente bajas concentraciones salinas promueven un mejor crecimiento temprano en plantas, porque los tratamientos 10 y 40 mM registraron mejor desempeño vs control. En conclusión, la exposición temprana de plántulas a bajas concentraciones salinas, pudiera favorecer su crecimiento. Es por ello, la aclimatación a bajas condiciones salinas en etapas tempranas de algunas plantas, puede representar una ventana de oportunidad contra la salinización del agua y suelo, donde adoptar diferentes mecanismos de defensa puede mejorar su rendimiento, generando una respuesta más eficiente al estrés.

Palabras clave: *aclimatación, estrés abiótico, cloruro de sodio*

Abstract

Given the increasing number of abiotic stress factors (ASF) worldwide, which cause a significant reduction in crop yield, it is necessary to pay special attention to them. In this sense, one of the most severe ASF for plant development is caused by salinity, both in water and soil, causing damage to the growth and yield of many crops. The objective was to evaluate tolerance to salt stress during early growth of cabbage seedlings (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.). Eight salinity treatments were used: 0 (control), 10, 20, 40, 80, 160, 320 and 640 mM of sodium chloride. The period included 15 days after sowing under controlled conditions. For each treatment, 100 seeds were used with a completely randomized block design with three replicates. Measurements were recorded from the fourth to the fifteenth day after sowing. An analysis of variance was performed on the measurements. The results showed that, for the 160, 320 and 640 mM treatments, no seeds germinated. And for the rest, significant statistical differences were demonstrated. The effects were significant for the 80 mM treatment. In addition, low saline concentrations probably promote better early growth in plants, because the 10 and 40 mM treatments recorded better performance vs. control. In conclusion, early exposure of seedlings to low saline concentrations could favor their growth. Therefore, acclimatization to low saline conditions in early stages of some plants may represent a window of opportunity against water and soil salinization, where adopting different defense mechanisms can improve their performance, generating a more efficient response to stress.

Keywords: *acclimatization, abiotic stress, sodium chloride.*

INTRODUCCIÓN

El estrés salino (ES) es uno de los factores de estrés ambiental y representa un gran desafío para la agricultura contemporánea, impactando principalmente el rendimiento y la calidad de los cultivos (Negacz et al., 2022; Wien y Stützel, 2020). Según la FAO, la superficie mundial de suelos afectados por la salinidad cubre 424 millones de hectáreas de capa superficial (0-30 cm) y 833 millones de hectáreas de subsuelo (30-100 cm) (basado en el 73% de la tierra cartografiada hasta ahora) (FAO, 2021). Otros estudios muestran que mil millones de hectáreas de tierra se ven afectadas negativamente por la salinidad, incluido más del 20% de toda la tierra cultivable irrigada (Ghassemi et al., 1995; Qadir et al., 2014). En general, el ES puede provocar una serie de efectos adversos, entre ellos la toxicidad, estrés osmótico (EO), alteraciones de la membrana y daño oxidativo, así como desequilibrio de nutrientes a nivel de toda la planta debido al exceso de iones de sodio (Cabot et al., 2014; Ribeiro da Silva et al., 2020; Wien y Stützel, 2020; Zhang y Shi, 2013). Con base en lo anterior, la salinidad muestra una importancia, agudizándose en los cultivos de consumo humano.

La salinidad afecta el crecimiento de las plantas y su productividad agrícola de diferentes maneras, como lo son: inducción de déficit hídrico (Shannon y Grieve, 1999; Cepeda-Guzmán et al., 2014), toxicidad por exceso de iones (Yokoi et al., 2002) y desbalance nutrimental (Goykovic y Saavedra, 2007). Al presentarse una inducción del EO en las plantas, por el ES y el estrés hídrico (EH), su metabolismo sufre un desequilibrio y por consiguiente se ve afectado su crecimiento y desarrollo, lo que genera una disminución del rendimiento agrícola (Lamz y González, 2013). Por lo tanto, la propiedad de tolerancia a la salinidad (TS) para un grupo particular de plantas, por ejemplo, las hortalizas, puede no ser un atributo simple, sino el resultado de más de una estrategia de adaptación (Chakraborty et al., 2016; Hasegawa et al. 2000). Existe un grupo de hortalizas, pertenecientes al género *Brassica* (GB), donde se encuentran cultivos como: el repollo, el brócoli, la coliflor, el rábano, la mostaza y por último la rúcula. Sin embargo, a pesar de pertenecer al mismo género, la tolerancia al ES (TES) en las especies del GB (EGB) es un rasgo complejo que varía entre especies. Por ejemplo, las EGB que son anfitetraploides poseen una mayor TES en comparación con sus progenitores diploides. Sin embargo, algunos estudios han demostrado, que incluso dentro de las especies anfitetraploides, existe variación con respecto al nivel de TES (Chakraborty et al., 2016; Shah et al., 2021). Tan solo por citar un ejemplo, dentro de las especies anfitetraploides se encuentra la colza (*Brassica napus* L.) y en las diploides el repollo (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.).

El repollo, forma parte de cuatro variedades botánicas de repollos y coles chinas, las cuales se originaron a partir de un solo ancestro silvestre *B. oleracea* L. var. *oleracea* (syn. *sylvestris*) que no formaba cabeza, mediante la adaptación humana, así como la selección natural a través de la mutación de especies silvestres (Di Benedetto, 2023; Qiu et al., 2017). Se ha documentado, que los repollos son plantas de gran plasticidad climática y se adaptan mejor a ambientes húmedos, siendo muy sensibles a un EH y al ES, reportándose que una alta concentración de sal influye negativamente en la germinación de las semillas, el crecimiento de las plántulas, el desarrollo de las cabezas de hojas y la formación de frutos, afectando negativamente su rendimiento (Barrett et al., 2015; Paranhos et al., 2016; Ponjičan et al., 2021; Qiu et al., 2015; Ribeiro da Silva et al., 2020; Wien y Stützel, 2020). Considerando el papel critico de la salinidad en el crecimiento temprano de las plantas (CTP), el objetivo de este estudio fue evaluar la TES durante el CTP de repollo (CTPR). Es por ello, que la hipótesis planteada en esta investigación, menciona que el nivel de salinidad afecta significativamente el CTPR. Lo anterior, contribuirá a mejorar el entendimiento de dichos efectos y además a disminuir las pérdidas ocasionadas a dicho cultivo por el exceso de sal en el agua o suelo. Adicionalmente, se apoyará con el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y a la generación de una visión holística de los sistemas productivos, en especial el de alimentos para la humanidad, alineada con productivos, económicos, sociales, ambientales y culturales (Marin-Tinoco et al., 2023; Meza-Herrera et al., 2022; Navarrete-Molina et al., 2020, 2019a, 2019b; Ornelas-Villarreal et al., 2022a, 2022b; Ríos-Flores et al., 2018, 2017; Ríos-Flores y Navarrete-Molina, 2017).

DESARROLLO

Efecto de la salinidad en las plantas

La salinidad es un uno de los principales factores de estrés abiótico (FEA) que afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas (Shannon y Grieve, 1999). Al presentarse este fenómeno, una deshidratación de las células vegetales (CV) es provocada, porque el agua disponible en el suelo, se vuelve menos accesible por la elevada concentración de sales (Qazi et al., 2024). En este mismo sentido, las sales pueden interferir con la función metabólica de la planta, al afectar procesos como la fotosíntesis y la respiración celular (Zuo et al., 2024). Además de estos procesos, se ha demostrado que las sales pueden inducir toxicidad iónica, especialmente por la acumulación de sodio (Na^+) y cloro (Cl^-) en las CV (Hameed et al., 2024; Yokoi et al., 2002). Considerando que estos iones pueden interferir con la función de los mecanismos enzimáticos y con la estructura de las membranas celulares, lo que puede provocar pérdida de la turgencia celular e inclusive causar una muerte celular (Ali et al., 2024). A medida que las plantas intentan evitar la absorción de estos iones, activan diversos mecanismos de tolerancia, como la producción de solutos orgánicos que ayudan a equilibrar la presión osmótica y reducir el daño celular (Amiri et al., 2024). Por lo tanto, al presentarse una mayor concentración intracelular de Na^+ y Cl^-, las plantas desarrollan una serie de respuestas adaptativas frente dicha condición de salinidad, las que pueden llegar a involucrar rutas de señalización complejas a nivel genético (Zhuo et al., 2024). Estas rutas, regulan la expresión de genes involucrados en el transporte iónico (TI), la síntesis de antioxidantes y la osmorregulación. Sin embargo, la capacidad de las plantas para tolerar la salinidad varía considerablemente entre especies y dentro de una misma especie, dependiendo de factores genéticos y ambientales (Ortega, 2024).

La salinidad y su efecto sobre el crecimiento temprano de las plantas

El CTP está fuertemente influenciado por la capacidad de las raíces para adaptarse a condiciones salinas (Gallegos-Hernández et al., 2024). La salinidad interfiere con la actividad metabólica de las raíces, reduciendo la absorción de agua y nutrientes, lo que afecta negativamente la elongación de las raíces primarias y secundarias (Cabot et al., 2014; Ribeiro da Silva et al., 2020; Wien y Stützel, 2020; Zhang y Shi, 2013). En respuesta a esto, las plantas desarrollan mecanismos de tolerancia, como la activación de sistemas de transporte de iones para expulsar Na^+ y Cl^- hacia el exterior de las células, o almacenarlos en vacuolas para mitigar su efecto tóxico (Munns y Tester, 2008). Por otro lado, la capacidad de las plantas para manejar altos niveles de sal disminuye a medida que se incrementa la concentración de sales, lo que resulta en una reducción en la biomasa de las plantas jóvenes (Patankar et al., 2024).

Sin embargo, la exposición a altos niveles de salinidad, durante el CTP, activa una serie de rutas de señalización, los cuales modulan la expresión de genes involucrados en la regulación osmótica y en la síntesis de compuestos protectores (Farooq et al., 2024). Estos mecanismos, permiten que las plántulas mantengan su equilibrio osmótico y protejan sus estructuras celulares del daño oxidativo, inducido por el ES (Zhao et al., 2024). En particular, se ha observado que las plantas activan genes relacionados con la producción de solutos compatibles, como el manitol y la prolina, que ayudan a mantener la turgencia celular y reducen los efectos perjudiciales de la deshidratación (Deinlein et al., 2014; Mendoza, 2024). Así mismo, la interacción entre las diferentes estrategias de adaptación y la severidad del ES determina el éxito del CTP (Tarolli et al., 2024).

Efecto de la salinidad en las hortalizas

Las hortalizas son particularmente vulnerables al ES durante las etapas de germinación y CTP, cuando las raíces están en formación y no han desarrollado aún mecanismos efectivos para tolerar altos niveles de sal (Gallegos-Hernández et al., 2024). Considerando que, la salinidad interfiere con la capacidad de las raíces para absorber agua, provocando un déficit hídrico y una reducción de la actividad enzimática (Shannon y Grieve, 1999; Cepeda-Guzmán et al., 2014; Yokoi et al., 2002). A su vez, la toxicidad iónica causada por la acumulación de Na^+ y Cl^- en los tejidos de las plantas, puede desencadenar daños irreversibles en las CV (Martínez-Villavicencio et al., 2011). Lo anterior, puede llegar a provocar que muchas hortalizas experimenten una reducción significativa en su tamaño, calidad y rendimiento en condiciones de ES (Negacz et al., 2022; Wien y Stützel, 2020). Sin embargo, para contrarrestar los efectos del ES, las hortalizas activan una serie de mecanismos de tolerancia que incluyen la regulación del TI y la síntesis de compuestos osmoprotectores (Barbieri et al., 2024). Además, pueden activar sistemas de bombeo iónico en las membranas celulares, como las bombas de sodio-potasio, para expulsar el exceso de Na^+ y Cl^- hacia el exterior, evitando su acumulación en los tejidos vegetales y minimizando la toxicidad (Tanveer et al., 2024).

En este sentido, el manejo agronómico de la salinidad en la producción de hortalizas, pudiera involucrar prácticas como el uso de variedades más tolerantes a la sal y la implementación de técnicas de riego adecuadas (Kaya y Ashraf, 2020). Del mismo modo, los avances en la mejora genética de las hortalizas, han permitido el desarrollo de cultivos más resistentes a la salinidad, resultando en una mayor capacidad para mantener la productividad en suelos salinos (Rajyaguru y Maheshala, 2023). Estos avances, revisten gran importancia, considerando que podrían ser la base de la generación de nuevas soluciones, encaminadas a mejorar la adaptabilidad y resiliencia de las hortalizas a condiciones de salinidad, lo anterior, es fundamental en este tiempo, si se desea asegurar una verdadera seguridad alimentaria en regiones afectadas por este FEA. Lo cual, se ve potencializado por los efectos del cambio climático sobre la producción de los alimentos, necesarios para alimentar a la creciente población de la humanidad, lo cual incluye esfuerzos mundiales para cumplir con la agenda 2030 (Chakraborty et al., 2016; Hasegawa et al., 2000).

Efecto de la salinidad sobre las especies de Brassicas

Como se ha expuesto, la salinidad es uno de los FEA más limitantes en la agricultura moderna, y las Brassicas, como el brócoli, la col rizada, la col y la mostaza, no son inmunes a sus efectos (Chakraborty et al., 2016; Shah et al., 2021). Sin embargo, uno de los mecanismos clave que las Brassicas emplean para hacer frente a la salinidad es la regulación del TI (Li et al., 2024). Estas especies desarrollan sistemas de bombas iónicas, como las bombas de sodio-potasio (Na^+/K^+-ATPasa), para mantener el equilibrio de iones dentro de las células y evitar la acumulación tóxica de Na^+ y Cl^- (Tanveer et al., 2024). Estos sistemas de TI ayudan a expulsar el exceso de Na^+ hacia el exterior de la célula, lo que permite una mayor TS al mantener los niveles de sodio dentro de rangos tolerables (Ortega, 2024). Además, algunos estudios han demostrado que, en las Brassicas, los mecanismos de TS están asociados a la acumulación de compuestos osmoprotectores como los solutos compatibles, que ayudan a estabilizar las estructuras celulares y protegen las proteínas y las membranas de los daños inducidos por el ES (Montesinos et al., 2024).

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo general

- Evaluar la TES durante el CTPR.

Objetivos específicos

- Determinar la concentración optima de salinidad que no provoque efectos significativos en el desarrollo de las plántulas de repollo.
- Identificar el grado de afectación de los diferentes niveles de salinidad sobre el CTPR.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio fueron las plántulas de repollo (*B. oleracea* L. var. *capitata* L.), para lo cual se realizó un experimento con diferentes niveles de salinidad con la finalidad de analizar y medir el CTPR durante los primeros 15 días después de la siembra. Las preparaciones de las soluciones fueron realizadas en el laboratorio de microbiología y el desarrollo dentro del invernadero, ambos ubicados en la Universidad Tecnológica de Rodeo (UTRodeo). Lo anterior, es importante considerando desde la antigüedad, el repollo ha sido valorado no solo por su versatilidad en la cocina, sino también por sus propiedades medicinales (Ray et al., 2021). En este sentido, el bajo contenido calórico y alto valor nutritivo, lo que lo convierte en un excelente alimento para personas de todas las edades. Entre sus componentes nutrimentales se encuentran vitaminas como la C y K, que son esenciales para el sistema inmunológico y la coagulación sanguínea, respectivamente (Ray et al., 2021; Uuh-Narvaez y Segura-Campos, 2021). Además, el repollo contiene antioxidantes, como los flavonoides y los carotenoides, que ayudan a proteger el cuerpo de los radicales libres y reducen el riesgo de enfermedades crónicas (Ray et al., 2021; Wei et al., 2021). Así mismo, contiene glucosinolatos que, al ser metabolizados, generan sustancias que inhiben el crecimiento de células cancerígenas y estimulan la apoptosis (Ray et al., 2021; Uuh-Narvaez y Segura-Campos, 2021). También el consumo regular de repollo se asocia con la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares. Esto se debe a su contenido en antioxidantes, fibra y potasio, que contribuyen a reducir los niveles de colesterol y a mantener una presión arterial saludable (Ha et al., 2023; Ray et al., 2021). Adicionalmente, el repollo tiene propiedades antiinflamatorias gracias a sus fitonutrientes, lo que lo convierte en un aliado en la prevención de enfermedades como la artritis y otras afecciones inflamatorias (Godlewska et al., 2021; Ray et al., 2021).

METODOLOGÍA

Ubicación geográfica

El estudio se llevó a cabo en la UTRodeo, ubicada en la Comunidad de Rodeo, municipio de Rodeo, del estado de Durango, México, localizado a 25° 10’ latitud norte y 104° 33’ longitud oeste, y a una altitud promedio de 1,345 metros sobre el nivel del mar. A pesar de que el experimento fue desarrollado en condiciones controladas, las condiciones externes también afectan las condiciones internas del invernadero, en este sentido, el clima se caracteriza por ser semiárido con una temperatura media anual de 19.1 °C, máxima de 25.5 °C y mínima de 12.1°C, la precipitación anual promedio es de 417.3 mm (Yáñez-Chávez et al., 2021).

Materiales, equipos y reactivos

Los materiales y reactivos utilizados en esta investigación fueron: Agua destilada, sal de mesa (Cloruro de sodio (NaCl)), vidrio de reloj, espátula, galones de 20 L de capacidad, rociadores de 500 mL de capacidad, sustrato peat Moss, semillas, charola de germinación, vaso de precipitado, agitador de vidrio y bitácoras. Los equipos utilizados fueron: Invernadero, Vernier, termómetro, balanza granataria, soporte para charolas y conductímetro.

Selección de las semillas

Semillas para siembra comerciales de repollo de la marca KristenSeed® fueron utilizadas, considerando que se encontraban almacenadas en un sobre hermético con garantía de calidad, con fecha de empaque en 2024 y fecha de caducidad del 2028. De acuerdo a la información reportada por la casa comercial, el sobre contenía aproximadamente 700 semillas de repollo Copenhagen Market (*Brassica oleracea* var. *capitata*) con categoría declarada. Así mismo, declaraban una germinación del 85%, materia inerte del 1%, pureza del 99%, las semillas se encontraban tratadas con Thiram y el origen de las mismas era California.

FASES DEL DESARROLLO

Fase 1

La investigación fue realizada en bajo condiciones de un invernadero con estructura tipo túnel, en la UTRodeo, Rodeo, Durango y consistió en examinar el efecto de diferentes concentraciones salinas sobre el CTPR.

Fase2

Para cumplir con el objetivo, fueron preparados 20 L de los ocho tratamientos de salinidad utilizados, siendo estos: 0 (control), 10, 20, 40, 80, 160, 320 y 640 mM de NaCl en agua destilada. Los cuales se prepararon en el laboratorio de microbiología y depositados en en galones de 20 L. Para posteriormente ser trasladados hasta el lugar que ocupan los invernaderos dentro de la UTRodeo.

Fase 3

Se utilizaron semillas de repollo (*B. oleracea*) las cuales se germinaron en charolas de poliestireno, para lo cual se utilizó sustrato peat Moss. Para cada para cada tratamiento se utilizaron 100 semillas con un diseñó en bloques completamente al azar con tres repeticiones. Dicho procedimiento fue realizado en el interior del invernadero.

Fase 4

Posterior a la siembra, las charolas fueron monitoreadas a las 7:30, 15:00 y 19:30 horas, con la finalidad de observar el contenido de humedad, así como el desarrollo de las semillas. Durante el desarrollo del experimento, las charolas recibieron, diariamente riegos a las 7:00 y 15:00 horas con ayuda de un rociador.

Fase 5

Las semillas comenzaron a germinar después de 72 horas y las mediciones de su longitud (mm) fueron registradas en las bitácoras, a partir del cuarto y hasta el quinceavo día después de la siembra. Para la realización de las mediciones un calibrador vernier electrónico fabricado con fibra de carbono, marca Karlen con una resolución de 0.1 mm, una precisión de +/- 0.2 mm y un rango de 0 a 150 mm fue utilizado.

Fase 6

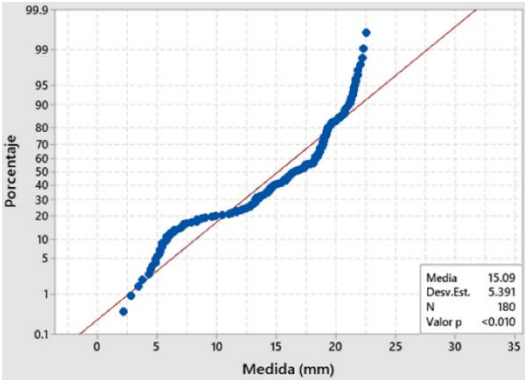
A los datos obtenidos, una prueba de normalidad les fue realizada, posteriormente fueron sometidos a un análisis de varianza y, finalmente una prueba de diferencia mínima significativa de Fisher para las medias obtenidas ($p \leq 0.05$) les fue realizado. Todos los análisis estadísticos fueron desarrollados, utilizando el paquete estadístico Minitab (Minitab LLC. Versión 19.1.1,2019, State College, PA 16801, USA).

RESULTADOS

A partir de los datos de altura (mm) de las plántulas de repollo durante el período experimental, una prueba de normalidad de los datos fue realizada (**Figura 1**). Encontrándose que los datos se comportaron de manera normal ($p < 0.05$) considerando el test de Kolmogorov-Smirnov.

Figura 1

Grafica de distribución normal de la altura de las plántulas de repollo, sometidas a estrés salino durante los primeros 16 días después de la siembra.



Las concentraciones salinas de 160, 320 y 640 mM afectaron la germinación de las semillas, causando que ninguna semilla germinara. En este mismo sentido, el tratamiento de 10 mM fue el que evidencio la mayor tasa de crecimiento con 20.97 mm, seguido por el tratamiento de 40 mM (20.87 mm), y en tercer lugar el tratamiento de 20 mM (19.63 mm). Finalmente, los tratamientos 0 mM y 80 mM fueron los que presentaron las menores tasas de crecimiento global con 19.27 y 14.70 mm, respectivamente. En base al análisis de varianza (**Tabla 1**) realizado, diferencias significativas ($p < 0.05$) fueron evidenciadas entre el tratamiento de 80 mM y el resto de los tratamientos.

Tabla 1

Media ($\bar{x}$ mm) y desviación estándar (DE; mm) de las mediciones de la altura de las plántulas de repollo, para cada uno de los tratamientos de salinidad a lo largo del periodo analizado.

Día después de la siembra	Tratamiento									
	0 mM		10 mM		20 mM		40 mM		80 mM	
	$\bar{x}$	DE	$\bar{x}$	DE	$\bar{x}$	DE	$\bar{x}$	DE	$\bar{x}$	DE
5	5.40^{a}	0.40	5.07^{a}	0.42	5.27^{a}	0.50	5.93^{a}	1.50	2.77^{b}	0.65
6	6.67^{ab}	0.46	6.70^{ab}	1.47	6.27^{ab}	0.64	7.00^{a}	1.35	4.27^{b}	0.55
7	13.87^{a}	1.42	13.13^{a}	0.95	11.73^{a}	1.41	14.00^{a}	1.39	7.30^{b}	2.00
8	14.80^{a}	0.76	15.33^{a}	1.60	14.07^{a}	1.17	14.67^{a}	1.10	9.47^{b}	2.38
9	16.53^{a}	0.68	17.90^{a}	0.53	16.17^{a}	0.29	16.07^{a}	1.36	11.00^{b}	2.30
10	17.93^{a}	0.35	19.07^{a}	0.87	16.87^{a}	0.47	18.40^{a}	1.97	12.03^{b}	2.35
11	18.37^{a}	0.15	19.73^{a}	1.27	18.30^{a}	0.95	19.70^{a}	1.99	13.30^{b}	1.97
12	18.77^{a}	0.12	20.07^{a}	1.38	18.97^{a}	0.96	20.33^{a}	1.89	13.70^{b}	1.75
13	19.00^{a}	0.36	20.60^{a}	1.39	19.37^{a}	0.91	20.53^{a}	1.99	14.43^{b}	1.40
14	19.10^{a}	0.36	20.73^{a}	1.33	19.40^{a}	0.89	20.63^{a}	1.91	14.50^{b}	1.40
15	19.17^{a}	0.31	20.87^{a}	1.36	19.53^{a}	0.95	20.77^{a}	1.86	14.60^{b}	1.40
16	19.27^{a}	0.31	20.97^{a}	1.36	19.63^{a}	0.95	20.87^{a}	1.89	14.70^{b}	1.40

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas en $p < 0.05$.

Nota: Para los tratamientos 160 mM, 320 mM y 640 mM no germino ninguna semilla.

DISCUSIÓN

Considerando la hipótesis planteada, el cual menciona que el nivel de salinidad afecta significativamente el CTPR. En base a los resultados, no se rechaza la hipótesis planteada, al demostrar que, a mayor concentración de sales, menor será el CTPR, inclusive llegando a provocar que no germine. En este sentido, se ha demostrado que la longitud de las plantas (LP) es uno de los parámetros más importantes para determinar el ES, porque ahí se ubica el aparato fotosintético el cual provee nutrientes a las plantas (Sánchez et al., 2016). Por esta razón, la LP proporciona una pista importante sobre la respuesta de las plantas al ES (Mazón-Suástegui et al., 2020). En esta investigación, se observó que concentraciones menores a 60 mM benefician el crecimiento (Tabla 1). Del mismo modo, altas contracciones afectaron negativamente el CTPR, lo cual pudiese deberse a los a los efectos tóxicos del NaCl utilizado, así como a la absorción desequilibrada de nutrientes por parte de las plántulas (Ayil Chan, 2023). Otra razón, por la cual se pudiera haber presentado esta disminución, pudiera estar relacionada a las altas concentraciones de salinidad, la cual, se ha demostrado que puede inhibir el alargamiento de las plántulas, debido a la ralentización de la absorción de agua por parte de la planta (Batista Sánchez, 2022). En este mismo sentido, Herrera-Sepúlveda y colaboradores (2024), indicaron que la salinidad puede inhibir rápidamente el crecimiento de las raíces y, por lo tanto, la capacidad de absorción de agua y nutrición mineral esencial del suelo. Los resultados obtenidos, concuerdan con los reportados en otras investigaciones realizadas a plantas de repollo, el brócoli, la coliflor, el rábano, la mostaza, donde se observó que la salinidad redujo significativamente la longitud de la planta en todos los tratamientos de salinidad estudiados (Chakraborty et al., 2016; Shah et al., 2021).

Los resultados obtenidos en otra investigación, donde compararon condiciones de crecimiento normales y la adición de 80 mM de NaCl, se obtuvo que se inhibió en gran medida el CTPR, en este sentido, el ES representa una amenaza importante para la seguridad alimentaria mundial (Shrivastava y Kumar, 2015). Las principales razones de lo anterior incluyen la inhibición de la síntesis de clorofila y la activación de las enzimas que la degradan en condiciones de estrés salino. Considerando que las plantas pudieran experimentar una sobreacumulación de sales, lo que resultaría en daño oxidativo celular a los componentes celulares durante el crecimiento y desarrollo de las plantas (Santos, 2004). En este mismo sentido, mejorar la tolerancia al ES de las plantas mediante la aplicación de agentes protectores se considera una estrategia eficaz para mitigar el impacto del ES en el CTP (Navarro-Morillo et al., 2023). El ES, también afecta el crecimiento de las plantas al inducir estrés osmótico e iónico. Además, se restringe el crecimiento de las plantas al manifestarse en comportamientos como la limitación de la fotosíntesis, la disminución de la actividad enzimática y la alteración del metabolismo normal (Cepeda-Guzmán et al., 2014; Dell'Aversana et al., 2021; Shannon y Grieve, 1999; Yokoi et al., 2002). Por otro lado, la fotosíntesis, representa un proceso fisiológico crucial en las plantas, porque pueden verse afectadas negativamente por ES, lo que dificulta un buen desempeño agronómico de las mismas (Hnilickova, et al., 2021). En este mismo sentido, al disminuir la fotosíntesis, también disminuyen los niveles de clorofila, lo anterior es un síntoma típico del estrés oxidativo en las plantas después de la exposición al ES. Por lo anterior, esta investigación y otras, sugieren que niveles variables de ES juegan un papel crucial en la regulación del crecimiento y desarrollo de las plantas (Sharma et al., 2020).

En este mismo orden de ideas, al desarrollarse en condiciones de salinidad, el metabolismo antioxidante de las plantas puede mejorar y regular la acumulación de prolina, sodio, cloruro, potasio y calcio en la planta. En este sentido, se ha reportado durante la germinación y el CTP en las especies de *Brassica*, ((repollo (*Brassica oleracea capitata*), coliflor (*Brassica oleracea botrytis*) y canola (*Brassica napus*), que la intolerancia a la salinidad se manifiesta mejor en la parte aérea de la planta, considerando que la tasa de crecimiento de estas tres especies se afectó en mayor cantidad que el crecimiento de la raíz en todos los niveles de salinidad utilizados (Shi et al., 2013; Shu et al., 2012). En otra investigación realizada, en el cultivo de repollo, el peso de la raíz, el área de la hoja y el número de hojas también se afectaron gravemente en todos tratamientos de salinidad analizados, pero especialmente se observa una mayor afectación en la LP (Jamil et al., 2007). En este mismo sentido, al considerar el cultivo del nabo (*Brassica rapa*). Se determino que concentraciones de NaCl de 0-50-100-150 mmol, provocan una disminución en la longitud de los brotes, la longitud de las raíces y la clorofila. Adicionalmente se demostró un aumento en la cantidad de prolina, al presentarse mayores concentraciones de salinidad (Jan et al., 2016). Otro efecto de la salinidad que se ha reportado, hace referencia a la tasa de germinación, donde se demostró una reducción al incrementarse la concentración de NaCl. Lo anterior, al determinarse que la tasa de germinación fue de 99.1% en ausencia del factor de estrés (0 mM NaCl), mientras que las tasas de germinación reportadas para los tratamientos de 50, 100, 150 y 200 mM NaCl fueron 96.9%, 82.7%, 59.9% y 5.1%, respectivamente (Korkmaz y Çölgeçen, 2013).

CONCLUSIÓN

Una exposición temprana de las plántulas de repollo a bajas concentraciones de sal, pudiera favorecer el crecimiento, así mismo, concentraciones superiores a 80 mM afectaran significativamente el desarrollo de las plantas y concentraciones superiores a 160 mM provocaran que las semillas de repollo no germinen. Estos hallazgos contribuyen a comprender mejor la respuesta de las plantas al ES, lo anterior cobra relevancia, si se considera que a nivel mundial se ha reportado un incremento en las concentraciones salinas en los suelos agrícolas. Además, los resultados obtenidos evidencian la necesidad de analizar las concentraciones salinas en los suelos, antes de establecer un cultivo como el repollo, considerando su demostrada sensibilidad al exceso de sal en el medio de cultivo, lo cual pudiera afectar significativamente su rendimiento a la cosecha.

BIBLIOGRAFÍA

Ali, R.; T., Ahmed, O. K.; Abdel-Samie, N. S.; Yousef, R. S. (2024). The salinity impact on changes in some metabolites and some vital subcellular organelles in white maize. Discover Agriculture, 2(1), 31. https://doi.org/10.1007/s44279-024-00041-2

Amiri, H.; Banakar, M. H.; Gavyar, P. H. H. (2024). Polyamines: New plant growth regulators promoting salt stress tolerance in plants. Journal of Plant Growth Regulation, 1-18. https://doi.org/10.1007/s00344-024-11447-z

Ayil Chan, G. A. (2023). Efecto de la inoculación de bacterias halófilas sobre el crecimiento vegetal de *Zea mays* bajo condiciones de estrés por salinidad [Tesis doctoral, Colegio de Postgraduados]. Repositorio institucional COLPOS: http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/5049/Ayil_Chan_GA_MC_BIOSAT_2023.pdf

Barbieri, G.; Cornacchione, M.; Luna, F.; Parola, R.; Rodriguez, M. (2024). Tolerancia a la salinidad: Respuestas morfo-fisiológicas en diferentes etapas del desarrollo en dos cultivares de alfalfa. Revista Methodo: Investigación Aplicada a las Ciencias Biológicas, 9(2), 04-07. https://doi.org/10.22529/me.2024.9(2)02

Barrett, C. E.; Zotarelli, L.; Paranhos, L. G.; Taylor, B. S.; Dittmar, P.; Fraisse, C. W.; VanSickle, J. (2015). Optimum planting configuration for high population plasticulture grown cabbage. HortScience, 50(10), 1472-1478. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.10.1472

Batista Sánchez, D. (2022). medicamentos homeopáticos como promotores de germinación y emergencia de chile (*Capsicum annuum* L.), sometido a estrés por NaCI [Tesis de maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste]. Repositorio institucional CIBNOR: http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/3111

Cabot, C.; Sibole, J. V.; Barceló, J.; Poschenrieder, C. (2014). Lessons from crop plants struggling with salinity. Plant Science, 226, 2–13. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.04.013

Cepeda-Guzmán, A.; Valdez-Aguilar, L. A.; Castillo-González, A. M.; Ruiz-Torres, N. A.; Robledo-Torres, V.; Mendoza-Villarreal, R. (2014). Respuestas de lechuga a la conductividad eléctrica con riego superficial y subirrigación. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5(7), 1233-1245. Disponible en https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5n7/v5n7a8.pdf (ultimo acceso el 25 de noviembre de 2024)

Chakraborty, K.; Bose, J.; Shabala, L.; Eyles, A.; Shabala, S. (2016). Evaluating relative contribution of osmotolerance and tissue tolerance mechanisms toward salinity stress tolerance in three Brassica species. Physiologia Plantarum, 158(2), 135-151. https://doi.org/10.1111/ppl.12447

Deinlein, U.; Stephan, A. B.; Horie, T.; Luo, W.; Xu, G.; Schroeder, J. I. (2014). Plant salt-tolerance mechanisms. Trends in Plant Science, 19(6), 371-379. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2014.02.001

Dell'Aversana, E.; Hessini, K.; Ferchichi, S.; Fusco, G. M.; Woodrow, P.; Ciarmiello, L. F.; Abdelly, C.; Carillo, P. (2021). Salinity duration differently modulates physiological parameters and metabolites profile in roots of two contrasting barley genotypes. Plants, 10(2), 307. https://doi.org/10.3390/plants10020307

Di Benedetto, A. H. (2023). Ecofisiología de especies hortícolas. 1ra edición. Corrientes, Argentina. Profe Ediciones. ISBN 978-631-6502-59-9. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Adalberto-Di-Benedetto/publication/384039256_Di_Benedetto_2023a/links/66e58dcda438c86fdcccf578/Di-Benedetto-2023a.pdf (ultimo acceso el 15 de noviembre de 2024)

Farooq, M. A.; Zeeshan Ul Haq, M.; Zhang, L.; Wu, S.; Mushtaq, N.; Tahir, H.; Wang, Z. (2024). Transcriptomic insights into salt stress response in two pepper species: The role of MAPK and plant hormone signaling pathways. International Journal of Molecular Sciences, 25(17), 9355. https://doi.org/10.3390/ijms25179355

Food and Agriculture Organization (FAO). (2021). Global map of salt affected soils Version 1.0. Disponible en https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/global-map-of-salt-affected-soils/en/ (ultimo acceso el 15 de noviembre de 2024)

Gallegos-Hernández, G.; Almaraz-Abarca, N.; Delgado-Alvarado, E. A.; Ávila-Reyes, J. A.; Torres-Ricario, R. (2024). Variation of the chemical and biochemical responses to salinity during germination and early growth of seedlings of two populations of *Agave durangensis* Gentry. Plant Science Today, 11(2), 193-204. https://doi.org/10.14719/pst.2963

Ghassemi, F.; Jakeman, A. J.; Nix, H. A. (1995). Salinisation of land and water resources: Human causes, extent, management and case studies. CAB International. Wallingford, UK. 526 pp.

Godlewska, K.; Pacyga, P.; Michalak, I.; Biesiada, A.; Szumny, A.; Pachura, N.; Piszcz, U. (2021). Effect of botanical extracts on the growth and nutritional quality of field-grown white head cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Molecules, 26, 1992. https://doi.org/10.3390/molecules26071992

Goykovic, C. V.; Saavedra, R. G. (2007). Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. Idesia (Arica), 25(3), 47-58. Disponible en https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v25n3/art06.pdf

Ha, J.; Park, S. E.; Hwang, I. G.; won Bang, K.; Kim, S. H.; Lee, J. G.; Choi, C.; Kang, H. J. (2023). Evaluation of the antioxidant activities in cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) accessions. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 52(7), 679-690. https://doi.org/10.3746/jkfn.2023.52.7.679

Hameed, A.; Maqsood, W.; Hameed, A.; Qayyum, M. A.; Ahmed, T.; Farooq, T. (2024). Chitosan nanoparticles encapsulating curcumin counteract salt-mediated ionic toxicity in wheat seedlings: an ecofriendly and sustainable approach. Environmental Science and Pollution Research, 31(6), 8917-8929. https://doi.org/10.1007/s11356-023-31768-y

Herrera-Sepúlveda, A.; Peñuelas-Rubio, O.; Arias-Moscoso, J. L.; Cadena, F. C.; Mondaca, I.; Aguilera, J. G.; Argentel-Martínez, L. (2024). El papel crucial del contenido de carbohidratos y proteínas en la raíz de *Parkinsonia aculeata* frente a salinidad y sequía en el semidesierto de Sonora, México. Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e240014-e240014. https://orcid.org/0000-0002-7308-0967

Hnilickova, H.; Kraus, K.; Vachova, P.; Hnilicka, F. (2021). Salinity stress affects photosynthesis, malondialdehyde formation, and proline content in *Portulaca oleracea* L. Plants, 10(5), 845. https://doi.org/10.3390/plants10050845

Hasegawa, P. M.; Bressan, R. A.; Zhu, J. K.; Bohnert, H. J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 51(1), 463-499. https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.51.1.463

Jamil, M.; Lee, K. B.; Jung, K. Y.; Lee, D. B.; Han, M. S.; Rha, E. S. (2007). Salt stress inhibits germination and early seedling growth in cabbage (*Brassica oleracea capitata* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS, 10(6), 910-914. https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.910.914

Jan, S. A.; Shinwari, Z. K.; Rabbani, M. A. (2016). Agro-morphological and physiological responses of Brassica rapa ecotypes to salt stress. Pak. J. Bot, 48(4), 1379-1384. https://pakbs.org/pjbot/PDFs/48(4)/08.pdf

Kaya, C.; Ashraf, M. (2020). The endogenous L-cysteine desulfhydrase and hydrogen sulfide participate in supplemented phosphorus-induced tolerance to salinity stress in maize (*Zea mays*) plants. Turkish Journal of Botany, 44, 36–46. https://doi.org/10.3906/bot-1907-27

Korkmaz, Y.; Çölgeçen, H. (2013). Bitki doku kültürü çalışmalarında somaklonal varyasyon. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (2), 74-78. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/417885

Lamz, P. A.; González, C. M. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. Cultivos Tropicales, 34(4), 31-42. Disponible en http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v34n4/ctr05413.pdf (ultimo acceso el 25 de noviembre de 2024)

Li, X.; Ayub, M. A.; Fox, J. P.; Shen, S.; Rossi, L. (2024). Nutrient uptake, growth, and physiology of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*) varieties under NaCl stress. Soil & Environment, 43(1). https://doi.org/10.25252/SE/2024/243362

Marin-Tinoco, R. I.; Ortega-Ramírez, A. T.; Esteban-Mendez, M.; Silva-Marrufo, O.; Barragan-Ledesma, L. E.; Valenzuela-Núñez, L. M.; Briceño-Contreras, E. A.; Sariñana-Navarrete, M. A.; Camacho-Luis, A.; Navarrete-Molina, C. (2023). Antioxidant and antibacterial activity of Mexican oregano essential oil, extracted from plants occurring naturally in semiarid areas and cultivated in the field and greenhouse in northern Mexico. Molecules, 28(18), 6547. https://doi.org/10.3390/molecules28186547

Mazón-Suástegui, J. M.; Ojeda-Silvera, C. M.; García-Bernal, M.; Batista-Sánchez, D.; Abasolo-Pacheco, F. (2020). La Homeopatía incrementa la tolerancia al estrés por NaCl en plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Quivicán. Terra Latinoamericana, 38(1), 149-163. https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.584

Martínez-Villavicencio, N.; López-Alonzo, C. V.; Pérez-Leal, R.; Basurto-Sotelo, M. (2011). Efectos por salinidad en el desarrollo vegetativo: Effects of salinity on vegetative growth. Tecnociencia Chihuahua, 5(3), 156-161. https://doi.org/10.54167/tch.v5i3.694

Mendoza, H. G. K. (2024). Respuesta al estrés salino en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) e identificación de accesiones tolerantes en condiciones controladas [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM: http://45.231.83.156/bitstream/handle/20.500.12996/6606/mendoza-hinostroza-gloria-kateryn.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Meza-Herrera, C. A.; Navarrete-Molina, C.; Luna-García, L. A.; Pérez-Marín, C.; Altamirano-Cárdenas, J. R.; Macías-Cruz, U.; García-de la Peña, C.; Abad-Zavaleta, J. (2022). Small ruminants and sustainability in Latin America & the Caribbean: Regionalization, main production systems, and a combined productive, socio-economic & ecological footprint quantification. Small Ruminant Research, 211, 106676. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106676

Montesinos, C.; Benito, P.; Porcel, R.; Bellón, J.; González-Guzmán, M.; Arbona, V.; Yenush, L.; Mulet, J. M. (2024). Field evaluation and characterization of a novel biostimulant for broccoli (Brassica oleracea var. italica) cultivation under drought and salt stress which increases antioxidant, glucosinolate and phytohormone content. Scientia Horticulturae, 338, 113584. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113584

Munns, R.; Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59(1), 651-681. https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911

Navarrete-Molina, C.; Meza-Herrera, C. A.; Herrera-Machuca, M. A.; Macias-Cruz U.; Veliz-Deras, F. G. (2020). Not all ruminants were created equal: Environmental and socio-economic sustainability of goats under a marginal-extensive production system. Journal of Cleaner Production, 255, 120237. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120237

Navarrete-Molina, C.; Meza-Herrera, C. A.; Herrera-Machuca, M. A.; Lopez-Villalobos, N.; Lopez-Santos, A.; Veliz-Deras, F. G. (2019a). To beef or not to beef: Unveiling the economic environmental impact generated by the intensive beef cattle industry in an arid region. Journal of Cleaner Production, 231, 1027-1035. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.267

Navarrete-Molina, C.; Meza-Herrera, C. A.; Ramirez-Flores, J. J.; Herrera-Machuca, M. A.; Lopez-Villalobos, N.; Lopez-Santiago, M. A.; Veliz-Deras, F. G. (2019b). Economic evaluation of the environmental impact of a dairy cattle intensive production cluster under arid lands conditions. Animal, 13(10), 2379-2387. https://doi.org/10.1017/S175173111900048X

Navarro-Morillo, I.; Navarro-Perez, V.; Perez-Millan, R.; Navarro-León, E.; Blasco, B.; Cámara-Zapata, J.M.; Garcia-Sanchez, F. (2023) Effects of root and foliar application of corn steep liquor on pepper plants: A physiological, nutritional, and morphological study. Horticulturae, 9(2), 221. https://doi.org/10.3390/horticulturae9020221

Negacz, K.; Malek, Ž.; de Vos, A.; Vellinga, P. (2022). Saline soils worldwide: Identifying the most promising areas for saline agriculture. Journal of Arid Environments, 203, 104775. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104775

Ornelas-Villarreal, E. C.; Navarrete-Molina, C.; Meza-Herrera, C. A.; Herrera-Machuca, M. A.; Altamirano-Cardenas, J. R.; Macias-Cruz, U.; García-de la Peña, C.; Veliz-Deras, F. G. (2022a). Sheep production and sustainability in Latin America & the Caribbean: A combined productive, socio-economic & ecological footprint approach. Small Ruminant Research, 211, 106675. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106675

Ornelas-Villarreal, E. C.; Navarrete-Molina, C.; Meza-Herrera, C. A.; Herrera-Machuca, M. A.; Altamirano-Cardenas, J. R.; Macias-Cruz, U.; García-de la Peña, C.; Veliz-Deras, F. G. (2022b). Goat production and sustainability in Latin America & the Caribbean: A combined productive, socio-economic & ecological footprint approach. Small Ruminant Research, 211, 106677. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106677

Ortega, G. N. (2024). Respuesta bioquímica a estrés salino e hídrico de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* y su pariente silvestre *S. pimpinellifolium*, en interacción con microbiota de suelo local [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio institucional UPV: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/207149/Ortega%20-%20Respuesta%20bioquimica%20a%20estres%20salino%20e%20hidrico%20de%20Solanum%20lycopersicum%20var%20cerasiforme%20y....pdf?sequence=3

Paranhos, L. G.; Barrett, C. E.; Zotarelli, L.; Darnell, R.; Migliaccio, K.; Borisova, T. (2016). Planting date and in-row plant spacing ef fects on growth and yield of cabbage under plastic mulch. Scientia Horticulturae, 202, 49-56. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.02.022

Patankar, A. V.; Nigam, B.; Chaudhary, I. J. (2024). Effect of salinity and humic acid on growth, biomass, and yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) cultivars. Insights of Herbal Medicine, 3(2), 01-14. Disponible en https://www.opastpublishers.com/open-access-articles/effect-of-salinity-and-humic-acid-on-growth-biomass-and-yield-of-mung-bean-vigna-radiata-l-cultivars.pdf (ultimo acceso el 15 de noviembre de 2024)

Ponjičan, O.; Kiss, F.; Ilin, Ž.; Adamović, B.; Sabadoš, V.; Sedlar, A.; Višacki, V. (2021). Influence of plastic mulch and fertilization on the environmental impact of spring cabbage production. European Journal of Agronomy, 122, 126170. https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126170

Qadir, M.; Quillérou, E.; Nangia, V.; Murtaza, G.; Singh, M.; Thomas, R. J.; Drechsel, P.; Noble, A. D. (2014). Economics of salt-induced land degradation and restoration. Natural Resources Forum, 38, 282–295. https://doi.org/10.1111/1477-8947.12054.

Qazi, M.; Gupta, S. K.; Takano, T.; Tsugama, D. (2024). Overexpression of a pearl millet WRKY transcription factor gene, PgWRKY74, in Arabidopsis retards shoot growth under dehydration and salinity-stressed conditions. Biotechnology Letters, 1-10. https://doi.org/10.1007/s11356-023-31768-y

Qiu, N.; Liu, Q.; Li, J.; Zhang, Y.; Wang, F. Gao, J. (2017). Physiological and transcriptomic responses of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*) to salt stress. International Journal of Molecular Sciences, 18(9), 1953. https://doi.org/10.3390/ijms18091953

Qiu, N.; Liu, Q.; Wang, F. D.; Zhao, N.; Sun, K. Y.; Miao, X. M.; Zhao, L. J.; Li, L. L.; Gao, J. W. (2015). Long-term observation on salt tolerance of Chinese cabbage at different development stages. Plant Physiology Journal, 51, 1597–1603. https://doi.org/10.13592/j.cnki.ppj.2015.1007

Rajyaguru, R.; Maheshala, N. K. G. (2023). Genetic improvement in peanut: Role of genetic engineering. In: Tiwari, S.; Koul, B. (eds). Genetic engineering of crop plants for food and health security. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-5034-8_13

Ray, L. R.; Alam, M. S.; Junaid, M.; Ferdousy, S.; Akter, R.; Hosen, S. Z.; Mouri, N. J. (2021). *Brassica oleracea* var. *capitata f. alba*: A Review on its botany, traditional uses, phytochemistry and pharmacological activities. Mini reviews in Medicinal Chemistry, 21(16), 2399-2417. https://doi.org/10.2174/1389557521666210111150036

Ribeiro da Silva, A. L. B.; Candian, J. S.; Zotarelli, L.; Coolong, T.; Christensen, C. (2020). Nitrogen fertilizer management and cultivar selection for cabbage production in the southeastern United States. HortTechnology, 30(6), 685-691. https://doi.org/10.21273/HORTTECH04690-20

Ríos-Flores, J. L.; Ríos-Arredondo, B. E.; Cantú-Brito, J. E.; Ríos-Arredondo, H. E.; Armendáriz-Erives, S.; Chávez-Rivero, J. A.; Navarrete-Molina, C.; Castro-Franco, R. (2018). Análisis de la eficiencia física, económica y social del agua en espárrago (*Asparagus officinalis* L.) y uva (*Vitis vinífera*) de mesa del DR-037 Altar-Pitiquito-Caborca, Sonora, México 2014. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo, 50(1), 101-122. Disponible en https://www.scielo.org.ar/pdf/refca/v50n1/v50n1a08.pdf (ultimo acceso el 15 de noviembre de 2024)

Ríos-Flores, J. L.; Navarrete-Molina, C. (2017). Huella hídrica y productividad económica del agua en nogal pecanero (*Carya illinoiensis*) al sur oeste de Coahuila, México. Estudios de Economía Aplicada, 35(3), 697-716. Disponible en https://ojs.ual.es/ojs/index.php/eea/article/view/2503/2903 (ultimo acceso el 15 de noviembre de 2024)

Ríos-Flores, J. L.; Navarrete-Molina, C.; Ruiz-Torres, J. (2017). La huella hídrica física del litro de leche bovina en el norte de México. Avances en Medicina Veterinaria, 24, 20-36. Disponible en https://repositorio.cidecuador.org/jspui/bitstream/123456789/74/1/Avances%20en%20Medicina%20Veterinaria.pdf#page=25 (ultimo acceso el 20 de noviembre de 2024)

Shannon, M. C. Grieve, C. M. (1999). Tolerance of vegetable crops to salinity. Scientia Horticulture, 78(1-4), 5-38. https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00189-7
Shah, A. N.; Tanveer, M.; Abbas, A.; Fahad, S.; Baloch, M. S.; Ahmad, M. I.; Song, Y. (2021). Targeting salt stress coping mechanisms for stress tolerance in Brassica: A research perspective. Plant Physiology and Biochemistry, 158, 53-64. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.11.044
Sánchez, D. B.; Pérez, J. V.; Hinestroza, H. A. (2016). Efecto de las PGPB sobre el crecimiento *Pennisetum clandestinum* bajo condiciones de estrés salino. Revista Colombiana de Biotecnología, 18(1), 65-72. http://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n1.50413
Sharma, N.; Chaudhary, C.; Khurana, P. (2020). Role of myo-inositol during skotomorphogenesis in Arabidopsis. *Scientific Reports*, 10(1), 17329. https://doi.org/10.1038/s41598-020-73677-x
Shrivastava, P.; Kumar, R. (2015). Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. Saudi Journal of Biological Sciences, 22(2), 123-131. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.12.001
Santos, C. V. (2004). Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. Scientia Horticulturae, 103, 93–99. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.04.009
Shi, H.; Ye, T.; Chan, Z. (2013). Comparative proteomic and physiological analyses reveal the protective effect of exogenous polyamines in the bermudagrass (*Cynodon dactylon*) response to salt and drought stresses. Journal of Proteome Research, 12(11), 4951-4964. https://doi.org/10.1021/pr400479k
Shu, S.; Guo, S. R., Sun, J.; Yuan, L. Y. (2012). Effects of salt stress on the structure and function of the photosynthetic apparatus in *Cucumis sativus* and its protection by exogenous putrescine. Physiologia Plantarum, 146(3), 285-296. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2012.01623.x
Tanveer, M.; Wang, L.; Huang, L.; Zhou, M.; Chen, Z. H.; Shabala, S. (2024). Understanding mechanisms for differential salinity tissue tolerance between quinoa and spinach: Zooming on ROS-inducible ion channels. The Crop Journal. https://doi.org/10.1016/j.cj.2024.03.001
Tarolli, P.; Luo, J.; Park, E.; Barcaccia, G.; Masin, R. (2024). Soil salinization in agriculture: Mitigation and adaptation strategies combining nature-based solutions and bioengineering. Iscience, 27(2). https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.108830
Uuh-Narvaez, J. J.; Segura-Campos, M. R. (2021). Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*): A food with functional properties aimed to type 2 diabetes prevention and management. Journal of Food Science, 86(11), 4775-4798. https://doi.org/10.1111/1750-3841.15939
Wei, S.; Xiao, X.; Wei, L.; Li, L.; Li, G.; Liu, F.; Xie, J.; Yu, J.; Zhong, Y. (2021). Development and comprehensive HS-SPME/GC–MS analysis optimization, comparison, and evaluation of different cabbage cultivars (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) volatile components. Food Chemistry, 340, 128166. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128166
Wien, H. C.; Stützel, H. (Eds.). (2020). The physiology of vegetable crops. 2nd Edition. Boston, USA, CABI. 509 p. ISBN: 978-1-78639-377-7
Yáñez-Chávez, L. G.; Navarrete-Molina, C.; Chávez-Medina, A. C.; Pérez-Romero, C.; Quezada-Zapata, J. L.; Sandoval-Espinoza, N. N. (2021). Caracterización fisicoquímica y aplicabilidad industrial de la cáscara de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) mediante estándares de la Normatividad TAPP. Investigación Aplicada un Enfoque en la Tecnología, (11), 119-127. Disponible en https://drive.google.com/file/d/1kdDIM7G7c61FXaw_0OmvzNWuYnI9MrFB/view?usp=sharing (ultimo acceso el 19 de noviembre de 2024)
Yokoi, S.; Bressan, R. A.; Hasegawa, P. M. (2002). Salt stress tolerance of plants. JIRCAS Working Report, 25-33. Disponible en https://www.academia.edu/download/47495808/JIRCAS.pdf (ultimo acceso el 25 de noviembre de 2024)
Zhang, J. L.; Shi, H. (2013). Physiological and molecular mechanisms of plant salt tolerance. Photosynthesis Research, 115, 1–22. https://doi.org/10.1007/s11120-013-9813-6
Zhao, K.; Fan, G.; Yao, W.; Cheng, Z.; Zhou, B.; Jiang, T. (2024). PagMYB73 enhances salt stress tolerance by regulating reactive oxygen species scavenging and osmotic maintenance in poplar. Industrial Crops and Products, 208, 117893. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117893
Zhou, H; Shi, H.; Yang, Y.; Feng, X.; Chen, X.; Xiao, F.; Lin, H.; Guo, Y. (2024). Insights into plant salt stress signaling and tolerance. Journal of Genetics and Genomics, 51(1), 16-34. https://doi.org/10.1016/j.jgg.2023.08.007
Zuo, G.; Huo, J.; Yang, X.; Mei, W.; Zhang, R.; Khan, A.; Feng, N.; Zheng, D. (2024). Photosynthetic mechanisms underlying NaCl-induced salinity tolerance in rice (*Oryza sativa*). BMC Plant Biology, 24(1), 41. https://doi.org/10.1186/s12870-024-04723-3

Efecto de una intervención en el bienestar espiritual de personas con VIH

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.847

Mayra Itzel Huerta Baltazar[1], Alicia Álvarez Águirre[2], Brenda Martínez Ávila[3], Vanesa Jiménez Arroyo[4], Guadalupe Ortíz Mendoza[5], Fabiola Núñez Pastrana[6]

[1]*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, mail: autor principal mayra.huerta@umich.mx*
[2]*Universidad de Guanajuato, alicia.alvarez@ugto.mx.*
[3] *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, brenda.martinez@umich.mx*
[4] *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, vanesa.jimenez@umich.mx*
[5] *Secretaría de Salud del estado de Michoacán , guadalupe.ortiz@umich.mx*
[6] *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, fabiola.nuñez@umich.mx*

Línea de investigación: Intervenciones para la salud

Resumen

La infección por VIH (virus de inmunodeficiencia humana), modifica el Bienestar Espiritual (BE) de las personas al recibir la noticia, por temor, miedo a la muerte e incertidumbre del padecimiento. La terapia psicocorporal (TPC), es una intervención realizada por Enfermería. Es una práctica orientada al área de la salud y al trabajo con el cuerpo para integrar emociones potencializando una experiencia hacia la salud. El objetivo fue determinar si la TPC favorece los niveles de BE en las personas que viven con el VIH (PVVIH). Estudio Cuantitativo y cuasi-experimental con mediciones pre-post intervención. El Universo de estudio fue CONVIHVE Asociación Civil en Morelia. Se empleó una cédula de identificación y el instrumento de la Enfermera Pamela Reed "Escala de Autotrascendencia" para medir BE con 10 reactivos (a=0.96). Se formó un grupo de intervención con 8 PVVIH y un grupo control 9 PVVIH. La media de edad fue de 47 y de 39 años respectivamente, predominando el género masculino. Las medias de bienestar espiritual fueron favorables aún y cuando la comparación no fue signficativa. Conclusiones: la TPC incrementa los niveles de BE pero es necesario buscar estrategias para incrementar la significancia estadísitica.

Palabras clave: enfermería, intervenciones, terapias complementarias, VIH, espiritualidad.

Abstract

HIV infection (human immunodeficiency virus) modifies people's Spiritual Well-being (BE) upon receiving the news, due to fear, fear of death and uncertainty of the condition. Psychocorporeal therapy (CPT) is an intervention carried out by Nursing. It is a practice oriented to the area of health and working with the body to integrate emotions, enhancing an experience towards health. The objective was to determine whether CPT promotes BE levels in people living with HIV (PLHIV). Quantitative and quasi-experimental study with pre-post intervention measurements. The universe of study was CONVIHVE Civil Association in Morelia. An identification card and Nurse Pamela Reed's instrument "Self-Transcendence Scale" were used to measure BE with 10 items (a=0.96). An intervention group was formed with 8 PLHIV and a control group with 9 PLHIV. The average age was 47 and 39 years respectively, with males predominating. The spiritual well-being means were favorable even though the comparison was not significant. Conclusions: CPT increases BE levels but it is necessary to seek strategies to increase statistical significance.

Keywords: nursing, interventions, complementary therapies, HIV, spirituality.

INTRODUCCIÓN

La investigación que se presenta, aborda una realidad que caracteriza la situación emergente de salud sexual en México. El Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) anteriormente significaba poca esperanza de vida, pero actualmente este concepto está cambiando poco a poco al ser considerada una enfermedad crónico-degenerativa.

Sin embargo, el Programa de Naciones Unidas de lucha contra el Sida (ONUSIDA) menciona, que el número de personas en el mundo que viven con VIH es de 35 millones en hasta finales del 2016. A nivel mundial, 15 países representan casi el 75% de todas las personas que viven con el VIH y se encuentran en África subsahariana. A principios del 2014 se calculó que el 0.8% de los adultos de 15-49 años en todo el mundo viven con VIH. Hay 3.2 millones de niños menores de 15 años que viven con VIH y 4 millones de personas jóvenes de 14-24 años de vida con VIH, el 29% de los cuales son adolescentes de 15-19 años (ONUSIDA, 2017).
Un dato impactante es que por minuto una mujer joven se infecta con virus de inmunodeficiencia humana (VIH). Ésta, es una enfermedad crónica degenerativa capaz de transformar y debilitar la vida de las personas tan solo por el hecho de ser diagnosticado y padecerla. Las PVVIH (Personas que viven con VIH) pueden crear una programación mental dirigida hacia la muerte y el sufrimiento, lo que altera su bienestar espiritual, psicológico y físico. Las personas que se enfrentan a esta enfermedad crónica experimentan todo un proceso de acontecimientos que los llevan a un replanteamiento de vida y a una transformación personal. El saberse portador de VIH puede llevar a la persona a que encuentre detrás del sufrimiento y crisis una oportunidad para una nueva vida. Al ser un estudio que trabaja con la parte emocional de las personas se propuso abordarlo desde la filosofía humanista que implica la cercanía y la empatía para valorar a la persona de manera integral.

En México, en el año 2014 fueron 170.963 casos notificados de sida siendo el Distrito Federal la entidad que registra más casos acumulados. Michoacán, que es e lugar donde se realizó está investigación, ocupa el lugar décimo primero en la república Mexicana en cuanto a número de casos registrados de VIH, donde la mayor cantidad de casos está encabezada en Lázaro Cárdenas seguido de Apatzingán y Morelia. En el 2014 los casos acumulados en Michoacán fueron 4 mil 898 personas padecientes con el VIH (INEGI, 2015).
El diagnóstico de ser portador del virus de inmunodeficiencia humana (VIH) para muchas personas adultas significa destrozar su proyecto de vida, encontrar la fragilidad de su existencia, enfrentarse al dolor y el sufrimiento que implica el duelo de la salud y visualizar la cercanía con la muerte, lo que hace que la persona transforme, revalore y resignifique su vida. El tener una experiencia límite o irrevocable le da a la persona la posibilidad de avanzar buscando una existencia que implique bienestar y plenitud (Cardona, 2016).
En el 2015, según cifras de la Jurisdicción Sanitaria Número 1 de la Secretaría de Salud de Michoacán, existían 946 pacientes sin seguridad social que asisten al COESIDA (Consejo estatal para la prevención del SIDA), reciben sus dosis mes con mes. Lo mismo ocurre con los 350 seropositivos que atendió el Instituto del Seguro Social (IMSS) y 120 incorporados al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, ISSSTE (CENSIDA, 2016).

La infección por VIH actualmente es considerada una enfermedad crónica degenerativa lo que ha incrementado considerablemente su esperanza de vida, sin embargo sigue siendo capaz de transformar, debilitar y destrozar la vida de las personas, tan solo por el hecho de ser diagnosticado y padecerla. Lo que no ha cambiado, es el concepto social que se tiene del VIH. Las PVVIH resultan estigmatizadas y condenadas profundamente por el padecimiento lo que deriva en alteraciones de su bienestar espiritual, emocional y físico (Barrera, 2014).
La situación de saberse portador de VIH implica reacciones físicas y emocionales diversas al enfrentarse a: exámenes clínicos, inicio de los tratamientos farmacológicos, naturaleza impredecible de la enfermedad, negociación con los servicios de salud, exigencias económicas, reacciones familiares, amenaza laboral, nivel de interferencia de los síntomas con sus rutinas y actividades cotidianas y la interacción con profesionales de la salud y con el medio hospitalario. La esfera física, emocional y espiritual se altera por la incertidumbre, desesperanza, miedo e impotencia, tristeza, rabia, frustración, culpa e ideas suicidas (Carrasco, 2013).
Las personas diagnosticadas con VIH, aprenden o en su defecto se resignan a vivir con la enfermedad, ya que tienen que continuar con su vida, en su trabajo, con su familia, así se identifica que, el problema del VIH es una situación multifactorial que deriva en serias consecuencias físicas, emocionales y espirituales para la persona que lo vive y para las persona con quien convive.
Una de las estrategias terapéuticas que se enfocan al trabajo de las emociones a través del cuerpo es la terapia psicocorporal, la cual es una terapia alternativa que combina el trabajo unificado con el cuerpo y la emoción, en el contexto de una relación humana, con el fin de propiciar la expresión de las emociones, la ampliación de la conciencia, el alivio del sufrimiento, una mayor capacidad de sentir placer y cambio en los patrones mentales elaborados; en general implica crecimiento y desarrollo personal. La Terapia psicocorporal parte de la idea de que en el cuerpo se anidan las diferentes experiencias vividas, siendo el refugio de las emociones que al no expresarse, se reflejan en nuestros gestos, en la forma de caminar, en las dolencias y en las enfermedades.

La terapia Psicocorporal, se sirve del trabajo con el cuerpo (ejercicios físico, toques corporales, visualizaciones dirigidas, meditaciones) y las emociones del paciente para crear una impronta emocional diferente, de manera que la persona que ha sido diagnosticada como incurable, a través de la terapia psicocorporal aprenda a lograr un bienestar físico, emocional y espiritual, un estilo de vida dirigido hacia la salud para generar una vida integral. Los terapeutas psicocorporales son aquellas personas que reciben un entrenamiento específico en esta modalidad

psicoterapéutica, por lo general pertenecen al campo de la salud. La enfermería es una disciplina que puede retomar la terapia psicocorporal como parte de sus herramientas de intervención, siendo un elemento de trabajo para "el cuidado dentro de la enfermería".
Esta terapia está orientada a la integración de las emociones para lograr un bienestar físico, emocional y espiritual con el fin de desarticular la relación VIH con enfermedad sin esperanza de vida, por medio de una visualización dirigida hacia la salud, no hacia el sufrimiento y la muerte.
El propósito del presente estudio fue analizar el efecto de la intervención de terapia psicocorporal en el bienestar espiritual, de las personas que viven con VIH. La intervención de Enfermería que es la terapia psicocorporal, que es una terapia alternativa capaz de lograr bienestar espiritual en el paciente con VIH porque contacta, sana y encamina las emociones de la persona a través de ejercicios, visualizaciones y meditaciones dirigidas inteligentemente hacia la salud, la persona al sentirse por ella misma aceptada, valorada y humanizada, capaz de integrar una vida con pensamientos y emociones dirigidas hacia la salud y que permita tener una nueva visión de su persona.

DESARROLLO

La terapia psicocorporal es una esperanza de salud integral para las personas que viven con una condición crónico degenerativa porque, a través de ésta, se genera un bienestar que convierte la estigmatización de la enfermedad que se les ha implantado, en una reprogramación hacia la salud al conectar por medio de esta propuesta el cuerpo, las emociones y la espiritualidad. Esta terapia es una forma alternativa de tratamiento que la enfermería puede potenciar en su cuidado. Ya que, se necesitan profesionales de la salud preparados y sensibilizados en el campo de las terapias complementarias y alternativas para cubrir necesidades de cuidado distintas e integrales en las personas que lo requieren, porque es parte del ser de Enfermería, de la creatividad y de la búsqueda interior de aportar bienestar físico, emocional y espiritual a las personas.
Esta investigación tiene una fuerte repercusión dentro del campo de la enfermería, ya que el cuidado es una parte fundamental de los métodos de tratamiento alternos en donde existe poca acción de enfermería como profesional. Esta investigación abre nuevos caminos en el mundos de salud, ya que se logra evidencias como a través de técnicas alternativas, complementarias o tradicionales se logra el bienestar integral en el Ser Humano.
Esta investigación se realizó fundamentalmente buscando que el cuidado de enfermería este inmerso en la diversidad social, respetando e interesándose en el ser humano con la intención de encontrar una forma natural, inofensiva y eficaz de generar salud y de integrar en la vida una oportunidad de vivir sin sufrimiento para tener una experiencia bienestar y salud, esto significa el rescate de la esencia del cuidado de Enfermería.

OBJETIVO GENERAL:

Analizar el efecto de la terapia psicocorporal como intervención de Enfermería en el bienestar espiritual de las personas que viven con Virus de Inmunodeficiencia Humana en Morelia, México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Describir las características sociodemográficas de la población de estudio.
2. Identificar el nivel de espiritualidad antes y después de la intervención en la población de estudio.
3. Comparar las medias de espiritualidad antes y después de la intervención en la población de estudio.

OBJETO DE ESTUDIO

El universo de estudio fue el grupo CONVIHVE A. C., fue creado por el C. Alejandro Cedeño en el año 2000, en éste mismo año se hicieron las gestiones necesarias y fue reconocido como Asociación Civil. Actualmente está integrado por un presidente, un secretario y cuatro vocales, a su vez, tiene 20 integrantes registrados. El objetivo de la asociación es brindar apoyo a personas y familiares que viven con VIH para favorecer su calidad de vida. El apoyo que brindan es: asilo, donación de tratamiento medicamentoso, un grupo de autoayuda y acompañamiento a pacientes locales y foráneos a su tratamiento o en su internamiento hospitalario.

METODOLOGIA

Se trata de un estudio cuantitativo, un diseño cuasiexperimental con dos grupos (control e intervención) y tres mediciones, la primera fue antes de la intervención (pretest), la segunda al final de la intervención postest). Ver tabla 1.

Tabla 1
Diseño de la investigación en la intervención para el bienestar espiritual de las personas que viven con VIH.

Grupos	Asignación	Secuencia de Registro		
		Pretest	Tratamiento	Postest
Con Intervención	No Aleatoria	Y_{E1}	Terapia psicocorporal	Y_{E2}
Sin Intervención	No Aleatoria	Y_{C1}	Grupo de Autoayuda	Y_{C2}

Nota: Teresa Anguera y colbs en: Metodología de las ciencias del comportamiento. (Anguera y Colbs, 1998)

En la colecta de datos se utilizaron 2 instrumentos: una cédula de variables sociodemográficas y el instrumento para medir el bienestar Espiritual fue el Cuestionario de Espiritualidad de Reed.
El Cuestionario de Espiritualidad de Reed está conformado por 10 reactivos, los cuatro primeros se relacionan con cuestiones de bienestar espiritual y se califican con una escala de seis puntos: 1= nunca, 2= menos de una vez al año, 3= más o menos una vez al año, 4= más o menos una vez al mes, 5= más o menos una vez a la semana, 6= más o menos una vez al día. El resto de reactivos se refieren a aspectos de religión y se califican con la siguiente escala: 1= extremadamente en desacuerdo, 2= desacuerdo, 3= en desacuerdo más que en acuerdo, 4= de acuerdo más que en desacuerdo, 5= de acuerdo, 6= extremadamente de acuerdo. Su puntaje oscila entre 10 y 60 puntos donde a mayor puntaje indica mayor espiritualidad y a la inversa a menor puntaje menor espiritualidad. La escala reportó una confiabilidad al Alpha de Cronbach de 0.97.

Tamaño de muestra y análisis
El universo fue el Grupo CONVIHVE Asociación Civil de Morelia Michoacán, ubicado al norte dela ciudad de Morelia, México. El tamaño de muestra fue no probabilística a conveniencia. Participando 17 personas de las 20 que se encuentran formalmente registrados en la Asociación.
La selección de la muestra fue intencional, haciendo convocatoria abierta con todos los asistentes a la asociación CONVIVHE. La participación en los grupos fue de manera voluntaria. Todos los participantes manifestaron interés por la intervención, misma que se inició con el grupo experimental, mientras que al grupo control se le ofreció la intervención del grupo de autoayuda que ofrece la asociación CONVIHVE A. C.
El análisis de la información se realizó en el programa estadístico para las ciencias sociales [SPSS], versión 17, dado que el tamaño de la muestra es pequeño se decidió el uso de pruebas no paramétricas o de libre distribución (prueba de Wilcoxon). Se realizaron análisis de comparación de muestras relacionadas para contrastar los puntajes de los participantes en los diferentes momentos de medición, además de análisis de muestras independientes para contrastar al grupo que recibió la intervención con el grupo control.
En todo momento se tomó se tomaron en cuenta los principios éticos y de investigación en donde por sobretodoas las cosas se pretende no dañar y actuar en beneficio de las personas bajo su autorización a partir de un consentimiento informado.

FASES DEL DESARROLLO

La investigación se dividió en tres fases. La primera fase pertenece a la Pre-Intervención y en ella se describen las actividades que se realizaron antes de llevar a cabo la intervención, posteriormente se describe la fase de la intervención propiamente dicha y para finalizar se plasma como fase III las actividades de la postintervención. Véase tabla 2.

Tabla 2

Descripción de las fases del procedimiento en la investigación.

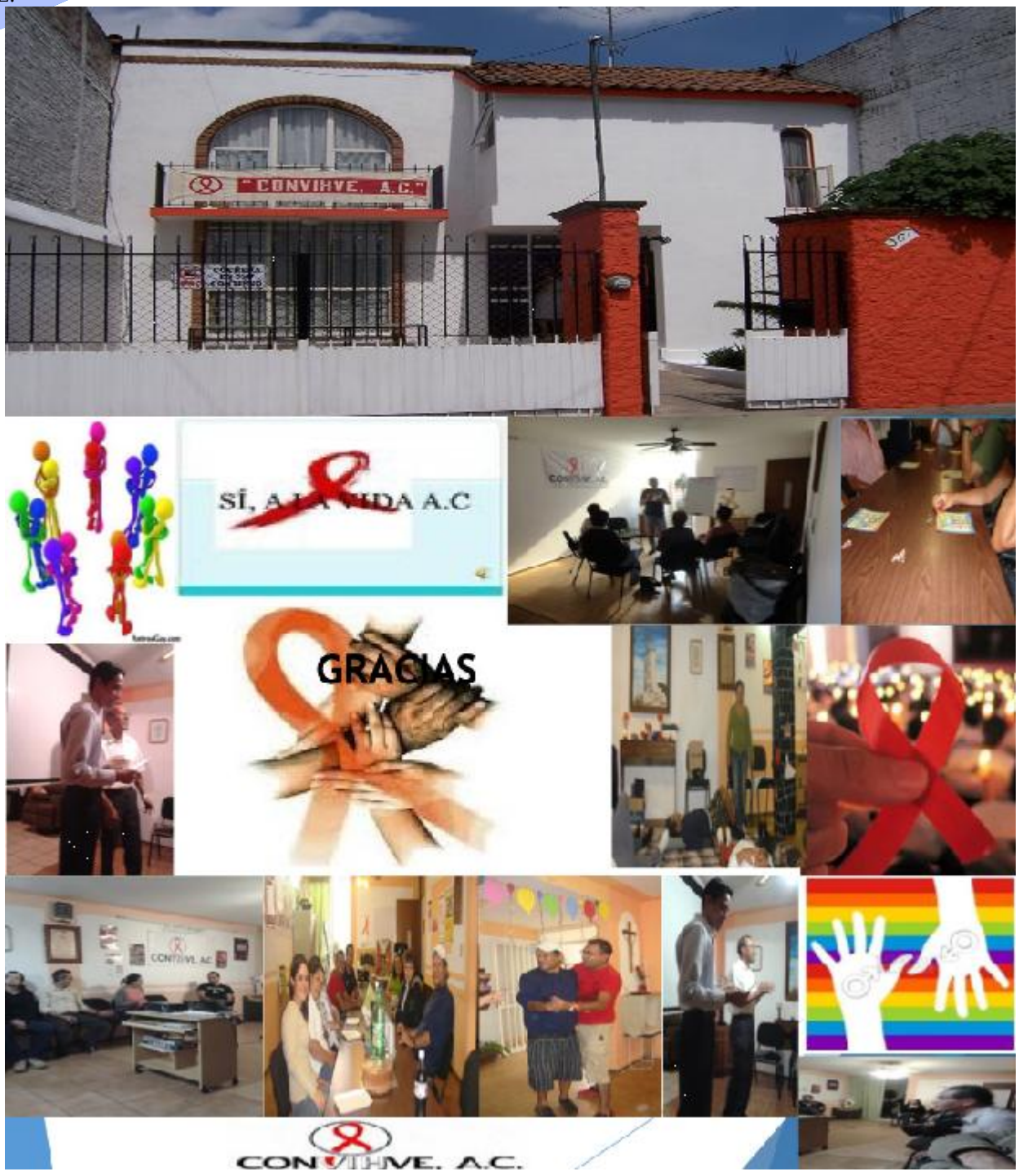
Fases:	Descripción:
Fase uno: Pre-intervención	Esta fase comenzó en el momento de la capacitación para llevar a cabo la intervención de Enfermería que tuvo una duración de 12 meses. En esta etapa se realizó la solicitud a la Asociación CONVIHVE A. C. para llevar a cabo la intervención. Se realizó la identificación de los participantes en el grupo control y en el grupo de intervención, así como la invitación y el reclutamiento. Antes de iniciar la intervención se llevó a cabo una reunión informativa en donde se les dio a conocer el consentimiento informado para ambos grupos. Se realizó el pilotaje de los instrumentos que se utilizaron para medir el bienestar espiritual.
Fase dos: Intervención	Una vez tomado en cuenta el pilotaje, antes de iniciar el primer taller de desbloqueo corporal se les pidió a los participantes respondieran el instrumento de bienestar Espiritual. El grupo de intervención recibió el programa de terapia psicocorporal conformado por talleres, diseñados para favorecer el bienestar espiritual de las PVVIH. El propósito de la intervención se basa en la vinculación cuerpo-mente-espíritu desde la perspectiva teórica humanista donde el ser humano es lo más importante. En un primer acercamiento con los participantes se trabajan tres talleres de desbloqueo general y diagnóstico corporal: en el primero es una explicación de la intervención, el segundo la relajación y el tercero es la meditación posteriormente se trabajan los segmentos corporales. Cada uno de los talleres tiene una duración de cuatro horas. Durante éste tiempo se realizan actividades como: meditación, ejercicios físicos y de relajación. El intervalo entre una sesión y otro, es mínimo una vez por semana. Los talleres estuvieron a cargo de dos facilitadoras: un profesional de enfermería y un profesional de terapias complementarias y alternativas previamente capacitadas con un diplomado de Terapia psicocorporal cuya duración fue de doce meses.
Fase tres: Post-intervención	Al finalizar la última sesión se les solicito a los participantes del grupo interviniente que respondieran nuevamente los cuestionarios de Bienestar espiritual. Al grupo control se les contactó a través del grupo de autoayuda y se les aplicó los Instrumentos de Evaluación. Ambos grupos tuvieron una sesión de cierre dela intervención.

Nota: Elaboración propia

Las evidencias que justifican el desarrollo de esta investigación se presenta en la Figura 1, en donde se muestra la casa social en donde se encuentra la asociación. Tambien se muestran fotografías de las personas que forman parte de la asociación, así como de las diferentes actividades que se realizaron con los paticipantes de la intervención. De cada persona se cuenta con el permiso legal para su publicación.

Figura 1.

Fases del desarrollo de la intervención en las diferentes etapas de la invesitgación con los participantes e integrantes de la Asociación CONVIVHE.



Nota: para la aparición de las personas en el collage, se cuenta con el consentimiento legal de cada uno de ellos para la difusión de las imágenes.

RESULTADOS DISCUSIÓN

Para el cumplimiento del objetivo específico número 1, en el gráfico 1 se observan las variables sociodemográficas que predominaron en las personas que estuvieron en la intervención y en grupo control mostrando las siguientes características que predominaron en las variables.

Tabla 3

Variables sociodemográficas del grupo con intervención y del grupo sin intervención de terapia psicocorporal en la asociación CONVIHVE A. C.

Variable	Grupo con intervención		Grupo Control	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Edad	47 años		39 años	
Género	Masculino	75%	Masculino	100%
Escolaridad	Primaria	38%	Licenciatura	44%
Estado civil	Soltero	75%	Soltero	78%
Religión	Católica	88%	Católica	100%
Ocupación	Empleado no profesionista	25%	Empleado profesionista	67%
Tratamiento	Si	100%	Si	100%

Nota: Cédula de variables sociodemográficas

Tabla 4

Comparación del bienestar espiritual antes y después de la terapia psicocorporal en el grupo con intervención mediante la prueba de Wilcoxon.

Variable	Dimensiones	N	Media	DE	Wilcoxon	Z	P
Bienestar Espiritual	Bienestar espiritual antes	17	4.2059	1.16805	67.000	-.484	.628
	Bienestar espiritual después	17	4.1765	1.27942	75.500	-.530	.596

**p>0.05, **p>0.01*

Nota: Instrumento de Autotrascendencia de Pamela Reed aplicado a las PVVIH antes y después de la intervención.

CONCLUSIÓN

La terapia psicocorporal como intervención de Enfermería mostró aumentos favorables en los niveles de bienestar espiritual sin mostrar significancia.

Es importante reconocer que la terapia psicocorporal a través de las actividades de relajación y la meditación que se realizan para adentrar a las personas, actúan en potencia desbloqueando las emociones y logrando que la persona sea capaz de resolver conflictos y dificultades de experiencias vividas para ser el agente activo de las propias actitudes. Los participantes, al vivir la experiencia del taller de terapia psicocorporal, manifestaban palabras que tenían que ver con Fé, tranquilidad y paz.

Es importante recalcar que las PVVIH se enfrentan a un diagnóstico dificl que resignifica el estatus de la vida. Dice Francisco Bentrones [56], que cuando nos enfrentamos a un destino que parece irrevocable justamente allí se le puede dar sentido a la vida pues entonces podemos realizar lo más humano dentro del hombre y eso constituye su facultad para crear de una tragedia un triunfo. Ese es el secreto de la incondicionada tendencia que tiene la vida: que el hombre precisamente en situaciones límite de su existencia: es llamado a dar fé de aquello que él y sólo él es capaz.

La espiritualidad es lo que se encuentra profundamente dentro de uno mismo. Es la manera de amar, de aceptar al otro o de relacionarse con el mundo. La espiritualidad está relacionada con la plenitud, transcendencia, conexión, alegría y paz sin embargo lo religioso puede contribuir a fortalecer y desarrollar la espiritualidad de las personas.

Vale la pena mencionar que la espiritualidad no es lo mismo que religión. La religión puede ser espiritual y la espiritualidad puede ser religión. Sin embargo, la religión es una institución creada por el hombre, es la forma de expresión por medio de los ritos, oraciones, signos y celebraciones, que son parte del resultado de la relación particular con Dios, mientras que la espiritualidad es nacida de la personas y se desarrolla dentro de ella.

Las personas en general en momentos de enfermedad tienden a tener mayor apego a lo espiritual, esto como consecuencia de la pérdida de control de diversas situaciones, que llevan a la búsqueda y que impulsan al individuo a buscar soluciones sobrenaturales o poner la solución en manos de un poder más elevado y es a través de ello que se logra enfrentar algunas enfermedades. La espiritualidad puede ayudar a hacer frente a la imprevisibilidad, dolor e ira que pueden estar asociados con el VIH.

BIBLIOGRAFÍA

Angaro, T. (1998). Metodología en las ciencias del comportamiento. Síntesis de Psicología; México. (p. 205)

Cardona, J. A. (2016). Impacto del VIH/SIDA sobre la calidad de vida. p.1-16. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/170/17030519003.pdf

Carrasco, P. (2013). Cómo entender la experiencia de personas que viven con VIH: implicaciones para la clínica y la investigación. p. 387-395. Recuperado de https://aquichan.unisabana.edu.co/index.php/aquichan/article/view/2430/pdf (p. 392)

CENSIDA SS/DGE. (2014). Registro Nacional de Casos de SIDA. México. Recuperado de http://www.censida.salud.gob.mx/descargas/epidemiologia/RN2do_trim_2014.pdf

Díaz, L.; Alfaro, C. J. (2008). Análisis del entrenamiento en técnicas de relajación para el manejo del estrés, impartido por enfermería, en una población con vih- sida: estudio de caso único. p. 1-12. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/448/44812819004.pdf (p. 5)

Gómez, A. M.; Silva, E. M. (2011). Representaciones sociales del SIDA para personas que viven con HIV y sus interfaces cotidianas. Rev. Latino-Am. Enfermagem, vol.19. No.3. p. 485-492. Recuperado de http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692011000300006 (p. 487)

INEGI. (2015). Estadísticas a propósito del día mundial de lucha contra el VIH/SIDA (1 de diciembre). p.1-18. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2022/EAP_VIH_Nal22.pdf (p. 6)

Keleman, S. (1999). Bonding: A Somatic-Emotional Approach to Transference. Center Press California. (p. 97)

Lowen, A. (1996). Bioenergética: Terapia revolucionaria que utiliza el lenguaje del cuerpo para curar los problemas de la mente. México: Diana. (p. 206)

Martínez, L. A.; Otalvaro, M. C. (2007, 18 de octubre). Estrategias de Afrontamiento y Depresión en pacientes diagnosticados con VIH. Readalyc. vol.27. No.1. p. 5-13. Recuperado de http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=78511885001 (p. 7)

Marzan, M. R.; Varas, N. D. (2009). Las dificultades de la sensación: el papel de las emociones en la estigmatización del VIH / SIDA. Forum Qualitative Sozial forschung / Forum: Qualitative Social Research. vol. 7. No. 4. (p. 209)

Navarro, R. A. (1999). Las Emociones del cuerpo, como afectan nuestro carácter, como sanarlas. México: Editorial Pax. (p.125)

Navarro, R. A. (2003). Psicoterapia corporal y psicoenergética: Principios y técnicas. México. Editorial Pax. (p. 168)

Navarro, R. A. (2007). Método de psicoterapia corporal para integrar emociones y el cuerpo. México. Editorial Pax. (p. 137)

ONUSIDA. (2017). Ginebra, Suiza. Recuperado de http://www.unaids.org/es/resources/presscentre/pressreleaseandstatementarchive/2014/july/20140716prgapreport/

Padros, F.B. (2011). Adaptación y estudio psicométrico de la escala de bienestar psicológico de C. Ryff de 39 items en Población Mexicana. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. (p. 156)

Plutchik R. (1987). Las emociones. 1ª Ed. México: Editorial Diana. (p. 98)

Reed, P. G. (1991). Self-transcendence and mental health in older adults. Nursing Research. Scielo. vol.1. No. 4. p. 5-11. (p. 7)

Ruano, M. T. (2004). La influencia de la expresión corporal sobre las emociones: estudio Experimental. p. 102-280. Recuperado de http://oa.upm.es/451/ (p. 103)

Secretaría de Salud. (2014). Principales causas de mortalidad general. Michoacán, México. Recuperado de http://salud.michoacan.gob.mx/

Stefano, V.; Orozco, L. M. (2012, 24 de octubre). Perspectivas en Psicología. Scielo. Diversitas. vol.1, No.2, p. 45-56. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-99982005000200002&script=sci_arttext (p.48)

Tecnologías 3D para el desarrollo de un mundo virtual universitario empleando la metodología TRES-D, caso: DACSyH

Rossina Encinos López[1], Dra. Erika Yunuen Morales Mateos[2], Dr. Oscar Alberto González González[3]

[1]*Universidad Juarez Autónoma de Tabasco, e-mail: rossina.encinos@hotmail.com*
[2] *Universidad Juarez Autónoma de Tabasco, e-mail: erika.morales@ujat.mx*
[3] *Universidad Juarez Autónoma de Tabasco, e-mail: oscar.gonzalez@ujat.mx*

Línea de investigación: Software

Resumen

El propósito de este trabajo fue desarrollar un mundo virtual universitario con tecnología 3D a fin de ser alojado en un servicio web o aplicación para computadora, logrando proveer información dinámica multimedia para el alumnado y público interesado en conocer las instalaciones, así como los servicios que comprenden únicamente la División Académica de Ciencias Sociales y Humanidades (DACSyH) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Metodológicamente, el proyecto se basó en un enfoque cualitativo que influyó en la recolección de información, así como su análisis e interpretación para el desarrollo del proyecto. Aunado al enfoque, se seleccionó un método de desarrollo TRES-D que cedió las pautas en el proceso de fabricación, seguido de las herramientas de modelado, edición de audio y editor de código, como: Sketchup, Unity 3D, Audacity, GIMP y Visual Studio Code. Las pruebas se llevaron a cabo a través de la metodología Rational Unified Process (RUP), quien ofrece un conjunto de pruebas a realizar en la etapa de implementación del software, con el fin de cumplir satisfactoriamente con el objetivo de este proyecto se aplicaron los siguientes tipos de prueba: pruebas unitarias, pruebas de integración, pruebas de usabilidad y pruebas del sistema. En conclusión, se llevó a efecto el objetivo deseado, puesto que el resultado final dio lugar a un recorrido virtual donde se simularon las instalaciones con sus descripciones, así como funciones que permitan al usuario realizar actividades como caminar, saltar y correr por medio de un personaje en primera persona disponiendo de diferentes opciones y, como consecuencia, admita interactuar de forma amigable e intuitiva.

Palabras claves: DACSyH, Mundo Virtual, Realidad virtual, Recorrido Virtual, Simulación 3D

Abstract

The purpose of this work was to develop a university virtual world with 3D technology in order to be hosted in a web service or computer application, providing dynamic multimedia information for students and the public interested in learning about the facilities, as well as the services they include. only the División Académica de Ciencias Sociales y Humanidades (DACSyH) of the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Methodologically, the project was based on a qualitative approach that influenced the collection of information, as well as its analysis and interpretation for the development of the project. In addition to the approach, a TRES-D development method was selected that provided guidelines in the manufacturing process, followed by modeling, audio editing and code editor tools, such as: Sketchup, Unity 3D, Audacity, GIMP and Visual StudioCode. The tests were carried out through the Rational Unified Process (RUP) methodology, which offers a set of tests to be carried out in the software implementation stage. In order to satisfactorily meet the objective of this project, the following were applied. types of testing: unit testing, integration testing, usability testing, and system testing. In conclusion, the desired objective was achieved, since the final result gave rise to a virtual tour where the facilities were simulated with their descriptions, as well as functions that allow the user to carry out activities such as walking, jumping and running through a first-person character with different options and, as a consequence, allows you to interact in a friendly and intuitive way.

Keywords: DACSyH, Virtual World, Virtual reality, Virtual Tour, 3D Simulation, UJAT

INTRODUCCIÓN

Dentro de los avances tecnológicos en el campo de la informática se encuentra la realidad virtual, entre sus características, posibilita simular el mundo real, concediendo al usuario interactuar con entornos gráficos de gran calidad, desarrollados por diferentes tecnologías, tal como las tecnologías 3D, fotografías 360° y otras más avanzadas. "Actualmente se aplican a distintos campos como la medicina, defensa para entrenamiento militar, arte, redes sociales (uso de avatar), educación, negocios, información, deporte, viajes, juegos, arquitecturas, entre otros en los que se puede aplicar obteniendo grandes beneficios" (Biocca, 2017).

La realidad virtual permite la creación de mundos virtuales, favoreciendo el desarrollo de recorridos virtuales con el fin de interactuar en diferentes entornos sin necesidad de ningún desplazamiento físico, gracias al empleo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), principalmente en Internet, donde pueden estar alojados en forma de aplicaciones.

Actualmente algunas instituciones educativas, en su mayoría universidades, han desarrollado mundos virtuales.

Los beneficios que aporta la creación de mundos virtuales para instituciones educativas son (Cañellas, 2019):

- Mejor experiencia para el usuario. Permitiendo obtener la información suficiente de la institución educativa, tanto de sus servicios como sus instalaciones.
- Disponibilidad del mundo virtual las 24 horas.
- Elimina la necesidad de desplazarse físicamente a la institución ubicada en lugar geográfico, permitiendo visitarla a través de cualquier dispositivo electrónico que soporte la aplicación desarrollada.

Si bien se conocen los beneficios, solo algunas instituciones cuentan con este servicio. En ocasiones los estudiantes no logran visitar las instalaciones con antelación, debido a diferentes factores, por mencionar algunos: el tiempo, los recursos económicos que conlleva el desplazamiento hacia el instituto educativo, entre otras situaciones que pueden surgir de acuerdo a la situación de los interesados, sobre todo aquellos alumnos que se desempeñan en el campo laboral antes de iniciar sus estudios de nivel superior en los diferentes niveles académicos.

Ante tal situación, se planteó la propuesta para el desarrollo de un mundo virtual, con la finalidad de dar a conocer las instalaciones de la DACSyH, permitiendo que los alumnos de nuevo ingreso, padres de familia y personas interesadas puedan conocer las instalaciones y por ende los servicios que ofrece. Para la creación del modelo virtual institucional se consideró el uso de tecnología 3D, así como diferentes programas empleados en conjunto para su desarrollo.

Cabe agregar que para el desarrollo del mundo virtual de la DACSyH únicamente se recrearon las instalaciones físicas con que cuenta la división académica, sin considerar interiores de edificios e instalaciones exteriores a la división académica, como pueden ser puentes, carreteras, entre otras.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo general

Desarrollar un mundo virtual universitario de la DACSyH de la UJAT a través de tecnologías en 3D para dar a conocer las instalaciones a los alumnos de los diferentes niveles de estudio y público interesado.

Objetivos específicos

- Recopilar información sobre las instalaciones de la DACSyH de la UJAT.
- Modelar la infraestructura en 3D de la DACSyH de la UJAT.
- Programar el recorrido virtual por las distintas instalaciones de la DACSyH de la UJAT.
- Emplear la metodología TRES-D (ThREe dimensional uSer interface Development) en el desarrollo de este proyecto.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio involucrado en este proyecto fueron los estudiantes de la DACSyH y personas interesadas en conocer la división académica, cuya finalidad es que los aspirantes a nuevo ingreso tengan una experiencia previa dentro del mundo virtual, interactuando con los servicios que ofrece como lo harían de forma presencial por medio de un aplicativo fluido e intuitivo, a fin de facilitar sus actividades académicas dentro de las instalaciones físicas. El desarrollo de este proyecto no sólo beneficiará a los estudiantes de los distintos grados académicos que se imparten en la DACSyH, sino también a los padres de familia, dando a conocer los recursos que puede ofrecer la división a sus hijos, y el público interesado podrá conocer las instalaciones de la misma forma.

METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolló mediante un enfoque cualitativo, puesto que dispone de fases dinámicas siendo uno de sus objetivos indagar y descubrir los elementos necesarios para la investigación. Dentro de sus etapas posibilita la inmersión inicial en el campo, cuyo fin es la recolección de datos visuales, sonoros o verbales; así como la adquisición de experiencias propias del entorno físico y su interpretación en la recreación de un mundo virtual universitario de la DACSyH con mayor similitud al mundo real. Según Hernández et al. (2014), la

investigación cualitativa proporciona profundidad a los datos, dispersión, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias únicas. Asimismo, aporta un punto de vista "fresco, natural y holístico" de los fenómenos, así como flexibilidad.
El instrumento de recolección de datos para el modelado de la infraestructura de la DACSyH fueron fotografías, estas sirvieron de guía para obtener los detalles necesarios en su recreación. Así como obtener una perspectiva de la altura, ubicación y distancias de los edificios quienes conforman las diferentes áreas de la división académica.
El tipo de programación empleado fue orientada a objetos y orientada a eventos para interpretar las animaciones y movimientos que requirió la aplicación, debido a que estas son características del modelado 3D.
Para representar la arquitectura y funcionamiento de los objetos en 3D se utilizó el Lenguaje Unificado de Modelado (UML por sus siglas en inglés). Según Schmuller (2000), UML permite a los creadores de sistemas generar diseños que capturen sus ideas en una forma convencional y fácil de comprender para comunicarlas a otras personas. De acuerdo con los objetivos acordados, se utilizó la metodología TRES-D. Molina (2008) propone una metodología con una serie de etapas, encapsuladas de la siguiente forma: análisis de los requerimientos iniciales, modelado conceptual y diseño de prototipo, implementación, despliegue y mantenimiento.

Herramientas de Modelado y Edición de Audio
Los softwares utilizados para el diseño y programación del mundo virtual fueron Sketchup 2019 en su versión de prueba, Unity 3D, Audacity, GIMP y Visual Studio Code.
Sketchup: Software de diseño y modelado 3D que ofrece herramientas intuitivas y flexibles, puesto que permite agregar plugins y extensiones creadas por los mismos desarrolladores como de terceros. Se encuentra con una licencia web gratis, para estudiantes y planes comerciales (Sketchup, 2019).
Unity 3D: Motor de desarrollo de videojuego multiplataforma en tiempo real. Debido a la preferencia de creadores de videojuegos tanto aficionados como desarrolladores, en la página oficial de Unity se facilita información, proyectos y demás recursos. Algunas de las funcionalidades que ofrece Unity se encuentran el motor gráfico para renderizar gráficos 2D y 3D, creación de animaciones, uso de realidad virtual e inteligencia artificial, creación de script, empleo de sonidos 2D y 3D, edición de interfaz para el usuario final, configuración del proyecto para diferentes plataformas, entre otras (Unity Technologies, 2019).
Audacity: Software libre multiplataforma para grabar y editar audios. Sus características son: grabación, exportar e importar, edición en calidad de sonido, compatibilidad de efectos, facilidad de edición, atajos por metacomandos y análisis de espectrogramas (Audacity Team, 2015).
GIMP: Software libre multiplataforma para crear y editar imágenes de todo tipo. GIMP es el acrónimo de GNU Image Manipulation Program (programa de manipulación de imágenes de GNU) (GIMP, 2019).
Visual Studio Code: Editor de codificación gratuito y multiplataforma, permite el soporte de cualquier lenguaje de programación, sin cambiar de editor al instalar los paquetes necesarios (Microsoft Corporation, 2020).
En cuanto al lenguaje de programación implementado fue C# (C Sharp), dado que los scripts en Unity se escriben con este lenguaje de programación.
C#: Es un lenguaje de programación orientado a componentes y orientado a objetos. Tiene sus raíces en la familia de lenguajes C, y a los programadores de C, C++, Java y JavaScript. Desde su origen, C# ha agregado características para admitir nuevas cargas de trabajo y prácticas de diseño de software emergentes (Wagner, 2023).

FASES DEL DESARROLLO

Primera etapa: Análisis de los requerimientos iniciales
En la primera etapa de la metodología de desarrollo se contempló lo siguiente:

- Se conformó una lluvia de ideas para verificar el perfil del usuario final con el propósito de analizar y recabar las necesidades básicas de usabilidad de la aplicación en la que se determinó la facilidad de uso, opciones de navegación intuitiva, apartados de apoyo con información relevante que implica el uso del sistema e interactividad con el entorno.
- Estimación del uso de materiales de apoyo necesarios, con el propósito de adquirir información y herramientas necesarias para el modelado digital, texturizado, animación, desarrollo de scripts e incorporación de audios. Algunas de las opciones a considerar fueron el mapa de la DACSyH desde Google Maps, bosquejos de las instalaciones, fotografías de campo capturadas desde diferentes ángulos, así como su selección y búsqueda de audios con efectos sonoros a fin de representar el ambiente de la división académica.
- Redacción de un listado con los requerimientos de hardware y software para el usuario y el desarrollador. En la Tabla 1 se muestran los requerimientos de hardware y software para el usuario, siendo el resultado final del análisis en el listado anterior. En la Tabla 2 se muestran los requerimientos de hardware para el desarrollador, seguido de la Tabla 3 que presenta los requerimientos de software considerados importantes para la creación del mundo virtual en 3D.

Tabla 1

Requerimientos de Hardware y Software para el Usuario con Sistema Operativo Windows

Hardware y software	
	Requisitos
Sistema Operativo	Windows 7, 8, 10, 11
Versión DirectX de tarjeta gráfica	Directx 10, 11 o 12
Procesador	Intel y AMD
CPU	Versiones de 32 o 64 bits
RAM	Desde 4 GB
Tarjeta gráfica integrada	Intel, AMD, NVIDIA
Software	
	Finalidad
Chrome o Firefox	Ejecutar el recorrido virtual y abrir enlaces de páginas web.

Tabla 2

Requerimientos de Hardware para el Desarrollador con Sistema Operativo Windows

	Requisitos recomendados	Requisitos disponibles	Condición
Sistema operativo	Windows 7, 8, 10 y 11	Windows 10 Home Single Language	Adecuado
Procesador	Desde Intel Celeron, AMD Sempron	Intel(R) Celeron(R) N3060 con 1.60GHz	Mínimo
CPU	64 bits	Procesador x64	Adecuado
RAM	A partir de 4 GB	4 GB	Mínimo
Tarjeta gráfica integrada	Tarjetas Intel 2006, NVIDIA 2004 y AMD 2005	Intel HD Graphics con 114MB de VRAM	Mínimo
Versión DirectX	Desde Directx 10, 11 y 12	Directx 12 – pixel shader 5.1	Adecuado
Almacenamiento	Desde 50 GB	1 TB	Adecuado

Tabla 3

Requerimientos de Software para el Desarrollador

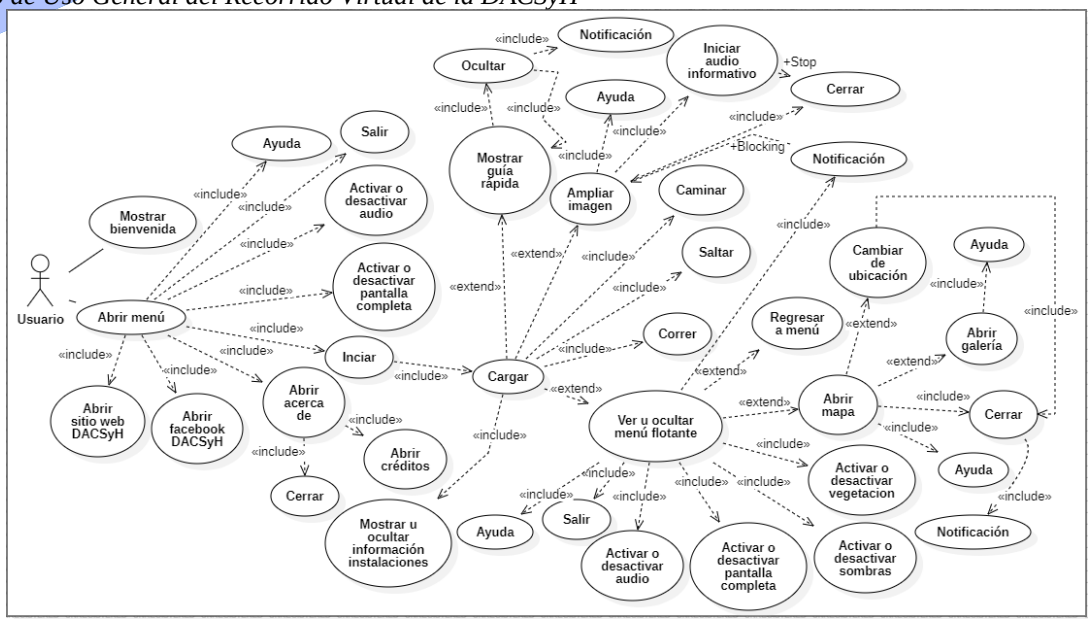
	Software	Complementos	Finalidad de los complementos
Software de diseño 3d	Sketchup	TT_Lib², LibFredo6, FixIt_101, VBO Piping, SteelSketch, Joint Push Pull y FredoScale	Agilizan la etapa de modelado 3D y limpieza de los modelos creados.
Motor gráfico 3D	Unity Hub, Unity 2019	2d Sprite, Easy Mesh Combine Tool y TextMesh Pro	Paquetes necesarios para el desarrollo de la interfaz de usuario y optimización.
Editor de script	Visual Studio Code	NET Framework 4.7.1 Developer Pack, C#, Auto Close Tag, C# FixFormat, C# Snippets, Unity Code Snippets, Unity Tools	Tanto el paquete de desarrollador como las extensiones para Visual Studio Code son necesarias para la sintaxis y soporte del lenguaje de programación.
Editor de imagen	GIMP	--	--
Editor de audio	Audacity	--	--
Navegador web	Chrome	Web Server for Chrome	Para llevar a cabo pruebas finales desde el navegador.

Segunda etapa: Modelado conceptual y diseño de prototipo

Para la segunda etapa se propone un diagrama de caso de uso general donde se muestra la interacción del usuario con las opciones y funciones sirviendo de apoyo para verificar el flujo de navegación del sistema y las actividades básicas que el personaje debe ejecutar dentro de lo que sería el recorrido virtual, dando lugar a la Figura 1. Cabe destacar que el diagrama de caso de uso se ideó de acuerdo al análisis de las necesidades básicas para una interfaz amigable de la primera etapa.

Figura 1

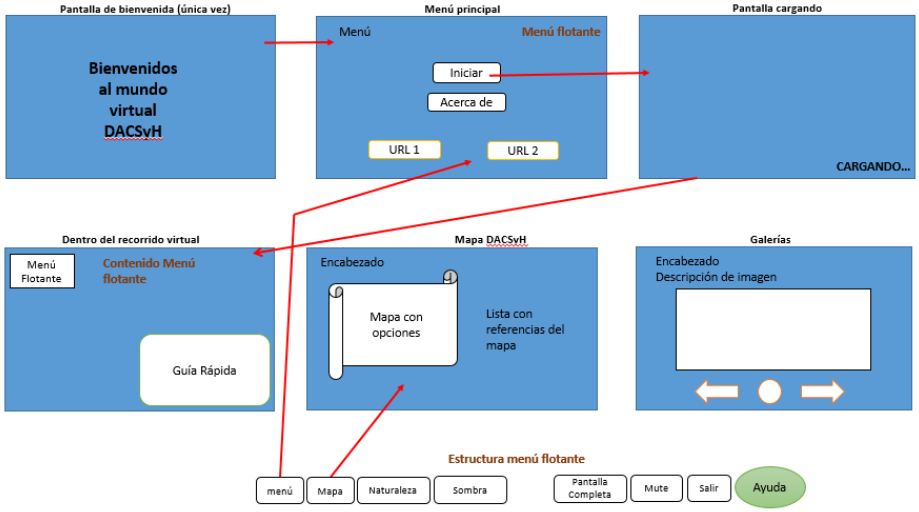
Diagrama de Caso de Uso General del Recorrido Virtual de la DACSyH



Una vez identificadas las tareas en el diagrama de caso de uso, se atendió la idea de crear un prototipo general de la interfaz de usuario donde se plasman las ventanas con las que el usuario podría interactuar, tal como se proyecta en la Figura 2.

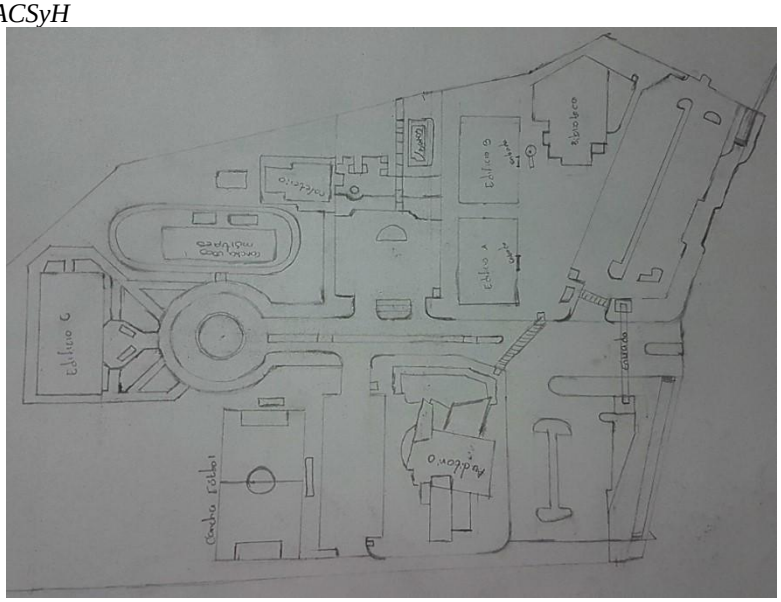
Figura 2

Prototipo General de la Interfaz del Mundo Virtual Académico



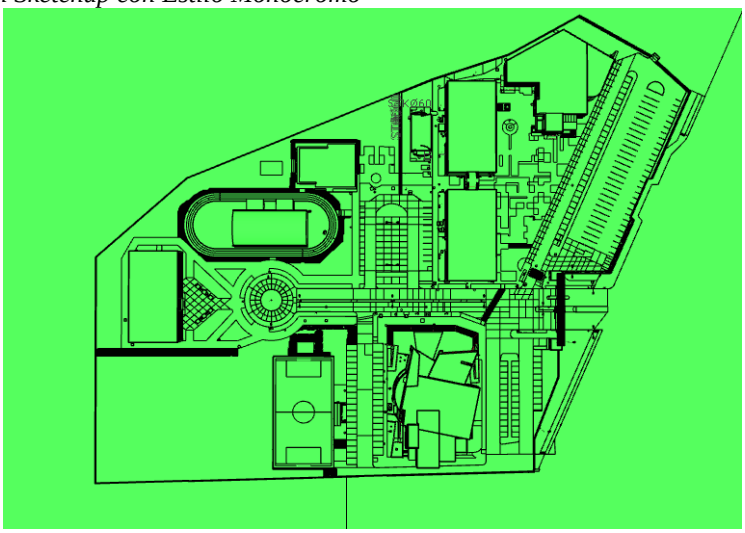
Antes de iniciar la simulación 3D con ayuda del mapa de la DACSyH desde Google Maps se diseñó un bosquejo tipo plano maestro de lo que sería el recorrido virtual del instituto con el objetivo de definir las distancias entre los edificios y establecimientos, así como verificar otros elementos necesarios como se aprecia en la Figura 3. Con base en las fotografías capturadas de la DACSyH se crearon bosquejos individuales de las instalaciones, siendo importantes en la producción de los espacios virtuales.

Figura 3
Bosquejo Vista Superior de la DACSyH



Tercera etapa: Implementación
En esta etapa se llevó a cabo la construcción del recorrido virtual contemplando la información recabada en las fases anteriores.
Para el primer paso en la implementación se obtuvo ayuda de los bosquejos creados, así como de las fotografías tomadas para la recreación de toda la división académica desde Sketchup como se muestra en la Figura 4. Por consiguiente, el modelo se texturizó completamente para generar el mapeado UV y se exportaron partes separadas en su mayoría con formato fbx, así como sus texturas.

Figura 4
Vista Superior del Modelado 3D en Sketchup con Estilo Monocromo



Para el segundo paso se importaron los modelos creados de Sketchup a Unity. Con ayuda del paquete Easy Mesh Combine Tool en Unity se combinaron algunas mallas debido a que los modelos principales contaban con múltiples piezas, lo que permitió crear colliders simplificados, así se logró optimizar considerablemente el uso de gráficos. Es así como se retexturizaron los objetos combinados de acuerdo a las fotografías.
El tercer paso consistió en elaborar la interfaz 2D de las ventanas mostradas en el prototipo general de la Figura 2, en este caso en una escena de Unity, al igual que la elaboración de animaciones, así como la redacción de scripts para las ventanas y el personaje. De igual forma se adaptó una configuración de calidad desde el panel Quality Settings Inspector en Unity, el cual se estableció como predeterminado.
El cuarto paso consistió en la colocación y adaptación de audio 2D para evitar el consumo excesivo de memoria.

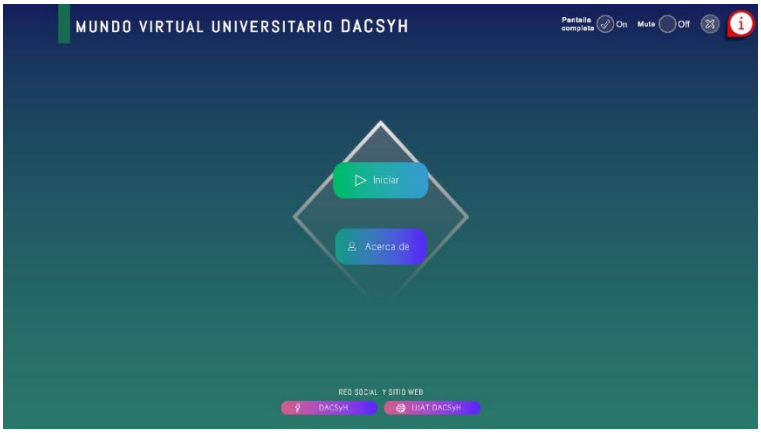
El quinto paso dio lugar a la revisión y corrección de las posibles fallas de funcionamiento y usabilidad, seguido de la exportación del proyecto.

En la Figura 5 se observa la interfaz resultante del menú principal que se apertura al ejecutar la aplicación anteponiéndose la pantalla de bienvenida que se muestra por única vez al abrir el proyecto final desde un servidor web. La ventana de bienvenida reproduce audio con indicaciones fundamentales para el usuario como son la manera de ingresar al Recorrido Virtual y los apartados de Ayuda.

El menú principal consta de opciones localizadas en diferentes secciones, en la parte central se encuentra el botón para iniciar el recorrido virtual y el botón acerca de, que abre una ventana informativa de la aplicación, en la parte superior izquierda se presenta un fragmento del menú flotante ubicado de igual forma dentro del mundo virtual, en la sección inferior se colocaron dos botones que llevan a la página web oficial y la página de Facebook de la DACSyH.

Figura 5

Interfaz Final del Menú Principal



La Figura 6 muestra la interfaz final de simulación en 3D. El punto de partida inicial del personaje se muestra en la parte izquierda de la Figura 6, así como en la parte inferior derecha una ventana con la guía rápida de las opciones básicas necesarias para el desplazamiento del usuario dentro del mundo virtual. En la parte superior izquierda se localiza un ícono que permite el acceso al menú flotante desplegable al presionar la “tecla M”. El menú flotante presenta diversas opciones de izquierda a derecha, como:

1. Regresar al menú principal. Ver Figura 5.
2. Abrir la ventana del mapa general de la DACSyH que se muestra en la figura 7. Ver lado izquierdo.
3. Botón para ocultar y mostrar los objetos que componen la vegetación, esto para reducir el consumo de recursos en computadoras que puedan llegar a saturarse.
4. Botón para activar y desactivar las sombras, de igual forma al desactivar esta opción permite bajar el consumo de recursos en el sistema.
5. Maximizar y minimizar pantalla.
6. Activar y desactivar el audio general.
7. Cerrar completamente el mundo virtual.
8. Opción de Ayuda, muestra ayuda general al pasar el cursor sobre el ícono rojo.

Regresando a la Figura 6 en el fragmento derecho se observan opciones importantes considerando el objetivo principal de este trabajo, por un lado se aprecian piezas flotantes con información que al pasar el cursor central expande un panel con texto informativo cuyo fin es brindar al usuario contexto importante de las principales instalaciones que conforman la división académica, como la ubicación de las oficinas y servicios estudiantiles que ofrece la DACSyH, la capacidad de las aulas y parte de su estructura. Por otro lado, se encuentran carteles apuntando la existencia de imágenes que se pueden ampliar dando la facilidad al usuario de aumentar la vista del mapa general y las placas conmemorativas existentes, esta opción se desbloquea cuando el usuario se coloca por medio del personaje cerca del objeto y así emerge una señal con la letra Z, indicando que puede ser utilizada dicha función.

Figura 6

Vista Final del Recorrido Virtual



Nota. Punto inicial del recorrido universitario, el menú flotante y las opciones con las que el usuario puede interactuar.

En la Figura 7 en la parte izquierda se muestra la interfaz del mapa universitario en el que el usuario cuenta con dos opciones diferentes, cambiar de posición al personaje por medio de los botones con el logo de ubicación y abrir la galería de imágenes por medio de los botones con el ícono de galería, un ejemplo es la galería de la biblioteca en el lado derecho de la Figura 7.

Figura 7.

Interfaz del Mapa Universitario y Galería de Imagen de la Biblioteca



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para obtener los resultados esperados, se aplicó una serie de pruebas con la finalidad de detectar fallas, así como implementar mejoras para reforzar la estructura y función del sistema del aplicativo. Una prueba es una actividad en la cual un sistema o componente es ejecutado bajo unas condiciones o requerimientos específicos, los resultados son observados y registrados, y una evaluación es hecha de algún aspecto del sistema o componente (Ecured.cu, 2019).

Para llevar a cabo las pruebas, se seleccionó la metodología RUP que comprende un conjunto de métodos, herramientas y actividades adaptables de acuerdo a las características y el alcance del proyecto con el fin de obtener los requerimientos necesarios para su desarrollo (Rueda et al., 2008). Dentro de las actividades de la metodología RUP se encuentran los tipos de pruebas que permiten obtener un aplicativo de utilidad para el usuario final, así como ser aplicadas reiteradas veces acorde a las etapas del desarrollo o implementación, en este caso, abarcando de la segunda a la cuarta etapa de la metodología 3D, los tipos de prueba que se ejecutaron son: pruebas unitarias, pruebas del sistema, pruebas de integración y pruebas de usabilidad.

- *Pruebas unitarias:* Permite verificar la funcionalidad y estructura de cada componente individualmente del sistema una vez que ha sido codificado (Rueda et al., 2008). Para la prueba unitaria se hicieron las pruebas correspondientes desde Unity 3D y la edición de códigos desde Visual Studio Code. Se verificó cada uno de los métodos que conforman los scripts corroborando que las variables sean las necesarias y eliminando los errores existentes, así como las respectivas pruebas para cada animación.
- *Pruebas de integración:* Permite verificar el correcto ensamblaje entre los distintos módulos que componen el sistema desarrollado (Rueda et al., 2008). En la prueba de integración se trabajó con Unity 3D y Visual Studio Code donde se comprobó la interacción de los elementos que componen el mundo virtual de la DACSyH como son: escenas, animaciones, audios y scripts. Para los scripts siempre que fue necesario mantener acceso entre los métodos y variables de otras clases se constató su correcta comunicación, así como el control de algunas excepciones indispensables para la interacción de una clase a otra en las escenas debido al orden de apertura de los elementos que conforman el aplicativo, siendo estos módulos relacionados de acuerdo al diagrama de caso de uso de la Figura 1 y el prototipo general de la interfaz de la Figura 2.

- *Pruebas del sistema:* Estas pruebas buscan diferencias entre la solución desarrollada y los requerimientos, con el fin de identificar errores que se puedan generar entre la especificación funcional y el diseño del sistema (Rueda et al., 2008). Para las pruebas del sistema se verificó lo siguiente:
    1. Uso de pocos recursos de modo que concuerdan con los requisitos de software y hardware necesarios para el usuario de la Tabla 1.
    2. Función de cada elemento del sistema correctamente, como son los botones, los accesos y las opciones de desplazamiento del usuario dentro del mundo virtual.
    3. Evitar fallas en el modelo visual 2D y 3D aplicando métodos de adaptabilidad para diferente resolución de pantalla.
    4. Optimización, se ajustó la configuración en diferentes elementos para asegurar tiempos de respuesta aceptables, como son: adecuación en la configuración general desde Unity, manejo y control de texturas, así como de los materiales, configuración en la calidad de audios, control en la carga de los objetos y la relación entre las escenas, en general se controlaron las características de cada recurso importado en el proyecto.
    5. Facilidad de uso.
    6. Aplicativo terminado de acuerdo al Diagrama de Caso de Uso de la Figura 1.
- *Pruebas de usabilidad:* Esta prueba permite encontrar problemas de factores humanos o usabilidad con el apoyo de un grupo de usuarios, quienes son seleccionados con el fin de solicitarles que lleven a cabo las tareas para las cuales fue diseñada la aplicación (Rueda et al., 2008). Para la prueba de usabilidad se seleccionaron 10 estudiantes a quienes se les solicitó usar por primera vez el aplicativo además de compartirles un formulario al finalizar la interacción con el Mundo Virtual de la DACSyH, algunas de las gráficas resultantes se muestran de la Figura 8 a la Figura 10.

Figura 8.
Gráfica sobre el tipo de Vocabulario en el Aplicativo

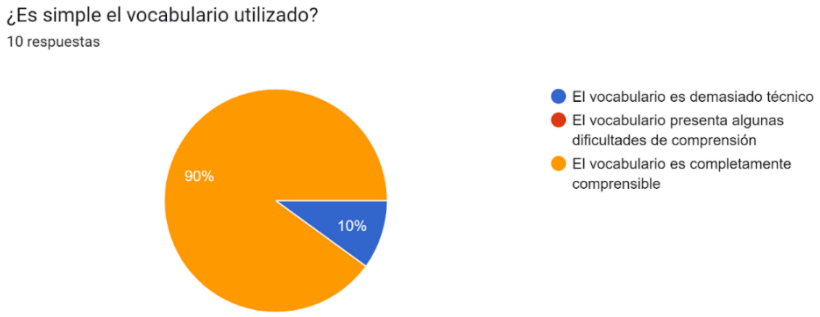


Figura 9.
Gráfica acerca de los Objetos Visibles

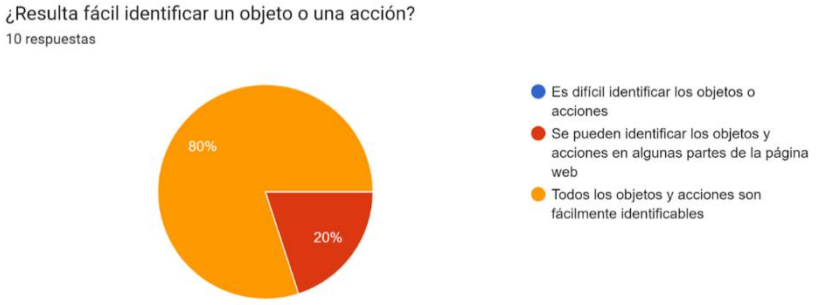
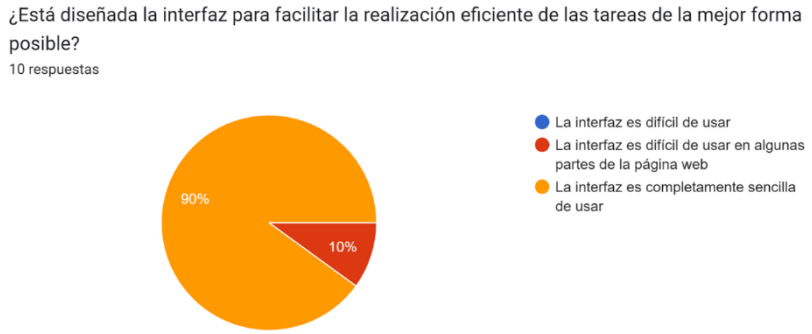


Figura 10.
Gráfica sobre la Facilidad de Interacción con la Interfaz



Para obtener un aplicativo de navegación intuitiva se estudiaron los resultados de las preguntas cerradas del cuestionario, así como las opiniones y sugerencias, aunado a los resultados del formulario se observó personalmente la interacción de los usuarios y la aplicación para tomar notas de los errores y dificultades con las que se encontraron, quienes al mismo tiempo comentaron posibles cambios y adecuaciones. La prueba de usabilidad permitió enriquecer el enfoque de interacción entre el usuario que en su caso fue el apoyo del grupo de estudiantes seleccionados y el aplicativo que antes de la prueba de usabilidad se consideraba la versión final, logrando implementar y poner en funcionamiento mejores apartados de ayuda y adecuación de la interfaz con el fin de retroalimentar al usuario con los pasos a seguir en todo momento así como proveer un diseño oportuno en el modelo 3D creado para fácil acceso y desplazamiento dentro del mundo virtual universitario, de acuerdo a lo mencionado se logró corregir y adecuar los objetivos deseados de la prueba de usabilidad como se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4
Resultados Obtenidos en Prueba de Usabilidad tras Implementar el Cuestionario a Usuarios Seleccionados a Fin de Obtener un Aplicativo Intuitivo

Análisis inicial			**Modificaciones y adecuaciones**	
Objetivos deseados	**¿Existen en el aplicativo?**	**Faltantes**	**Correcciones**	**¿Se cumple el objetivo?**
Opciones de navegación intuitiva	En su mayoría	• El movimiento del cursor llega a obstaculizar el desplazamiento del personaje • Sensibilidad del mouse alto • Interferencia entre los puntos de vista previa y el menú flotante	• Modificación del cursor iniciando como un cursor central que no interrumpe el desplazamiento y se muestra activo cuando se abre el menú flotante • Adaptación en la sensibilidad del mouse • Corrección del cruce entre abrir una vista previa y el menú flotante	Sí
Información de apoyo necesaria y entendible	En algunas partes	• Las instrucciones se confunden con los botones reales • Guía rápida con poca información	• Eliminación del panel de instrucciones, ubicando en diferentes partes la ayuda correspondiente de cada apartado a simple vista • Adecuación en la información de la guía rápida	Sí
Ayuda al ingresar por primera vez	No	Sin ayuda al iniciar la aplicación por primera vez	Implementación de Ayuda de Inicio al ingresar por primera vez	Sí
Diseño de interfaz atractivo,	En la mayoría del diseño	Algunos botones y textos no se observan bien	Modificación del tamaño del texto y los botones necesarios	Sí

equilibrado y sencillo				
Información o apoyo sobre lo que está sucediendo al realizar alguna acción	En algunas partes	Falta de confirmación después de abrir y cerrar ventanas o después de realizar otras acciones	Incorporación de notificaciones al realizar una acción en la que es necesario retroalimentar al usuario con información relevante	Sí
Personalización de la interfaz de acuerdo a las necesidades del usuario	Sí, con algunos detalles	El panel de configuración muestra algunas opciones de poca utilidad	Eliminación del panel de configuración y unión de las opciones necesarias con el menú flotante	Sí
Coherencia en el diseño 3D	En la mayoría	Se pasó por alto la creación de un objeto	Se corrigió la parte faltante ajustando los límites estipulados	Sí

Nota: Tabla desarrollada de acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta de usabilidad aplicada al grupo de estudiantes seleccionados, así como las recomendaciones de los asesores involucrados, toda opinión fue tomada en cuenta siendo ajustados en el mundo virtual de la DACSyH.

Los mundos virtuales por lo regular se emplean en los videojuegos con el nombre de metaverso, hoy en día son más accesibles y sobre todo han ido expandiendo sus posibilidades debido a los nuevos avances tecnológicos vinculados a la realidad virtual.
Ante el objetivo mencionado cuyo propósito refiere la construcción de un recorrido virtual de la DACSyH fue necesario buscar una solución del problema con el apoyo de tecnologías actuales y de forma innovadora. La respuesta ante tal situación condujo al desarrollo de un mundo virtual basado en la tecnología de realidad virtual, encaminado a la búsqueda de herramientas necesarias.
La realidad virtual puede decirse que es una simulación de la realidad mediante elementos multimedia que produce en el usuario la sensación de estar inmerso en ella, pudiendo replicar un mundo real o imaginario.
La realidad virtual puede ser de dos tipos: inmersiva y no inmersiva. La no inmersiva emplea también una computadora, pero sin existir la necesidad de dispositivos interactivos adicionales. De mucho menor coste que la variante inmersiva, este enfoque es similar a una navegación en entornos 3D usando una computadora, manipulando el entorno únicamente con teclado y ratón o periféricos no inmersivos. El estándar VRML (Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual) permite la creación de mundos virtuales no inmersivos mediante modelado tridimensional, asignado comportamiento y animaciones a objetos en el entorno. La realidad virtual no inmersiva, también denominada realidad virtual de escritorio, permite por tanto la interacción con un mundo virtual, pero sin sentirse dentro del mismo. Es el caso por ejemplo de videojuegos, películas 3D, o incluso vídeos 360º (Luque, 2020).
Un recorrido virtual, visita virtual o paseo virtual es una recreación de un entorno simulado completamente virtual sobre el que se desplaza e interactúa para conocer y recorrer diferentes espacios libremente. Este desplazamiento puede ser un recorrido programado, puede ser de libre desplazamiento sin restricciones e incluso posibilita interactuar con elementos o mobiliario entre otras muchas cosas (Berrio, 2021).

CONCLUSIÓN

Se concluye con el cumplimiento del objetivo planteado acatando a la vez los objetivos específicos que implican la creación del mundo virtual de la DACSyH división estudiantil de la UJAT. De forma innovadora se representó su infraestructura con tecnologías que actualmente siguen en desarrollo y sobre todo respetando el uso de la metodología TRES-D para su construcción. Cabe mencionar que, de acuerdo a las pruebas realizadas durante la segunda a la cuarta etapa conforme a la metodología 3D para el desarrollo del Mundo virtual de la DACSyH, las fallas encontradas y documentadas fueron tomadas en cuenta y corregidas viéndose en el resultado final, de forma general se encuentran plasmadas en el apartado de resultados y discusión de este trabajo. A grandes rasgos, las pruebas finales encontradas con ayuda del grupo de usuarios que utilizaron por primera vez la aplicación permitió descubrir análisis de mejoras y adecuación en el diagrama de caso de uso general del recorrido virtual de la DACSyH que se muestra en la Figura 1, en el prototipo general de la interfaz del mundo virtual académico de la Figura 2, así como la modificación de la interfaz completa permitiendo mejor usabilidad con opciones de ayuda intuitiva para el usuario incluyendo la modificación y creación de nuevos elementos gráficos, del mismo modo se corrigieron errores de scripts y edición de animaciones, siendo todas las pruebas verificadas como es indicado por los tipos de pruebas seleccionados de la metodología RUP.
En este proyecto se encapsularon las fases del método de desarrollo que menciona la metodología 3D, por tal motivo se analizaron para su posterior simplificación y asimilación. Esta metodología se divide en dos fases, que a su vez desprenden otras etapas, de modo que el presente trabajo se interpretó de la siguiente forma:

- Primera etapa “Análisis de los requerimientos iniciales”: comprende la primera fase que lleva el nombre de Estudio previo el cual contiene la Presentación del problema, Análisis del problema y Propuesta de solución.

- Segunda etapa “Diseño de prototipo”: Primera etapa de la fase dos, que lleva el nombre de Diseño y a su vez se divide en Diseño I y Diseño II.
- Tercera etapa y cuarta etapa: Implementación, despliegue y mantenimiento. Comprenden las últimas etapas de la fase dos, para este caso se dejaron los nombres referidos en la metodología.

El proyecto resultante se diseñó para ser alojado en internet como aplicativo en línea y exportado en un ejecutable para computadora, pero con algunas modificaciones puede implementarse en diferentes dispositivos. Ante el resultado visual logrado y las características positivas que comprende el mundo virtual de la DACSyH es posible ocuparse de ejemplo para trabajos futuros, puesto que la implementación de los recorridos virtuales no es exclusivamente para instituciones educativas de las que igualmente el alumnado y cuerpos docentes aprovechan sus ventajas, sino para distintos entornos que desean mostrar sus servicios, productos, instalaciones y asesoramientos didácticos. Algunas organizaciones en las que sería de utilidad son instituciones educativas, hospitales, empresas hoteleras, empresas de arquitectura, entre otras. A fin de mejorar la experiencia de usuario, se recomienda desarrollar mundos virtuales de contenido 3D inmersivo, sobre todo para organizaciones que logren aprobar y costear este tipo de proyectos debido al uso de dispositivos y herramientas avanzadas. Algunos de los dispositivos básicos que permiten la inmersión en un mundo virtual son: gafas, y controles.

BIBLIOGRAFÍA

Audacity Team. (2015, 21 de mayo). Features. Audacity ®. Recuperado 24 de enero de 2023, de https://www.audacityteam.org/about/features/

Berrio, S. (2021, 3 de diciembre). *Recorrido virtual, ¿qué es un recorrido virtual?* Espacio BIM. https://www.espaciobim.com/recorrido-virtual

Biocca, S. (2017, 10 de marzo). *10 Posibles usos de la realidad virtual (VR).* NextPit. https://www.nextpit.es/10-posibles-usos-de-la-realidad-virtual-vr

Cañellas, A. (2019). *10 Preguntas y Respuestas en torno a la #RealidadVirtual en Educación.* Blogspot.com. Recuperado el 13 de diciembre de 2023, de https://allvreducation.blogspot.com/2016/07/10-preguntas-y-respuestas-en-torno-la.html

Ecured.cu. (2019). *Prueba de RUP*. Recuperado el 15 de diciembre de 2023, de https://www.ecured.cu/Prueba_de_RUP

GIMP (2019, 3 de octubre). *Capítulo 1. Introducción*. GIMP Documentation. Recuperado 24 de enero de 2023, de https://docs.gimp.org/2.10/es/introduction.html

Hernández, R., Fernández, C., del Pilar Baptista, M., Méndez, S., & Mendoza, C. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill Education. https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf

Luque, J. (2020). Realidad Virtual y Realidad Aumentada. *Revista Digital de ACTA*, (063), 1-2. https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/063001.pdf

Microsoft Corporation. (2020, 14 de mayo). *Get Started with Visual Studio Code*. Microsoft Learn. Recuperado 24 de enero de 2023, de https://code.visualstudio.com/learn

Molina, J. P. (2008). *Un enfoque estructurado para el desarrollo de interfaces de usuario 3d* [Tesis doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha]. Biblioteca científica de la Universidad de La Rioja. https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=21060

Rueda, A., Pimiento, J., & Gómez, M. (2008, 2 de diciembre). *Plan de Pruebas Detallado Sistema de Notificación en Línea*. Intranet Gubernamental. https://docplayer.es/84229222-Plan-de-pruebas-detallado-sistema-de-notificacion-en-linea.html

Schmuller, J. (2000). *Aprendiendo UML en 24 horas*. Pearson Educación.

Sketchup (2019, 9 de febrero). *Software de modelado en 3D gratuito.* Recuperado 2 de marzo de 2023, de https://www.sketchup.com/es/plans-and-pricing/sketchup-free

Unity Technologies (2019, 14 de marzo). *Unity*. Recuperado 2 de marzo de 2023, de https://unity.com/es

Wagner, B. (2023, 9 de febrero). *Un paseo por C#: información general*. Microsoft Learn. Recuperado 24 de enero de 2023, de https://learn.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/tour-of-csharp/

Aplicación de CRISP-DM para detectar variables relevantes de la cardiopatía isquémica crónica

Orlando Flores Custodio[1], Pablo Pancardo García[2]

[1] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, e-mail: florescustodioo@gmail.com*
[2] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, e-mail: pablo.pancardo@ujat.mx*

Línea de investigación: Ciencia de datos e internet de las cosas

Resumen

La Cardiopatía Isquémica Crónica (CIC) es una enfermedad frecuente en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 (DMT2), especialmente en la población mexicana, donde esta enfermedad tiene una alta prevalencia. En esta investigación se analizaron datos longitudinales de pacientes para identificar las variables clave que contribuyen al diagnóstico efectivo de la CIC. A partir de un Dataset con 520 variables, se utilizaron métodos avanzados de selección de características y un modelo de regresión logística, con lo cual se pudieron identificar 20 variables que muestran una alta precisión diagnóstica. Los resultados obtenidos indican la importancia de estas variables en la efectividad para detectar la CIC mediante diagnóstico, lo que podría facilitar su implementación en entornos clínicos y contribuir a un manejo más eficiente de la cardiopatía isquémica crónica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

Palabras clave: Diagnóstico, cardiopatía isquémica crónica, diabetes mellitus tipo 2, aprendizaje automático, selección de características, regresión logística, CRISP-DM

Abstract

Chronic Ischemic Heart Disease (CIHD) is a common condition in patients with Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM), especially among the Mexican population, where the disease is highly prevalent. This research analyzed longitudinal patient data to identify the key variables contributing to the effective diagnosis of CIHD. Using advanced feature selection methods and a logistic regression model on a dataset with 520 variables, 20 variables with high diagnostic accuracy were identified. The results highlight the importance of these variables in effectively detecting CIHD through diagnosis, which could aid in their implementation in clinical settings and contribute to more efficient management of chronic ischemic heart disease in patients with type 2 diabetes mellitus.

Keywords: Diagnosis, chronic ischemic heart disease, type 2 diabetes mellitus, machine learning, feature selection, logistic regression, CRISP-DM

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, el diagnóstico de los problemas de salud ha tenido avances importantes. En la última década, las innovaciones en inteligencia artificial han transformado numerosos sectores, incluyendo el diagnóstico de enfermedades. Hoy en día, los algoritmos de aprendizaje automático no solo ayudan en la identificación de patologías, sino que también son herramientas poderosas para el análisis y la selección de las variables más relevantes en grandes volúmenes de datos.

En este artículo se presentan los resultados obtenidos tras el análisis de un dataset mexicano de pacientes con diabetes mellitus tipo 2, con el objetivo de identificar las variables más significativas para el diagnóstico de cardiopatía isquémica crónica, una complicación crónica derivada de padecer DMT2. La finalidad de seleccionar las variables relevantes no es solo por su importancia en la detección de la enfermedad, sino también porque el uso de un menor número de variables reduce la carga computacional y minimiza el ruido que afecta la eficiencia de los modelos de clasificación. Utilizando técnicas avanzadas de aprendizaje automático, se busca aportar claridad sobre los factores que juegan un papel crucial en la detección precisa de esta condición.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL

Identificar las variables relevantes que permitan un diagnóstico preciso de la cardiopatía isquémica crónica en pacientes con diabetes tipo 2

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar un análisis exploratorio de datos (EDA) para identificar patrones y tendencias relevantes en el dataset DiabetIA.
- Aplicar técnicas de selección de características para determinar las variables más significativas para el diagnóstico de cardiopatía isquémica crónica.
- Evaluar la importancia de las variables seleccionadas y su impacto en el diagnóstico de la cardiopatía isquémica crónica a través de un modelo de clasificación logística con una precisión de al menos el 80%.

OBJETO DE ESTUDIO

El dataset *hk_database* contiene información longitudinal de pacientes diagnosticados con diabetes mellitus tipo 2 (DMT2) que han sido atendidos en el Sistema de Medicina Familiar IMSS del estado de Michoacán, México. Este conjunto de datos abarca un amplio rango de variables (520) clínicas y demográficas recolectadas a lo largo de 15 años (2005-2020).

El dataset incluye información detallada sobre las complicaciones comunes asociadas a la DMT2, como neuropatía, retinopatía, nefropatía y enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades. Además, se registran datos de 137,131 pacientes, ofreciendo un seguimiento a lo largo de múltiples años, lo que permite analizar tendencias y patrones en la evolución de la enfermedad.

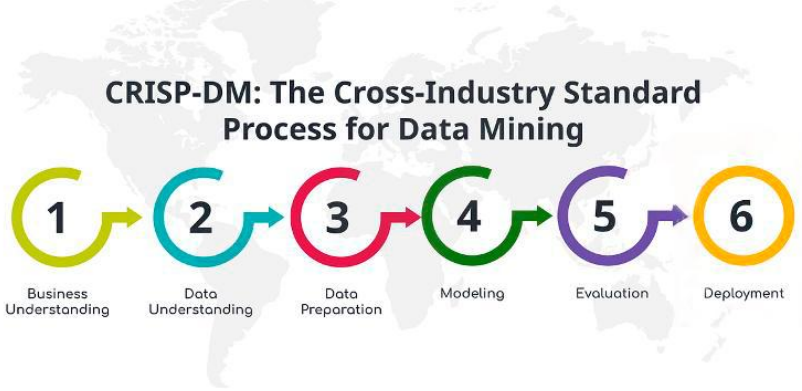
Este conjunto de datos es esencial para identificar factores de riesgo, evaluar la eficacia de tratamientos y desarrollar modelos predictivos que puedan mejorar el manejo clínico de la DMT2 en la población estudiada.

METODOLOGÍA

En esta sección se detalla el proceso metodológico CRISP-DM que se sigue para alcanzar los objetivos de un proceso de minería de datos (Figura 1). Tomando en consideración que este trabajo reporta avances hasta el cumplimiento inicial del punto 4 de la metodología (Modelado), de manera específica la selección de características relevantes.

Figura 1

Metodología; Metodología CRISP-DM



Nota. Fuente (AI, 2024)

- A continuación, se presenta un resumen de cada una de las fases:
- *Definición del problema:* Se identifican los objetivos específicos de la investigación, transformándolos en un problema bien definido. De modo particular, se establece un plan inicial para identificar las variables más relevantes en el diagnóstico de la CIC en pacientes con DMT2.
- *Comprensión de los datos:* Se inicia la recolección y obtención de los datos necesarios. A través de un análisis exploratorio exhaustivo, se evalúa la calidad de los datos, se identificarán patrones y relaciones que pueden ser importantes para la selección de variables.
- *Preparación de los datos:* Se realizan todas las acciones necesarias para transformar los datos crudos en un formato adecuado para el análisis. Esto incluye la limpieza y transformación de los datos, así como un análisis exploratorio detallado para asegurar su calidad y consistencia.
- *Modelado:* Esta fase se centra en la aplicación de técnicas de selección de características para identificar las variables más relevantes. Se utilizan métodos estadísticos y de aprendizaje automático para determinar cuáles variables son más significativas en el diagnóstico de la cardiopatía isquémica crónica.
- *Evaluación:* Esta fase se centra en analizar y validar los resultados obtenidos del modelo desarrollado para asegurarse que cumpla con los objetivos definidos en la fase de *Definición del problema*. La evaluación específica mostrada en este trabajo se enfoca en determinar la relevancia y el impacto de las variables seleccionadas en el diagnóstico de la CIC en pacientes con DMT2.
- Se verifica si las variables seleccionadas efectivamente mejoran la precisión y la eficacia del diagnóstico. Además, se examinan métricas de rendimiento clave para evaluar el modelo, como la precisión, la sensibilidad (recall), y F1-score.

FASES DEL DESARROLLO

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

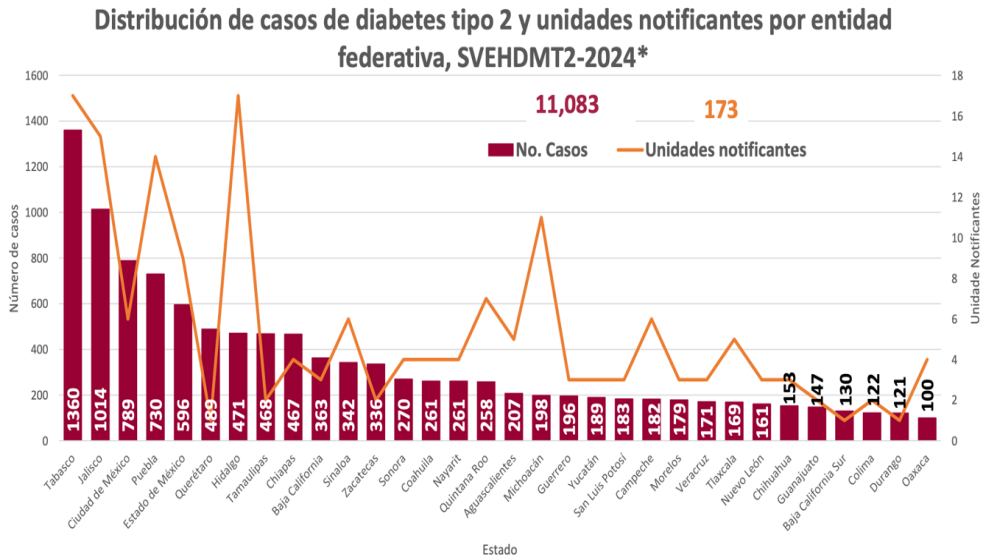
La diabetes mellitus tipo 2 es una de las enfermedades que más afectan a la población a nivel mundial. México no está exento de esta enfermedad, ya que ocupa el segundo lugar a nivel mundial en muertes por la misma (Norma Alicia Rodríguez-Robles, 2022). Y Tabasco ocupa el primer lugar en nuevos casos de diabetes mellitus tipo 2, según datos estadísticos presentados por la Secretaría de Salud en el IV Congreso Internacional y X Nacional de asociación de enfermería comunitaria (AEC) llevado a cabo en 2022 (Mauricio Reyes Lázaro, 2022), ver Figura 2.

Pero lo que más afecta a los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 son las enfermedades provocadas o desencadenadas por la misma, siendo la cardiopatía isquémica crónica una enfermedad muy propensa a desarrollarse. Dado lo crucial de la situación, es imprescindible llevar a cabo un análisis enfocado en la población local, utilizando estudios de pacientes mexicanos.

Este estudio se centra en la identificación de las variables más relevantes para el diagnóstico preciso de la cardiopatía isquémica crónica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Utilizando el dataset *hk_database* de la colección DiabetIA proporcionado por CONAHCYT, que contiene datos reales de pacientes mexicanos.

Figura 2

Tabasco; Primer Lugar en Nuevos Casos de DMT2



Nota: Obtenido del sistema de vigilancia epidemiológica hospitalaria de diabetes mellitus tipo 2 (Secretaria-de-salud, 2024)

COMPRENSIÓN DE LOS DATOS

En este capítulo se describe el dataset *hk_database*, parte del repositorio DiabetIA del CONAHCYT (Anel Gomez García, 2023), utilizado en esta investigación. El dataset, extraído del Sistema de Informática de Medicina Familiar (SIMF) del IMSS en Michoacán, contiene registros de pacientes mexicanos con complicaciones crónicas y enfermedades, recolectados como parte del proyecto PRONACES lanzado en 2019. Con 520 variables y 477,036 observaciones, abarca datos desde 2005 hasta 2020, según la actualización de septiembre de 2021. Este dataset está dividido en 6 grupos (*Demographics, Medical Diagnosis, Measurements, Laboratories, Drug, Predictions*).

El dataset "hk_database" contiene un diccionario de datos establecido, dividido en cuatro secciones: grupo, columna, tipo y descripción. A continuación, en la figura 5, se presenta únicamente el primer grupo, el cual se utiliza como referencia para el tipo de dato y la información proporcionada.

Figura 5

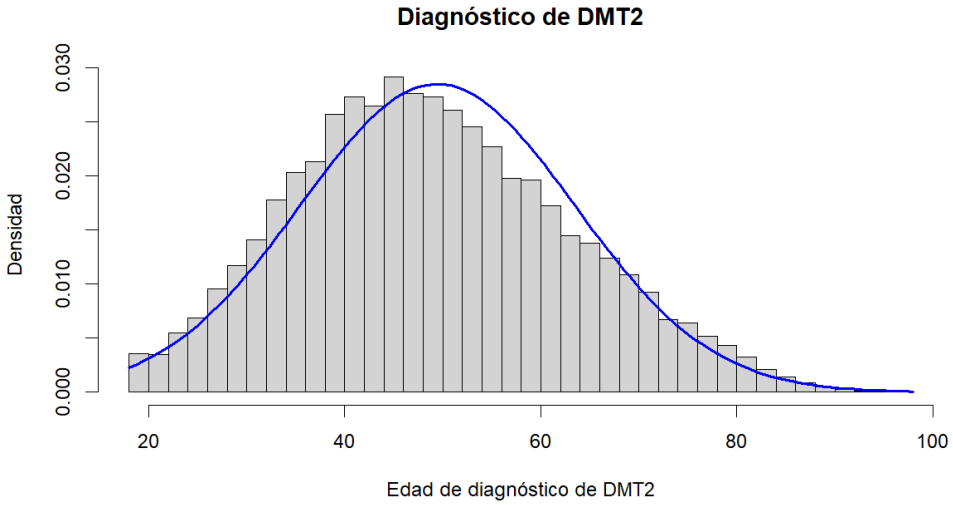
Diccionario de Datos; Primer Grupo (Demographics)

Group	column	Type	Description
Demographics (17)	id	string	Unique ID for patient for window
	cx_curp	string	Patient unique ID
	birthdate	date	Date of birth
	cs_sex	binary	Sex
	careunit	string	Patient's careunit
	first_cx	date	First historic visit date registered
	last_cx	date	Last historic visit date registered
	count_cx_w	integer	Number of visits (por ventana)
	years_cx	integer	Years of follow up
	window	integer	Number of patient window (time period defined). A window represents the summarized data of two years defined by x_start and x_end dates
	x_start	date	Start date of time period for values
	x_end	date	End date of time period for values
	y_start	date	Start date of time period for diagnosis predictions
	y_end	date	End data of time period for diagnosis predictions
	age_at_wx	integer	Patient age at the end of the time period for values (x_end)
	dx_year_e11	integer	Diabetes mellitus type 2 diagnosis year
	dx_age_e11	integer	Age at Diabetes mellitus type 2 diagnosis

De igual modo, se observó que los datos siguen el comportamiento normal esperado para una distribución de probabilidad. Esto se observa en la Figura 6, la cual muestra el comportamiento de la edad en la que se diagnosticó la diabetes mellitus tipo 2 (*variable dx_age_e11*).

Figura 6

Comportamiento Normal; Edad de Diagnostico de Diabetes Mellitus Tipo 2

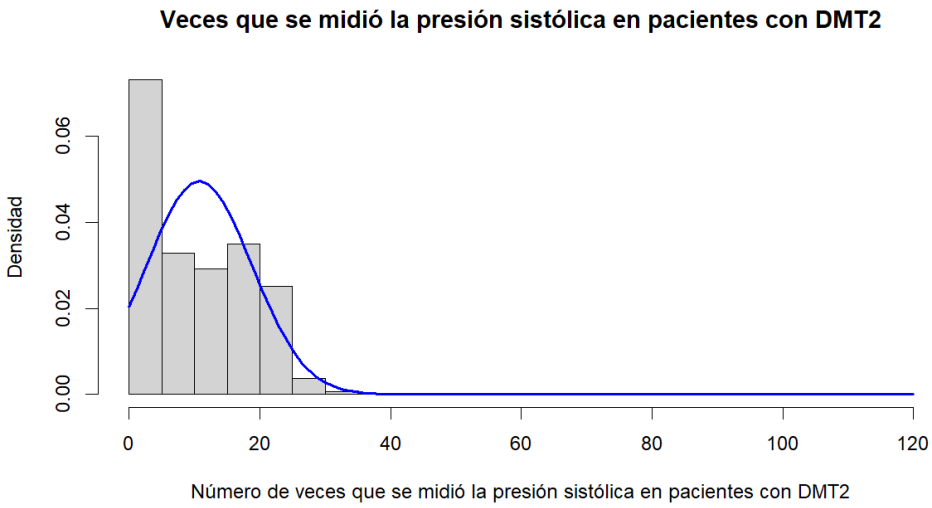


Nota. Comportamiento normal de la edad de diagnóstico de la diabetes mellitus tipo 2 en el dataset DiabetIA

De igual forma, se encontraron variables que tienen comportamiento de una distribución gamma. En la Figura 7, se muestra el caso de la variable *fn_ta_systolic_count* la cual hace referencia a la cantidad de veces que se midió la presión sistólica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (*variable fn_ta_systolic_count*)

Figura 7

Comportamiento Gama: Número de Veces que se Midió la Presión Sistólica en Pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2

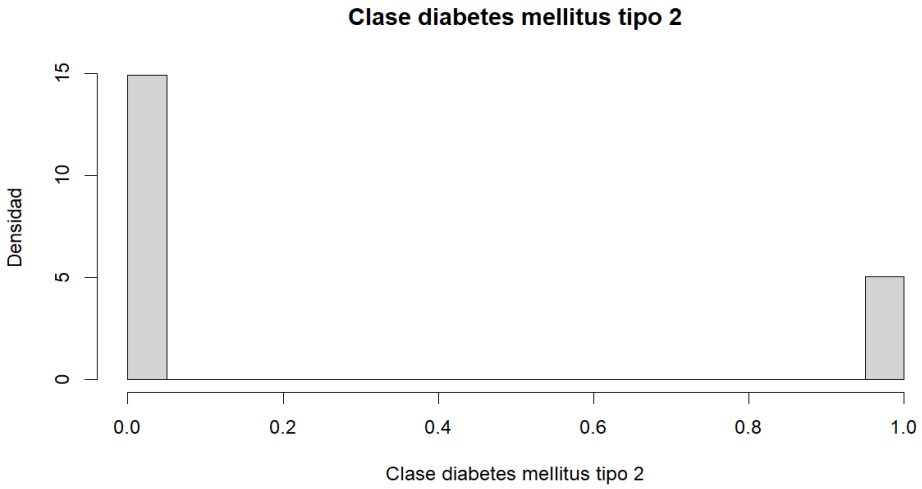


Nota. Comportamiento gama de la cantidad de veces que se midió la presión sistólica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en el dataset DiabetIA

Finalmente, se identificaron variables categóricas, como se muestra en la Figura 8, dentro de las cuales se encuentra nuestra variable dependiente (*cardiopatía isquémica crónica*), con valores discretos en 0 y 1.

Figura 8

Variables Categóricas; Clase Diabetes Mellitus Tipo 2.

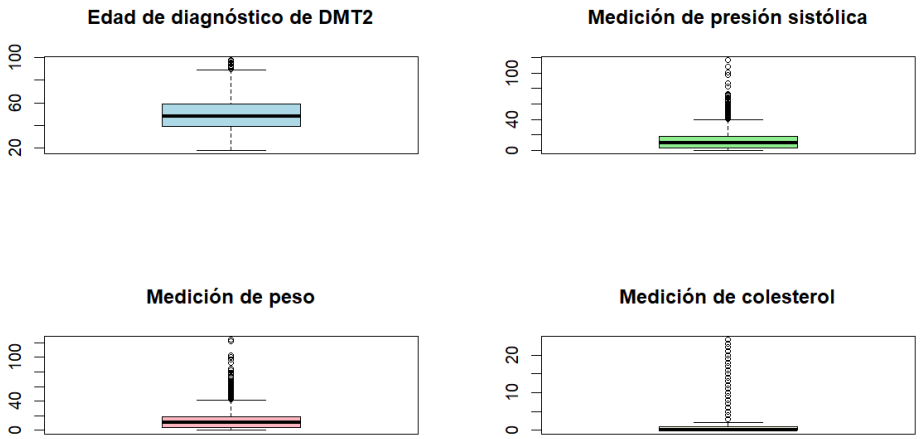


Nota. Variable categórica que muestra la clase *diabetes mellitus tipo 2* en el dataset DiabetIA

En la exploración inicial del dataset hk_database, se identificaron valores atípicos en varias de las variables, lo cual es crucial para el análisis posterior. Estos valores atípicos pueden deberse a diversas razones, como errores en la captura de datos, mediciones extremas, o características inusuales en algunos pacientes. En la Figura 9, se muestra la distribución de los valores atípicos a lo largo de 4 de las diferentes variables del dataset (*dx_age_e11, fn_ta_systolic_count, fn_weight_count, fn_cholesterol_count*). Es importante considerar el tratamiento de estos valores para garantizar la validez de los resultados del análisis.

Figura 9

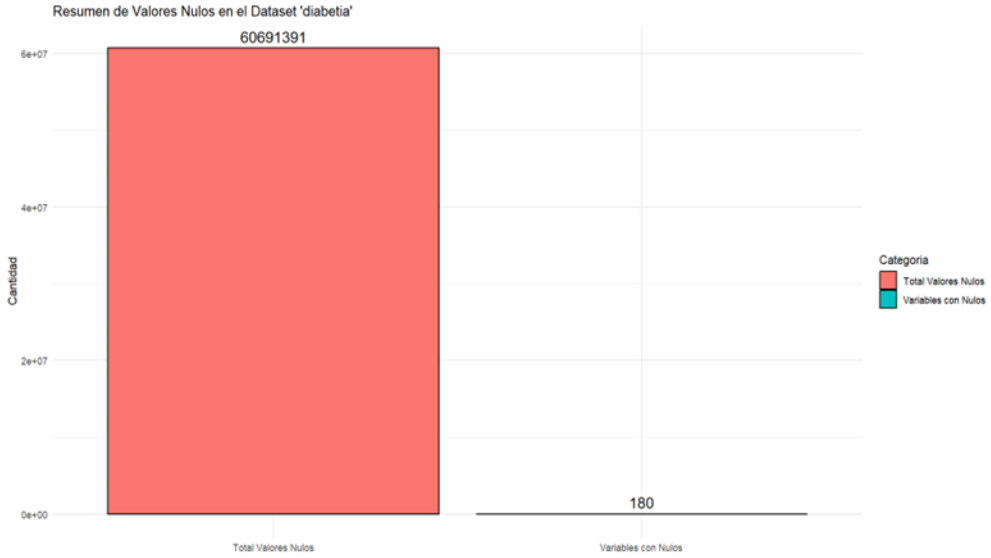
Outliers; Valores Atípicos.



Finalmente, se identificaron valores nulos en 180 variables. Estos valores nulos pueden deberse a errores en la captura de datos, omisiones en el registro de la información, o la inexistencia de ciertos datos para algunos pacientes. La Figura 10, muestra la cantidad de variables con valores nulos en el dataset.

Figura 10

Valores Nulos; Distribución de los Valores Nulos en el Dataset



PREPARACIÓN DE LOS DATOS

Tras el trabajo exhausto en la comprensión de los datos, se eliminaron de primera instancia 225 variables de las 520 esto de 3 grupos (*Demographics, Measurements, Laboratories).* Esta eliminación se debió a diversas razones como, variables totalmente en cero, totalmente nulas y variables con más del 25% de los datos faltantes (Fernando Medina, 2007). Además, se excluyó completamente el grupo *Predictions*, resultando en un conjunto de datos con 295 variables, incluyendo la variable dependiente *(chronic_ischemic_heart_disease*).

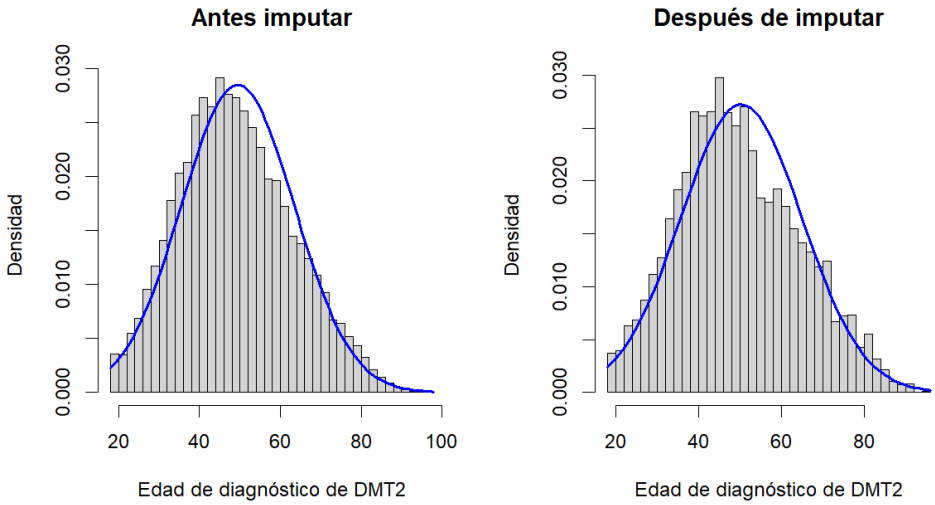
Para la imputación de los datos, se empleó una técnica multivariada iterativa, que permite gestionar eficazmente los valores faltantes en conjuntos de datos complejos (scikit-learn-developers, 2020). Esto se implementó utilizando 5 métodos distintos: *regresión lineal, bosques aleatorios, árboles de decisión, vecinos más cercanos y máquinas de soporte vectorial.* Cada uno de estos métodos aporta diferentes perspectivas y fortalezas en la imputación, garantizando así una mayor precisión y consistencia en los datos imputados. La selección de múltiples métodos no solo ayuda a minimizar los sesgos potenciales que podrían surgir al utilizar un solo enfoque, sino que también mejora la robustez de los resultados.

Una vez completada la imputación de datos, se llevó a cabo un proceso de balanceo de clases para asegurar una representación equitativa de las mismas. Este balanceo es crucial para evitar sesgos en los modelos de clasificación y asegurar que cada clase esté adecuadamente representada en el análisis. Como resultado, se obtuvo un conjunto de datos equilibrado con 8,228 observaciones en cada clase (*personas diabéticas con cardiopatía isquémica crónica y personas diabéticas sin cardiopatía isquémica cronica*), lo que llevó a un total de 16,456 observaciones listas para el análisis posterior. De este modo se aseguró que los datos estuvieran preparados de manera óptima para las fases siguientes del estudio, facilitando la obtención de resultados más precisos y fiables.

Además, se observó que los datos conservaron el comportamiento normal esperado para una distribución de probabilidad, como se ilustra en la Figura 11. La cual muestra la edad en la que se diagnosticó la diabetes mellitus tipo 2 (*variable dx_age_e11*).

Figura 11

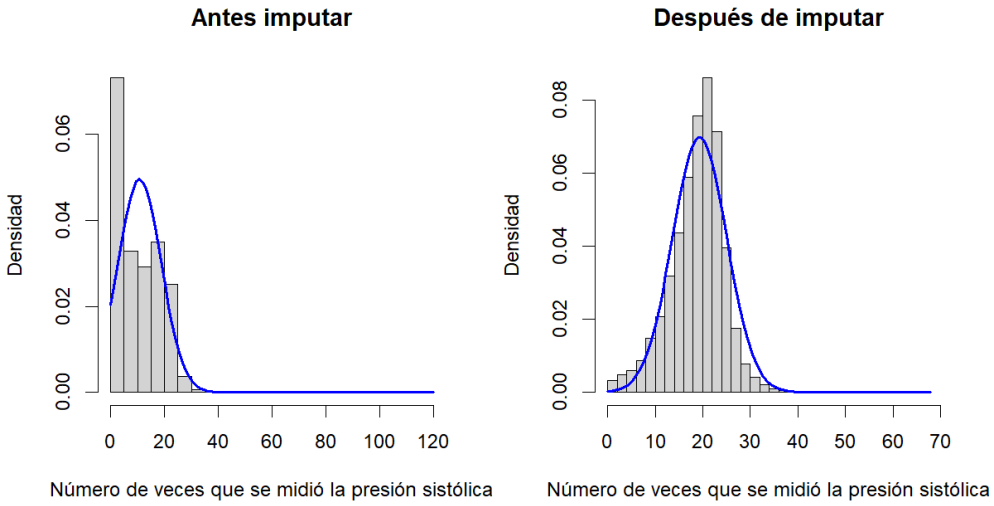
Comportamiento Normal; Edad de Diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo 2



Finalmente, se realizó un análisis comparativo del comportamiento de las variables antes y después del proceso de imputación. En particular, la Figura 12, muestra la variable *fn_ta_systolic_count*. Inicialmente, seguía un comportamiento gamma, pero tras la imputación y el balanceo presenta un comportamiento con tendencia a normalizado. Esto refleja el impacto positivo de las técnicas empleadas y la mejora de la distribución de los datos.

Figura 12

Comportamiento Normalizado: Número de Veces que se Midió la Presión Sistólica en Pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2



Nota. Comportamiento normalizado de la cantidad de veces que se midió la presión sistólica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en el dataset DiabetIA

SELECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS

Para identificar las variables más relevantes en el diagnóstico de la cardiopatía isquémica crónica, se implementaron cuatro métodos distintos de selección de características: *ranking de correlación, prueba de chi-cuadrada, selección de características basada en correlación (CFS), y correlación de Pearson*. Estos métodos fueron seleccionados debido a su capacidad para evaluar la importancia de las variables desde diferentes enfoques estadísticos, proporcionando un análisis riguroso. Cada método ofrece una perspectiva particular sobre la relación entre las variables y el diagnóstico, lo que permite una identificación precisa y fundamentada de las características clave. Los resultados obtenidos mediante estos métodos se presentan en la figura 13.

Figura 13

Variables relevantes; Dataset de Regresión Lineal

caracteristica	Metodo			
	Rank cor	Chi-cuadrada	CFS	Correlación de Pearson
1	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓		✓
5	✓			✓
6	✓	✓		✓
7	✓			✓
8	✓	✓		✓
9	✓	✓		
10	✓	✓		✓
11	✓	✓		✓
12	✓			✓
13	✓			✓
14	✓			✓
15	✓			✓
16	✓		✓	✓
17	✓			
18	✓			✓
19		✓		
20		✓		

Como se mencionó en el apartado *preparación de los datos*; se utilizaron 5 métodos distintos para imputación y se obtuvieron 5 dataset diferentes. Se implementaron 4 métodos de selección de características con el objetivo de encontrar el ranking de atributos de los 5 dataset para determinar el mejor. Por lo que, al momento de avaluar y obtener las métricas se determinó que los 5 dataset eran aptos para esta investigación. Del mismo modo, cada uno de los métodos del ranking determinaron las mismas variables, respectivamente. Por lo tanto, se optó por utilizar el dataset imputado por medio del modelo de regresión lineal. Las variables relevantes se muestran en el listado inferior. Además, se agregó la variable dependiente cardiopatía isquémica crónica (*chronic_ischemic_heart_disease*) a las 20 variables; obteniendo un dataset final con 21 variables.

1. complications_and_il_defined_descriptions_of_heart_disease
2. in_heart_rate_count
3. dx_age_e11
4. in_respiratory_frequecy_count
5. age_at_wx
6. hypertensive_heart_disease
7. antidiabetics_count
8. antiplatelets_mean
9. antiplatelets_sum
10. antiplatelets_count
11. heart_failure
12. in_heart_rate_min
13. circulatory_system_diseases
14. lipid_lowering_sum
15. in_glucose_count
16. lipid_lowering_count
17. in_heart_rate_max
18. lipid_lowerin_mean
19. antidiabetics_mean
20. in_heart_rate_std

EVALUACIÓN

Para evaluar la capacidad de clasificación de las variables identificadas como relevantes en el diagnóstico de la cardiopatía isquémica crónica, se implementó un modelo de regresión logística. Esto es debido a su eficacia en modelar relaciones entre un conjunto de variables independientes y una variable dependiente categórica. Los resultados obtenidos a través de este modelo confirman la relevancia y precisión de las variables seleccionadas. En la tabla 1, se muestran los valores obtenidos con las métricas *precisión, Recall, F1-score,* por encima del 80%. Cada métrica ofrece una perspectiva diferente sobre el rendimiento del modelo.

Tabla 1

Métricas; Valores Obtenidos en las Métricas con el Dataset de Prueba por Encima del 80%

Métrica	**Valor**
Precisión	0.846
Recall	0.905
F1-score	0.874

RESULTADOS

El análisis realizado sobre el dataset *hk_database* permitió identificar 20 variables críticas para el diagnóstico de la cardiopatía isquémica crónica en pacientes con diabetes tipo 2. Utilizando técnicas estadísticas para la selección de características e imputación multivariada iterativa, se obtuvo un modelo de regresión logística altamente preciso. Los resultados mostraron métricas de rendimiento por encima del 80%, destacando la importancia de las variables seleccionadas. Este estudio no solo proporciona un marco robusto para la identificación de factores de riesgo, sino que también optimiza la eficiencia de los modelos de clasificación, reduciendo la complejidad computacional sin sacrificar la precisión diagnóstica.

Esta investigación se basó solo en el dataset hk_databases, por lo que los resultados no pueden ser generalizados y están sujetos al mismo. Así también solo se trabajó en la clasificación de la cardiopatía isquémica crónica, de igual modo se aplicó solo un algoritmo de clasificación, lo que deja abierta la posibilidad de trabajos futuros como comparación con otros algoritmos de aprendizaje automático (machine learning) o clasificación con aprendizaje profundo (deep learning).

CONCLUSIÓN

Esta investigacion demuestra, que la identificación de variables relevantes mediante técnicas avanzadas de selección de características y su evaluación a través de un modelo de regresión logística, pueden mejorar significativamente la precisión en el diagnóstico de cardiopatía isquémica crónica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Las variables seleccionadas no solo optimizan el proceso de diagnóstico, al igual, reducen la complejidad y la carga computacional; lo que podría facilitar la implementación de modelos de diagnostico eficientes en entornos clínicos.

BIBLIOGRAFÍA

AI, P. (2024). *Exploring the CRISP-DM: Significance, Phases, and Considerations for Data-Driven Decision-Making*. Retrieved from linkedin: https://www.linkedin.com/pulse/exploring-crisp-dm-significance-phases-considerations-data-driven-qyioc/

Anel Gomez García, A. L. (2023). *Base de Datos DiabetIA*. Retrieved from CONAHCYT: https:// repositorio-salud.conacyt.mx/jspui/handle/1000/296

Fernando Medina, M. G. (2007). *Imputación de datos: teoría y práctica.* Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Mauricio Reyes Lázaro, M. d. (2022). Calidad de vida en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en Tabasco, México. *Revista iberoamericana de enfermería comunitaria*, 8.

Norma Alicia Rodríguez-Robles, N. M.-P. (2022). Orientación y seguimiento en la alimentación, actividad física de pacientes diabéticos de Miguel-Alemán y Ciudad-Mier, Tamaulipas. *Revista electrónica semestral en Cienciasde la Salud*, 14.

scikit-learn-developers. (2020). *Scikit-learn*. Retrieved from Imputacion de valores faltantes: https://qu4nt.github.io/sklearn-doc-es/modules/impute.html

Secretaria-de-salud. (2024). *Dirección de Vigilancia Epidemiológica de Enfermedades No Transmisibles*. Retrieved from Informe Sistema de Vigilancia Epidemiológica Hospitalaria Diabetes Mellitus Tipo 2: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/909922/Informe_SVEHDMT2_1ertrim_2024.pdf

Aplicación de IA en Rehabilitación y Educación Física, Experiencia y Reflexión

Cristian Jesús Hernández Jiménez[1],Arturo Corona Ferreira[2],Juan de Dios González Torres[3]

[1] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 192h17110@alumno.ujat.mx*
[2] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, arturo.corona@ujat.mx*
[3] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, juan.gonzalez@ujat.mx*

Línea de investigación: Inteligencia Artificial, Software.

Resumen

La creación de plataformas, sitios web y aplicaciones personalizadas que ofrecen ejercicios físicos guiados mediante videos, platicas, rutinas, dietas y aplicaciones ha ganado popularidad, especialmente después de la pandemia de COVID-19, que limitó las actividades en gimnasios y otros espacios públicos. Se aplicó una metodología de desarrollo tecnológico en distintas fases, la cual abarcó el diseño del modelo de IA, la integración de sensores de movimiento y la validación mediante pruebas experimentales. Crear un modelo de inteligencia artificial que ayude en la rehabilitación física, fundamentado en los conceptos de "Experiencia Concreta" y "Observación Reflexiva" del modelo de Kolb. Durante el desarrollo, se realizaron múltiples pruebas con ejercicios físicos en los sujetos de estudio, con el fin de recolectar datos que fueron analizados para mejorar la precisión y adaptabilidad del modelo. El modelo de IA logró identificar y analizar movimientos de manera eficaz, proporcionando retroalimentación en tiempo real con una precisión que oscila entre el 80% y el 95%. Este modelo de IA representa un avance importante en la integración tecnológica en la rehabilitación física y abre la posibilidad de futuras mejoras, como la incorporación de realidad aumentada y la predicción de riesgos de lesiones. La capacidad de adaptación y personalización del sistema son factores clave para su éxito y aplicación en entornos clínicos.

Palabras clave: *Inteligencia artificial, rehabilitación física, sensores de movimiento, tecnología de rehabilitación.*

Abstract

To create an artificial intelligence model that helps in physical rehabilitation, based on the concepts of "Concrete Experience" and "Reflective Observation" of the Kolb model. A technological development methodology was applied in different phases, which included the design of the AI model, the integration of motion sensors and validation through experimental tests. During development, multiple tests were carried out with physical exercises on the study subjects, in order to collect data that were analyzed to improve the accuracy and adaptability of the model. The AI model was able to identify and analyze movements effectively, providing real-time feedback with an accuracy ranging from 80% to 95%. These results highlight its potential as a tool in physical rehabilitation, allowing the customization of treatments according to the individual needs of patients. This AI model represents an important advance in technological integration in physical rehabilitation and opens the possibility of future improvements, such as the incorporation of augmented reality and the prediction of injury risks. The adaptability and customization of the system are key factors for its success and application in clinical settings.

Keywords: *Artificial intelligence, physical rehabilitation, motion sensors, rehabilitation technology.*

INTRODUCCIÓN

En la última década, el campo de la rehabilitación o educación física ha experimentado avances significativos gracias a la integración de la Inteligencia Artificial (IA), ya que se puede hacer ejercicio desde nuestras casas gracias a los miles de aplicaciones, videos que se pueden encontrar en la red. Estos avances han permitido el desarrollo de sistemas más precisos y personalizados de acuerdo con las necesidades de los pacientes en su proceso de recuperación. A medida que la tecnología se ha perfeccionado y sigue evolucionando con rapidez, ha surgido la necesidad de crear un modelo de fácil uso, que no solo sea accesible para los pacientes, sino que también facilite su adaptación en entornos clínicos y domiciliarios.

En este contexto, se presenta un modelo de IA creado a base de movimientos guardados, el cual se adapta a las necesidades de los ejercicios que el usuario necesite hacer. Este modelo está equipado con un sensor de posición que permite un seguimiento detallado y en tiempo real de los movimientos, proporcionando una calificación de los ejercicios realizados con un margen del 1 al 10.

El modelo de aprendizaje experiencial de Kolb, particularmente las fases de experiencia concreta y observación reflexiva, ofrece un marco teórico valioso para guiar el diseño e implementación de este modelo de IA. Este enfoque asegura que los pacientes no solo participen activamente en su proceso de rehabilitación, sino que también reflexionen sobre sus experiencias para mejorar continuamente su recuperación.

El objetivo general de esta investigación es desarrollar e implementar un modelo de IA que asista a personas en rehabilitación física, integrando los principios del modelo de Kolb para mejorar la eficacia del proceso de recuperación. Los objetivos específicos incluyen la identificación de los factores clave en la rehabilitación física que pueden ser optimizados mediante IA, la adaptación de estos factores al marco teórico de Kolb, y la evaluación de la eficacia del modelo propuesto a través de estudios de caso.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL

Establecer un modelo de inteligencia artificial que pueda apoyar a los procesos de rehabilitación física, enfocado en el análisis de movimientos corporales para proporcionar retroalimentación inmediata y ajustada a las necesidades particulares de los pacientes, facilitando su recuperación de manera eficiente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Crear un sistema de sensores diseñado para capturar los movimientos realizados por los individuos en rehabilitación, asegurando que los datos obtenidos sean precisos y útiles para el análisis posterior.
2. Implementar un algoritmo de inteligencia artificial que se encargue de procesar y analizar la información proporcionada por los sensores, con el fin de evaluar la exactitud de los movimientos y ofrecer recomendaciones basadas en datos objetivos.
3. Realizar pruebas con sujetos de estudio para evaluar la funcionalidad del modelo, ajustando sus parámetros según los resultados obtenidos, a fin de mejorar la precisión y efectividad del sistema a lo largo del tiempo.

OBJETO DE ESTUDIO

El rápido avance de la inteligencia artificial y las tecnologías relacionadas ha generado un impacto significativo en áreas como la educación física y la rehabilitación. La creación de plataformas personalizadas que ofrecen ejercicios físicos guiados a través de videos y aplicaciones ha incrementado su popularidad, especialmente tras la pandemia de COVID-19, que limitó las actividades en gimnasios y espacios públicos. El aumento del uso de plataformas en línea para el ejercicio físico, como aquellas que ofrecen clases virtuales y rutinas personalizadas, mostró la viabilidad y necesidad de herramientas tecnológicas que faciliten la actividad física en entornos controlados y accesibles para todos, desde la comodidad del hogar.

Este estudio busca abordar la necesidad de crear un modelo de IA que permita a las personas realizar ejercicios desde la comodidad de sus hogares, aprovechando la computadora como herramienta de entrenamiento. El modelo está diseñado para niños en escuelas, con el objetivo de fomentar una mayor interacción y diversión en la realización de ejercicios físicos, permitiendo a los estudiantes seguir sus movimientos en tiempo real y recibir retroalimentación directa.

El auge de las plataformas de aprendizaje en línea y herramientas de entrenamiento físico a través de IA ha sido estudiado previamente, mostrando su efectividad en la promoción de hábitos saludables en diferentes grupos etarios. Este modelo no solo busca seguir esa tendencia, sino también expandirla mediante la implementación de sensores de movimiento y retroalimentación dinámica para mejorar la experiencia educativa y de rehabilitación.

El objeto de estudio de la presente investigación es la implementación de un modelo de IA orientado a mejorar los procesos de rehabilitación física mediante el uso de sensores de posición y el enfoque pedagógico basado en el modelo de Kolb. Este modelo se centra en personalizar y optimizar los ejercicios de rehabilitación para cada paciente, basándose en sus movimientos concretos y permitiendo una reflexión continua sobre su progreso. Según estudios recientes, "la integración de sensores portátiles y algoritmos de aprendizaje automático en la rehabilitación física ha demostrado ser efectiva para optimizar la precisión de los movimientos y acelerar la recuperación en pacientes con distintas condiciones médicas" (Wei y Wu, 2023).

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo esta investigación, se ha adoptado una metodología de desarrollo tecnológico, enfocada en la creación de un modelo de inteligencia artificial (IA) que combine tecnologías avanzadas con principios pedagógicos aplicados a la rehabilitación física. Esta metodología se organiza en fases que incluyen la identificación de necesidades del usuario, el diseño del modelo, su implementación y evaluación. Según investigaciones previas, personalizar los ejercicios en función de las necesidades individuales del paciente es fundamental para mejorar los resultados en la rehabilitación física, ya que permite adaptar los programas a los progresos y limitaciones específicas de cada individuo (Liu et al., 2023)

Fase 1: Identificación de necesidades

La creación de plataformas personalizadas que ofrecen ejercicios físicos guiados mediante videos y aplicaciones ha ganado popularidad, especialmente después de la pandemia de COVID-19, que limitó las actividades en gimnasios y otros espacios públicos. Con base en esta realidad, se ha identificado la oportunidad de desarrollar un modelo de IA que permita realizar ejercicios desde casa de manera efectiva, con la computadora como medio de apoyo. Este modelo responde a la creciente demanda de soluciones tecnológicas personalizadas y está diseñado para ofrecer una experiencia más dinámica y personalizada. En particular, este modelo está dirigido a entornos escolares, con el propósito de hacer que los ejercicios físicos sean más interactivos y entretenidos para los niños, permitiendo un seguimiento en tiempo real de los movimientos y ofreciendo retroalimentación inmediata. La revisión de la literatura destaca que la participación activa de los usuarios en esta etapa puede aumentar la efectividad del modelo al alinearse mejor con sus expectativas y motivaciones (Chen & Huang, 2020). A través de este enfoque, se pretende no solo mejorar la calidad y precisión de los ejercicios, sino también hacer que la rehabilitación física sea más accesible y efectiva, impulsando la motivación de los usuarios.

Fase 2: Diseño del modelo de IA

La segunda fase corresponde al diseño del modelo, donde se crea un algoritmo de IA que integra sensores de posición y aplica el modelo de Kolb para estructurar los ejercicios y la retroalimentación. Este diseño no solo se enfoca en la precisión técnica, sino también en cómo los pacientes perciben y reflexionan sobre su propio progreso, lo cual es clave para la efectividad del modelo. Durante esta fase, se llevó a cabo el diseño del sistema de IA que integra sensores de movimiento, los cuales permiten realizar un seguimiento detallado de los movimientos de los pacientes. Este diseño se fundamenta en los datos recopilados en la fase anterior, asegurando que el modelo sea flexible y pueda ajustarse a distintos niveles de capacidad y necesidades de los pacientes. El algoritmo de IA desarrollado está destinado a procesar los datos en tiempo real, evaluar la precisión de los movimientos y proporcionar retroalimentación instantánea. Se implementaron métodos de aprendizaje automático, para entrenar el sistema usando una base de datos con ejemplos de movimientos ideales.

Fase 3: Implementación y pruebas piloto

La tercera fase es el desarrollo del prototipo, en la cual se implementa el modelo en un entorno controlado, permitiendo pruebas iniciales para asegurar su funcionalidad y hacer los ajustes necesarios. “Estudios recientes sugieren que la integración de elementos de gamificación puede mejorar la motivación y el compromiso de los jóvenes usuarios en el contexto de la educación física y la rehabilitación” (Dígito delantero Salud , 2024).

Una vez completado el diseño, se procedió a la implementación del modelo en entornos controlados, Para ello, se realizaron diversos ejercicios bajo la supervisión del sistema de IA, el cual brindaba retroalimentación continua. En esta etapa, se ajustaron tanto el algoritmo como el sistema en función de los resultados obtenidos en las pruebas iniciales, con el objetivo de mejorar su precisión y efectividad en la práctica.

Fase 4: Evaluación del modelo

Se llevaron a cabo pruebas prácticas de diversos ejercicios utilizando el modelo de inteligencia artificial desarrollado. Durante estas pruebas, los ejercicios fueron ejecutados de manera controlada para que el modelo pudiera analizar y evaluar la precisión de cada movimiento. El sistema proporcionó resultados en un rango porcentual de 0 a 100%, donde se reflejó la exactitud de la ejecución de los ejercicios según los parámetros establecidos. Como se puede observar en la tabla 1, los porcentajes obtenidos ofrecen una visión clara de cómo el modelo responde a diferentes tipos de movimientos y su capacidad para detectar variaciones en la ejecución.

En esta etapa, se recopilan datos que permiten comparar la eficacia del modelo de IA con métodos tradicionales de rehabilitación, destacando las mejoras o limitaciones observadas. La validación a través de estudios de caso es una técnica ampliamente reconocida en investigaciones tecnológicas, ya que permite una evaluación directa del impacto en situaciones reales. Un estudio reciente resalta cómo las aplicaciones de IA han mejorado los procesos de rehabilitación personalizada, especialmente en el tratamiento de trastornos neurológicos, sugiriendo que estos enfoques pueden ofrecer beneficios significativos sobre los métodos tradicionales (Shah et al., 2023). La fase final es la implementación del modelo en un entorno clínico real, lo que incluye la formación de terapeutas y pacientes en su uso, y la evaluación continua del sistema para realizar ajustes y mejoras según la retroalimentación obtenida.

Figura 1.
Niño realizando ejercicios físicos con sensores para monitoreo en tiempo real.



Nota: Elaboración propia.

Con el objetivo de proporcionar a los niños una base sólida para su salud física, se ha recopilado una selección de ejercicios (Tabla 1) que son especialmente beneficiosos para su desarrollo. Estos ejercicios no solo contribuyen a mejorar su condición física general, sino que también ayudan a fortalecer sus músculos, mejorar su coordinación y aumentar su resistencia. La variedad de actividades incluye movimientos que trabajan diferentes grupos musculares, promoviendo un desarrollo equilibrado en el cuerpo. Además, al ser ejercicios fáciles de realizar y adaptables a diferentes niveles de habilidad, los niños pueden disfrutar de un aprendizaje lúdico mientras desarrollan habilidades motrices clave. A continuación, se presenta una tabla con los ejercicios más recomendados para los niños y los beneficios específicos que aportan a su salud física.

Tabla 1.
Ejercicios con mayores beneficios para niños.

Ejercicio	Descripción	Beneficios para la salud física
Saltos de tijera	Consiste en saltar separando las piernas mientras se levantan los brazos, y luego regresarlos juntos.	Mejora la coordinación, fortalece el sistema cardiovascular, y aumenta la resistencia aeróbica. También es un ejercicio divertido que promueve la movilidad.
Sentadillas	Involucra flexionar las rodillas y caderas como si uno fuera a sentarse, manteniendo la espalda recta.	Fortalece los músculos de las piernas y glúteos, mejora el equilibrio, la estabilidad y promueve la postura correcta.
Carrera en su lugar	Simulación de una carrera sin moverse del lugar, levantando las rodillas de forma alterna.	Aumenta la resistencia cardiovascular, mejora la coordinación motora y fortalece las piernas y los músculos abdominales.
Lagartijas	Flexiones de brazos, manteniendo el cuerpo recto mientras se bajan y suben los brazos.	Fortalece la parte superior del cuerpo (pecho, brazos y hombros) y mejora la resistencia muscular. También promueve la fuerza en el corazón y fomenta el control corporal.
Planchas	Mantener el cuerpo recto, apoyándose sobre los antebrazos y los pies.	Fortalece el core, mejora la estabilidad y la postura, y aumenta la resistencia muscular en brazos, hombros y espalda.
Burpees	Un ejercicio que combina una sentadilla, una plancha y un salto en el aire.	Mejora la resistencia cardiovascular, tonifica los músculos de todo el cuerpo y desarrolla fuerza y

		coordinación. Ideal para mejorar la condición física general.
Zancadas	Dar un paso hacia adelante, flexionando la rodilla de la pierna delantera y manteniendo la espalda recta.	Fortalece las piernas, mejora el equilibrio y la estabilidad, y aumenta la flexibilidad en las caderas. También ayuda a fortalecer el corazón y los glúteos.
Escaladores	En posición de plancha, se llevan las rodillas alternadamente al pecho a un ritmo rápido.	Mejora la resistencia cardiovascular, fortalece el corazón, los brazos y las piernas. Excelente para trabajar la coordinación y el equilibrio.
Saltar la cuerda	Consiste en saltar mientras se gira una cuerda bajo los pies.	Aumenta la resistencia cardiovascular, mejora la coordinación y agilidad, fortalece las piernas y promueve la salud ósea al ser un ejercicio de impacto.
Tocar los dedos de los pies	Estando de pie, inclinarse hacia adelante para tocar los dedos de los pies.	Aumenta la flexibilidad de la columna vertebral y las piernas, ayuda a mejorar la postura y reduce el riesgo de lesiones musculares. También promueve la movilidad en general.

En cuanto a los reactivos y equipos utilizados, se emplearon sensores de posición avanzados capaces de capturar datos de movimiento en tiempo real, los cuales fueron integrados en un sistema de procesamiento basado en IA. Este sistema, apoyado por software especializado, permite analizar los movimientos de los pacientes y proporcionar retroalimentación inmediata, asegurando que los ejercicios se realicen correctamente. La precisión y la capacidad de respuesta del sistema son cruciales para el éxito del modelo, como se ha documentado en estudios sobre tecnologías similares aplicadas en la medicina y la rehabilitación (Rossi et al., 2021).

Para ilustrar cómo el modelo de inteligencia artificial interactúa con los usuarios durante la ejecución de los ejercicios, se presenta una imagen que muestra la visualización generada por el sistema como se aprecia en la Figura 2. En esta imagen, se puede observar cómo los sensores capturan en tiempo real los movimientos del cuerpo, proporcionando una representación gráfica que permite al modelo analizar la precisión y fluidez de cada ejercicio. Esta visualización es crucial para comprender cómo el modelo interpreta y procesa la información, ofreciendo una retroalimentación inmediata y precisa a los usuarios. Como se puede apreciar en la imagen, el sistema detecta y destaca las posiciones clave del cuerpo, facilitando así el monitoreo y la corrección de los movimientos durante las sesiones de rehabilitación.

Figura 2.
Ilustración de IA



Nota: Elaboración propia.

RESULTADOS

En la fase de pruebas, se realizaron diversas sesiones con el modelo de inteligencia artificial para evaluar su capacidad de monitorear y corregir la ejecución de ejercicios físicos en pacientes en rehabilitación. Las pruebas incluyeron una variedad de ejercicios, desde movimientos simples de flexión y extensión hasta secuencias más complejas que requerían mayor coordinación y control muscular. Durante estas sesiones, el modelo fue alimentado con datos en tiempo real capturados por sensores de posición avanzados, diseñados para registrar los movimientos del paciente con alta precisión.

Durante el proceso de creación del modelo de inteligencia artificial para la rehabilitación física, se realizaron diversas pruebas y ajustes que fueron fundamentales para optimizar el sistema. Estos ensayos involucraron la implementación y evaluación de múltiples ejercicios, con el objetivo de calibrar los sensores y mejorar la precisión del modelo en la interpretación de movimientos. “Los sensores portátiles proporcionan mediciones objetivas y precisas de la cantidad y calidad de las actividades físicas, lo que permite a los clínicos guiar, personalizar y optimizar la terapia” (Regterschot et al., 2021, p. 4744). Durante estas pruebas, se obtuvieron resultados que mostraron variaciones en la precisión del modelo, fluctuando entre un 70% y un 95%, dependiendo de la complejidad del ejercicio y la respuesta del sistema.

Tabla 2.

Evaluación Porcentual de la Precisión de Movimientos en Rehabilitación

Nombre del ejercicio	**Extremo A**	**Extremo B**	**Total**
Flexionar las rodillas de arriba para abajo	50%	50%	100%
Salto de mariposa	80%	20%	100%
Alzar los brazos	40%	60%	100%
Alzar los hombros	70%	30%	100%
Estiramientos de rodillas	30%	70%	100%
Estiramientos de piernas	60%	40%	100%

Nota: Elaboración propia

Un aspecto crítico en la evaluación del modelo fue su capacidad para adaptarse a diferentes tipos de ejercicios y niveles de esfuerzo. Las tecnologías portátiles y dispositivos de seguimiento han demostrado ser herramientas valiosas en la rehabilitación, proporcionando datos esenciales que permiten una evaluación más precisa de las disfunciones del movimiento. Según una revisión sobre el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en fisioterapia, estas herramientas han mejorado la eficiencia y la efectividad de los tratamientos, permitiendo un seguimiento más cercano y personalizado del progreso del paciente (Cruz et al., 2022; Alfonso Mantilla, J. 2017). A medida que se avanzaba en la investigación, se lograron mejoras significativas en la capacidad del modelo para interpretar movimientos complejos, lo que se reflejó en un aumento constante de la precisión del sistema.

El modelo fue capaz de procesar estos datos y generar evaluaciones instantáneas de la precisión de los movimientos, asignando un porcentaje de exactitud de acuerdo con los parámetros predefinidos. Se realizaron múltiples iteraciones de cada ejercicio para ajustar y optimizar el modelo, asegurando que pudiera adaptarse a diferentes patrones de movimiento y corregir variaciones en la ejecución.

Además, se exploró la integración de algoritmos de aprendizaje automático en el modelo, lo que permitió una mejora en la capacidad del sistema para procesar grandes volúmenes de datos y adaptar su funcionamiento a patrones de movimiento individuales. Según un estudio reciente, 'la inteligencia artificial y el aprendizaje automático están revolucionando el campo de la rehabilitación, mejorando la personalización de los tratamientos y optimizando la toma de decisiones clínicas' (Claudio Aracena et al., 2022, p. 568). Este enfoque permitió refinar el modelo, logrando una mayor exactitud en la detección y análisis de los movimientos del usuario.

Los resultados de estas pruebas fueron altamente satisfactorios. En los ejercicios de menor complejidad, el modelo alcanzó niveles de precisión superiores al 95%, lo que sugiere que puede detectar con exactitud movimientos básicos. En ejercicios más complejos, que implican movimientos compuestos y la participación de múltiples grupos musculares, el modelo mantuvo una precisión promedio del 85%, con ciertas variaciones dependiendo del ejercicio específico y del paciente. Este rango de precisión es comparable o superior a las tecnologías existentes, lo que subraya el potencial del modelo para ser utilizado en programas de rehabilitación física.

Además, el modelo proporcionó una retroalimentación visual y cuantitativa a los pacientes, destacando áreas donde se requería mayor corrección o ajuste en los movimientos. Esta característica es esencial, ya que no solo permite monitorear la precisión, sino también educar a los pacientes sobre su desempeño y progreso, facilitando un aprendizaje más efectivo.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que el modelo de inteligencia artificial desarrollado tiene un alto potencial para mejorar los procesos de rehabilitación física, proporcionando una herramienta precisa y efectiva para el monitoreo y la corrección de ejercicios. Sin embargo, el éxito de estas pruebas iniciales abre la puerta a varias posibilidades de mejora y expansión del modelo.

Una de las principales áreas de mejora identificadas es la necesidad de optimizar el modelo para manejar con mayor eficacia los ejercicios complejos. Mientras que el modelo actual proporciona una buena precisión en la mayoría de los casos, futuros desarrollos podrían incluir el

uso de algoritmos de aprendizaje profundo para permitir una mayor adaptabilidad y precisión en la detección de movimientos más intrincados. Además, integrar un sistema de autoaprendizaje permitiría al modelo evolucionar y mejorar continuamente a medida que se enfrenta a nuevos datos y patrones de movimiento.

El desarrollo de este modelo de inteligencia artificial representa un paso significativo en la intersección de la tecnología y la rehabilitación física; sin embargo, todavía existen numerosas oportunidades para mejorar y expandir su aplicabilidad. "El uso de feedback visual en tiempo real en la rehabilitación proporciona beneficios significativos, permitiendo a los pacientes ajustar su técnica de manera inmediata, lo que mejora la eficiencia y la eficacia del tratamiento" (Martín Bielsa, 2023, p. 100424). En este sentido, futuras investigaciones podrían centrarse en la integración de tecnologías de realidad aumentada o virtual, lo que permitiría un entorno más inmersivo y personalizado para el usuario. Además, se podría considerar la inclusión de algoritmos más avanzados que no solo se limiten a interpretar los movimientos, sino que también sean capaces de predecir posibles riesgos de lesiones o recomendar ejercicios correctivos en tiempo real. "La integración de técnicas de aprendizaje automático en la rehabilitación permite diseñar intervenciones más efectivas y personalizadas, optimizando la recuperación del paciente" (Martínez & González, 2023, p. 24). Esto podría incrementar significativamente el impacto del modelo en la rehabilitación física, convirtiéndolo en una herramienta esencial no solo para los profesionales de la salud, sino también para los pacientes que buscan mejorar su calidad de vida.

Otra área a considerar para futuras investigaciones es la expansión del modelo a un mayor rango de ejercicios y tipos de rehabilitación. Actualmente, el modelo se ha probado en un conjunto limitado de movimientos, principalmente orientados a la rehabilitación física general. Sería beneficioso ampliar las pruebas a ejercicios específicos para diversas patologías o condiciones físicas, adaptando el modelo para abordar necesidades más especializadas en el ámbito clínico.

El desarrollo de una interfaz más intuitiva y accesible para los terapeutas y pacientes podría facilitar la adopción del modelo en entornos clínicos. La creación de un sistema de retroalimentación que no solo ofrezca datos cuantitativos, sino también recomendaciones personalizadas y detalladas, podría incrementar la efectividad del modelo y mejorar la experiencia del usuario.

Finalmente, la posibilidad de adaptar el modelo a diferentes condiciones de salud y tipos de usuarios amplía su potencial de uso en diversas áreas de la rehabilitación física. Se sugiere que"la personalización del tratamiento y la adaptabilidad del sistema a diferentes necesidades podrían marcar una diferencia significativa en la efectividad de la rehabilitación a largo plazo" (Sainz de Murieta & Cisneros, 2022, p. e1028). Este enfoque sugiere que el uso de tecnologías adaptativas y evaluaciones personalizadas puede mejorar no solo los resultados de los pacientes, sino también su calidad de vida. Por lo tanto, la exploración de nuevas aplicaciones y mejoras tecnológicas debe ser un foco prioritario en la continuación de esta línea de investigación.

CONCLUSIÓN

El desarrollo de un modelo de inteligencia artificial para la rehabilitación física, basado en los principios del aprendizaje experiencial de Kolb, ha demostrado ser un avance significativo en la intersección de la tecnología y la salud. Este trabajo ha resaltado cómo la combinación de sensores de movimiento y algoritmos de aprendizaje automático puede no solo mejorar la precisión en la detección y análisis de los movimientos de los usuarios, sino también ofrecer un feedback personalizado y adaptativo en tiempo real. La importancia de este modelo radica en su potencial para ser un recurso valioso tanto para profesionales de la salud como para los propios pacientes, facilitando un proceso de rehabilitación más efectivo y centrado en las necesidades individuales.

A través de las pruebas realizadas, se evidenció que el modelo es capaz de adaptarse a diferentes tipos de ejercicios y niveles de esfuerzo, lo que subraya su flexibilidad y aplicabilidad en diversos contextos de rehabilitación. Sin embargo, aún existen áreas de mejora, como la integración de tecnologías más avanzadas, como la realidad aumentada, y la implementación de algoritmos que puedan predecir riesgos de lesiones y ofrecer recomendaciones correctivas. Estas mejoras podrían ampliar aún más las aplicaciones del modelo, convirtiéndolo en una herramienta integral para la rehabilitación física.

Este trabajo sugiere que el futuro del modelo de inteligencia artificial en rehabilitación no solo reside en la optimización de la tecnología, sino también en su capacidad para adaptarse a diferentes usuarios y condiciones de salud. La personalización y adaptabilidad del sistema serán claves para su éxito a largo plazo, marcando una diferencia significativa en la efectividad de la rehabilitación y la calidad de vida de los pacientes. Por lo tanto, continuar investigando y desarrollando estas tecnologías es esencial para el progreso en este campo.

REFERENCIAS

Mantilla, J. I. A., & Martínez Santa, J. (2017). Innovación y tecnología en fisioterapia: Futuras herramientas de intervención. *Movimiento Científico, 11*(1), 37–43. https://doi.org/10.33881/2011-7191.mct.11105

Advances in wearable technology and applications in physical medicine and rehabilitation. (2023). *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-2-2

Aracena, C., Villena, F., Arias, F., & Dunstan, J. (2022). Aplicaciones de aprendizaje automático en salud. *Revista Médica Clínica Las Condes, 33*(6), 568–575. https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2022.10.001

Campagnini, S., Arienti, C., Patrini, M., et al. (2022). Machine learning methods for functional recovery prediction and prognosis in post-stroke rehabilitation: A systematic review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 19*(54). https://doi.org/10.1186/s12984-022-01032-4

Cruz, M., Sánchez, J., & Hernández, R. (2022). Transformación digital en fisioterapia: Explorando el rol crucial de las TIC en la rehabilitación. *Ocronos - Editorial Científico-Técnica*. https://doi.org/10.58842/JNHY2068
Frontiers in Digital Health. (2024, mayo 8). *Sec. Salud Conectada, Volumen 6 – 2024*. https://doi.org/10.3389/fdgth.2024.1395501
Martínez, J., & González, L. (2023). Aplicaciones del aprendizaje automático en la rehabilitación física. *Revista Médica Clínica Las Condes*, *34*(2), 21–30. https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2023.03.006
Bielsa, L. M. (2023). Uso de feedback visual en tiempo real en rehabilitación y entrenamiento de la voz. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*. https://doi.org/10.1016/j.rlfa.2023.100424
Reinkensmeyer, D. J., Burdet, E., Casadio, M., et al. (2016). Computational neurorehabilitation: Modeling plasticity and learning to predict recovery. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 13*(42). https://doi.org/10.1186/s12984-016-0148-3
Regterschot, G. R. H., Ribbers, G. M., & Bussmann, J. B. J. (2021). Wearable movement sensors for rehabilitation: From technology to clinical practice. *Sensors, 21*(14), 4744. https://doi.org/10.3390/s21144744
Shah, A., et al. (2023). Impact of AI-powered solutions in rehabilitation process. *International Journal of General Medicine*. https://doi.org/10.2147/IJGM.S384732
Sainz de Murieta, E., & Cisneros, M. T. (2022). Rehabilitación y capacidad funcional en la salud del siglo XXI. A*nales del Sistema Sanitario de Navarra, 45*, e1028. https://doi.org/10.23938/assn.1028
Wei, S., & Wu, Z. (2023). The application of wearable sensors and machine learning algorithms in rehabilitation training: A systematic review. *Sensors, 23*(18), 7667. https://doi.org/10.3390/s23187667

Conociendo la Inteligencia Artificial: historia, ámbitos y tendencias emergentes

David Elías Pérez Jesús[1], Gerardo Arceo Moheno[2], Martha Patricia Silva Payró[3]

[1]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco /* *davis_805@hotmail.com*
[2] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco /* *ericarceo@hotmail.com*
[3] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco /* *patypayro@gmail.com*

Línea de investigación: Gestión de Tecnologías de la Información.

Resumen

La Inteligencia Artificial (IA), es un campo de la informática que se centra en el desarrollo de algoritmos, sistemas y/o máquinas capaces de realizar tareas que imitan la inteligencia humana. El propósito de este artículo es analizar de manera descriptiva diferentes dimensiones sobre la IA, desde sus inicios hasta la forma en que la conocemos hoy en día, además de identificar en cuáles ámbitos ya se está empezando a utilizar, para finalmente concluir con tendencias emergentes que están surgiendo debido a las necesidades de la sociedad. En el método se utilizó la revisión de las fuentes bibliográficas y el análisis de la información para tener un artículo documental derivado de un tema de tesis que aún está en desarrollo y por consiguiente se tiene como objetivo la revisión de la literatura científica y documental, con el fin de conocer algunos aspectos relevantes de la IA, permitiendo la construcción de un conocimiento introductorio de esta tecnología dada la relevancia que está adquiriendo en diversos aspectos de la sociedad. Como conclusión se puede decir que la IA está cambiando rápidamente el mundo en el que vivimos, afectando a casi todos los ámbitos e impactando nuestra vida diaria de manera significativa, pero no se debe olvidar que la IA es simplemente una herramienta tecnológica que está al servicio del ser humano, pero no un sustituto de él.

Palabras clave: Ámbitos, Inteligencia artificial, Sociedad, Tecnología.

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is a field of computing that focuses on developing algorithms, systems, or machines capable of performing tasks that imitate human intelligence. The purpose of this article is to descriptively analyze different dimensions of AI, from its beginnings to the way we know it today, in addition to identifying in which areas it is already beginning to be used, to finally conclude with emerging trends that They are emerging due to the needs of society. In the method, the review of bibliographic sources and the information analysis were used to create a documentary article from a thesis topic still in development. Therefore, the objective is to review the scientific and documentary literature to know some relevant aspects of AI, allowing the construction of an introductory knowledge of this technology, given its relevance in various aspects of society. In conclusion, AI is rapidly changing the world in which we live, affecting almost all areas and significantly impacting our daily lives. However, we must remember that AI is simply a technological tool that is at the service of the human being, but not a substitute for him.

Keywords: Areas, Artificial Intelligence, Society, Technology.

INTRODUCCIÓN

En los recientes años, la Inteligencia Artificial (IA) pareciera haberse convertido en un tema de moda en la sociedad, debido a factores como los avances tecnológicos, las aplicaciones y prácticas que están teniendo en diversos ámbitos y la relevancia en la vida diaria. Actualmente la IA está presente en muchos aspectos, pero muchos seres humanos no se dan cuenta que se está empleando esa tecnología, por ejemplo: las plataformas de *streaming* como Netflix y YouTube utilizan algoritmos para analizar el historial y recomendar contenido similar. También tiendas en línea como Amazon y Mercado libre sugieren artículos parecidos a compras anteriores. Otras formas de usar la IA serían en asistentes virtuales, casas autónomas, redes sociales, vehículos autónomos, salud y bienestar, entre otros.
También la IA se está utilizando prácticamente en todos los ámbitos, transformando los procesos y ofreciendo soluciones innovadoras. Algunos de los sectores que ya están empleando estas tecnologías son la educación, finanzas, industrias, salud, seguridad, recursos humanos, entre otros (Ramos, 2023).

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL

Conocer aspectos relativos a la Inteligencia Artificial (IA), a través de la revisión de literatura científica y documental para construir conocimiento sobre ésta tecnología y determinar su relevancia en diversos aspectos de la sociedad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar los diferentes repositorios digitales donde se encuentre información sobre la IA.
Analizar la literatura relacionada con los temas de interés.
Comparar las diferentes perspectivas y enfoques que tienen los diferentes autores sobre la IA.

OBJETO DE ESTUDIO

En este artículo se explora la Inteligencia Artificial (IA) como una tecnología emergente enfocada en el diseño y desarrollo de algoritmos, sistemas y/o máquinas que compiten con las capacidades humanas, tales como el razonamiento, la toma de decisiones, y el pensamiento crítico, entre otros.

Esta investigación abarcará las siguientes dimensiones:
Explorar la evolución de la IA desde sus orígenes hasta como la conocemos hoy en día, incluyendo hitos clave en su evolución tecnológica.
Analizar diferentes definiciones de la IA.
Conocer las aplicaciones que está teniendo la IA en los distintos ámbitos de la sociedad.
Investigar las tendencias emergentes y las direcciones futuras que tendrá la IA.
Lo que se busca en este artículo es proporcionar una comprensión completa de la IA, teniendo en cuenta tanto los conceptos como los ámbitos de su uso y desarrollo en la vida de los seres humanos.

METODOLOGÍA

Este artículo es derivado de un trabajo de tesis que aún se encuentra en curso, el cual ha estado en desarrollo desde agosto de 2023 hasta la fecha actual (septiembre de 2024), como parte del proceso para la obtención del grado de Doctor en Gestión de Tecnologías de la Información.
Por consiguiente, este trabajo es de índole documental, debido que este tipo de investigación se centra en un proceso de búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, datos recopilados y registrados por otros investigadores en fuentes documentales, ya sean impresas, electrónicas o audiovisuales (Arias, 2012).

En la investigación se trabajó con diferentes repositorios digitales, buscadores académicos y páginas de Internet, para luego hacer una revisión sistemática de las fuentes bibliográficas relacionadas con el tema y terminar con el análisis de la información.

FASES DEL DESARROLLO

La Inteligencia Artificial (IA) también conocida como *Artificial Intelligence*, es un concepto que surgió en la conferencia de Dartmouth en el año 1956 por el científico e informático John McCarthy, definiéndola como “La ciencia e ingeniería de hacer máquinas inteligentes”, abriéndose nuevas ramas de estudio y consagrándose como el padre de la IA, debido que siguió aportando evidencias para su investigación y desarrollo alrededor de medio siglo (Guillén, 2016, párr. 3).
Hoy en día, existen diversas definiciones sobre este concepto, por ejemplo:
0z (2008, p.485) menciona que la IA es el “Estudio y creación de programas de computadora que imitan la conducta humana. Esta disciplina combina los intereses de ciencias de la computación, ciencias cognoscitivas, la lingüística y los sistemas de información gerenciales”.

Por otra parte, Duckerman menciona que el *Chief Executive Officer* (CEO) de la empresa DataRobot, Jeremy Achin, definió la IA en el evento Japan AI Experience en 2017 como un sistema informático capaz de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana y que muchos de estos sistemas de IA se basan en el aprendizaje automático, aprendizaje profundo y otros en cosas muy aburridas como las reglas (2020).

En resumen, los autores antes mencionados coinciden en que la inteligencia artificial es un campo de la informática que se centra en el desarrollo de algoritmos, sistemas y/o máquinas capaces de realizar tareas que imitan la inteligencia humana.

Pero, para entender el alcance de este fenómeno tecnológico, es importante remontarse a sus inicios, por lo cual, a continuación se muestra como ha ido evolucionando la IA a lo largo de la historia.

Historia y evolución de la inteligencia artificial

La IA tiene una historia que abarca décadas, caracterizada por logros y fracasos. Desde los inicios del concepto hasta los sistemas complejos que vemos en la actualidad, comprender la historia proporciona información valiosa sobre su desarrollo y los avances realizados en este campo. En la Tabla 1 retrocederemos en el tiempo para comprender los orígenes de la IA y algunos de sus hitos más importantes.

Tabla 1.

Historia y evolución de la inteligencia artificial.

Año	Acontecimiento	Descripción
1842	De los números a la poesía	La matemática Ada Lovelace fue la primera en ver el potencial de las computadoras más allá de las matemáticas.
1921	Se introduce la palabra "Robot"	Karel Čapek, un dramaturgo checo, lanzó su obra de ciencia ficción "Rossum's Universal Robots", donde exploró el concepto de personas artificiales a las que llamó robots, que proviene de la palabra "robota" (esclavo).
1943	Las neuronas se vuelven artificiales	El primer modelo matemático de la neurona fue propuesto por Warren McCulloch y Walter Pitts.
1950	Turing *Test*	Alan Turing propone un *test* para saber si una máquina exhibe un comportamiento inteligente.
1956	**La "IA" nace**	**El término de Inteligencia Artificial (IA) es acuñado en una conferencia en la Universidad de Dartmouth organizada por John McCarthy.**
1956	El primer programa de IA	Allen Newell, Herbert Simon y Cliff Shaw fueron coautores de "Logic Theorist", el primer programa informático de IA.
1961	Unimate	El robot industrial, "Unimate", inventado por George Devol, se convirtió en el primero en trabajar en una línea de montaje de General Motors.
1964	Eliza	Joseph Weizenbaum, científico informático de MIT, desarrolló "Eliza", el primer chatbot que podía conversar funcionalmente en inglés con una persona.
1974-1980	Invierno IA	Muchos comienzos en falso y callejones sin salida dejan a la investigación en IA sin fondos y con poco interés.
1986	Retropropagación	En un artículo muy influyente, Rumelhart, Hinton, y Williams, popularizan el algoritmo para entrenar redes neuronales multicapa.
1987-1993	Segundo invierno IA	El interés y la financiación de la investigación en IA disminuye por segunda ocasión.
1997	Deep Blue	Una computadora derrota al campeón mundial de ajedrez, Garry Kasparov.
2002	Roomba	El primer robot de éxito comercial para el hogar: una aspiradora autónoma llamada Roomba.
2012	Visión sobrehumana	Una red neuronal convolucional se utiliza para ganar el concurso de reconocimiento de imágenes sobre ImageNet, con un rendimiento sobrehumano por primera vez.

2014	Enseñando a las maquinas a inventar	Ian Goodfellow introduce las redes generativas adversarias, que utilizan dos redes neuronales enfrentándose una contra la otra.
2014	Alexa	Amazon lanza “Alexa”, un asistente virtual con interfaz de voz.
2016	AlphaGo	La IA de Google, “AlphaGo”, vence al campeón mundial Ke Jie en el complejo juego de mesa.
2018	BERT	Google desarrolló “BERT”, la primera representación de lenguaje bidireccional y sin supervisión, que se puede utilizar en una variedad de tareas de lenguaje natural, como responder preguntas.
2021	DALL-E	OpenAI liberó “Dall-E”, una herramienta que puede generar imágenes realistas a partir de texto.
2022	ChatGPT 3.5	Creado por la empresa basada en San Francisco OpenAI, ChatGPT conquista el mundo tras su lanzamiento como herramienta gratuita. El chatbot se convierte en la aplicación de consumo de más rápido crecimiento de la historia, ganando más de 100 millones de usuarios en solo dos meses.
2022-2023	da Vinci Xi	Robot quirúrgico autónomo da Vinci Xi recibió la aprobación para su uso en cirugías de corazón.
2023	Llamado a la prudencia	El éxito de ChatGPT e IA similares lleva a un grupo de expertos entre los que se encuentra DeepMind y Open AI, a llamar a la prudencia. El centro para la seguridad de IA (Center for AI Safety) dice que mitigar el riesgo de la extinción de la inteligencia de las máquinas debería ser una prioridad global para evitar pandemias o una guerra nuclear.

Nota: Elaboración propia con base en Abeliuk y Gutiérrez (2019), Berruecos (2023) y López (2023).

De acuerdo con la tabla anterior, es evidente que la IA ha traído cambios significativos al mundo, teniendo un impacto en la sociedad, en todos los ámbitos en general y también demostrando habilidades para derrotar a humanos campeones en juegos de estrategia, es decir, superando el razonamiento humano.

Ámbitos donde se está empleando actualmente

La IA se ha convertido en una de las tecnologías más revolucionarias del siglo XXI, donde actualmente se está utilizando en diversos ámbitos, cambiando la forma en que operan y aumentando la eficiencia en donde es utilizada. En la tabla 2 se muestra algunas aplicaciones clave de la IA.

Tabla 2.
Ámbitos donde se está empleando la inteligencia artificial.

Ámbito	Aplicación	Descripción
Salud	Diagnóstico médico Desarrollo de medicamentos Robótica quirúrgica Monitorización	La IA está mejorando la calidad de atención médica y la precisión de los diagnósticos para el bien de los médicos y de sus pacientes.
Educación	Permite el monitoreo de los alumnos Simplifica la gestión educativa Incluye sistemas de tutoría inteligentes	La IA puede crear resúmenes, audios, vídeos; además de la digitalización de contenidos como videoclases, conferencias.
Industria automotriz	Mejorar la seguridad Optimizar la velocidad Acceder a medios de transporte	La IA se utiliza en vehículos autónomos para procesar información sensorial y tomar decisiones en tiempo real, permitiendo que los vehículos operen de manera autónoma.
Seguridad	Detección de amenazas Análisis de riesgo Identificación de personas	La IA se utiliza cada vez más en el ámbito de la seguridad para mejorar la eficacia y eficiencia de las medidas de seguridad existentes.
Hoteles	Personalización de la experiencia del cliente *Chatbots* de atención al cliente Predicción de la ocupación	La IA puede ayudar a las cadenas hoteleras a optimizar sus procesos internos, como la gestión de inventario y la programación del personal, lo que les permite ahorrar tiempo y reducir costos.

Nota: Elaboración propia con base en Navarro (2023), Núria (2023) y Pombo (2023).

Por otra parte, López (2021) menciona que la IA está profundamente integrada en nuestra vida cotidiana, a menudo de manera tan sutil que muchas personas no se dan cuenta de que la están usando. A continuación se mencionan algunos casos de uso:
Celulares inteligentes.
Las casas inteligentes.
Los asistentes inteligentes.
Redes sociales.
GPS y sistemas de geolocalización en el coche.
Reconocimiento facial.
Comprar por Internet: el caso del comercio electrónico.
Recomendaciones de Música, Películas y Compras.
Estos ejemplos muestran cómo la IA se ha convertido en una parte importante de muchas actividades que los humanos realizamos diariamente, trabajando sin que las personas se den cuenta, esto para mejorar y personalizar nuestras interacciones con la tecnología.

Tendencias emergentes y direcciones futuras
La IA se ha convertido en una de las tecnologías más revolucionarias del siglo XXI y continúa evolucionando rápidamente, con nuevas tendencias emergentes que están redefiniendo su impacto y su aplicación en diversas áreas. En la tabla 3 se muestran las diversas tendencias emergentes que están surgiendo debido a esta tecnología.

Tabla 3.

Tendencias emergentes de la inteligencia artificial.

Tecnología	Descripción
IA Explicable (XAI)	A medida que los sistemas de IA se vuelven más complejos, la comprensión de cómo toman decisiones se vuelve crucial. XAI se centra en desarrollar modelos de IA que pueden explicar sus decisiones de manera comprensible para los humanos, lo que es especialmente importante en áreas como la atención médica y la toma de decisiones críticas.
IA Generativa	Modelos como GPT-3 han demostrado la capacidad de generar texto de manera coherente y contextual. La IA generativa se está utilizando en campos como el diseño de imágenes, la música y la escritura creativa, y se espera que continúe avanzando en diversas áreas creativas.
Tecnología	Descripción
Automatización Robótica de Procesos (RPA)	RPA utiliza robots de software para automatizar tareas repetitivas y manuales en los procesos empresariales. Esta tendencia sigue en aumento, especialmente en sectores como la banca, la logística y la administración.
Generación aumentada de recuperación	La generación aumentada por recuperación (RAG) es una técnica que combina el poder de la búsqueda de información con modelos generativos de IA. Básicamente, RAG mejora la precisión y la relevancia de las respuestas generadas por IA al recuperar información relevante de grandes bases de datos antes de generar una respuesta.
IA Multimodal	La IA multimodal es una tecnología que combina diferentes tipos de datos, como texto, imágenes, audio y video, para crear modelos más robustos y versátiles. Una de las aplicaciones más avanzadas de esta tecnología es GPT-4o de OpenAI, que integra múltiples modalidades para ofrecer respuestas más completas y contextualmente ricas. Esto también mejora y simplifica la experiencia del usuario, permitiendo el envío de datos de distinta naturaleza (texto, imágenes, audio, voz) a través de un solo canal.
Gemelos digitales	Los gemelos digitales (*digital twins*) son representaciones virtuales de objetos o sistemas físicos. Al combinarse con IA generativa, los gemelos digitales pueden ofrecer simulaciones precisas que permiten a las empresas predecir y optimizar el rendimiento de sus activos en tiempo real.
Modelos lingüísticos pequeños (SLM)	Estos modelos son diseñados para ser más eficientes en términos de recursos computacionales, haciendo que la IA sea más accesible y aplicable a una mayor variedad de dispositivos y aplicaciones. Esto significa que más empresas pueden implementar IA en sus operaciones diarias sin incurrir en altos costos o complejidades técnicas.
IA en el Edge	Con la creciente potencia de computación en dispositivos móviles y sensores, hay un aumento en la implementación de modelos de IA directamente en dispositivos periféricos (en el borde de la red), lo que mejora la eficiencia y la privacidad al procesar datos localmente en lugar de depender de la nube.

Nota: Elaboración propia con base en Chávez (2024) e It-Nova (s.f.).

CONCLUSIÓN

El presente artículo ha buscado proporcionar una mirada general de lo que es la Inteligencia Artificial (IA), analizando diferentes conceptos, su evolución a lo largo del tiempo, en qué ámbitos se está empleando actualmente y las tendencias emergentes que están surgiendo debido a la necesidad de la sociedad. Para así entender, por qué esta tecnología sigue desarrollándose rápidamente cambiando las formas tradicionales de trabajar.

Además, se ha observado que la IA está influyendo significativamente en numerosos aspectos de nuestra vida diaria. Desde el uso de un celular inteligente, hasta ofrecer nuevas maneras de interactuar con diferentes dispositivos, servicios y productos.

La IA promete seguir creciendo y convertirse en una parte importante del futuro. Sin embargo, su adopción conlleva desafíos como el desempleo tecnológico, la privacidad de los datos y la ética en su uso. Es importante aplicar principios éticos para garantizar el uso responsable de esta tecnología e implementar regulaciones adecuadas, que servirán para maximizar los beneficios y limitar los riesgos de la IA.

No se debe olvidar que la IA es simplemente una herramienta tecnológica que está al servicio del ser humano, pero no un sustituto de él.

BIBLIOGRAFÍA

Abeliuk, A. y Gutiérrez, C. (2021). Historia y evolución de la inteligencia artificial. Revista bits de ciencia, 21, 14-21. Recuperado de https://revistasdex.uchile.cl/index.php/bits/article/view/2767

Arias, F, G. (2012). El Proyecto de Investigación: introducción a la metodología científica. Recuperado de https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012- pdf-1.pdf

Berrucos, P. (2023). 2023: el año de la inteligencia artificial Cronología de su evolución. Recuperado de https://onedigital.mx/2023/12/31/2023-el-ano-de-la-inteligencia-artificial-cronologia-de-su-evolucion/

Chávez, R. (2024). IA Generativa: 5 tendencias emergentes que deberías conocer. Recuperado de https://medium.com/@renzochavez147/ia-generativa-5-tendencias-emergentes-que-deber%C3%ADas- conocer-1975cbc0b213

Duckerman, W. (2020). ¿Qué es la Inteligencia Artificial? Recuperado de https://brita.mx/que-es-la- inteligencia-artificial/

Guillen, B. (2016). El verdadero padre de la inteligencia artificial.Recuperado de https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/inteligencia-artificial/el-verdadero-padre-de-la-inteligencia- artificial/

It-Nova. (s.f.). Tendencias Emergentes en Inteligencia Artificial. Recuperado de https://it-nova.co/tendencias- emergentes-en-inteligencia-artificial/

López, A. (2023). Historia de la inteligencia artificial. Recuperado de https://cryptoconexion.com/historia-de- la-inteligencia-artificial/

López, M. (2021). 7 ejemplos de uso de inteligencia artificial en nuestro día a día. Recuperado de https://immune.institute/blog/7-ejemplos-de-uso-de-inteligencia-artificial-en-nuestro-dia-a-dia/

Navarro, S. (2023). Inteligencia Artificial (IA): 8 Tendencias Emergentes. Recuperado de https://www.domoblock.io/blog/8-tendencias-emergentes-en-inteligencia-artificial-ia

Núria, E. (2023). ¿Cómo usar la inteligencia artificial en hoteles? Recuperado de https://blog.bismart.com/6- formas-usar-inteligencia-artificial-en-tu- hotel#:~:text=Automatizaci%C3%B3n%20de%20procesos%20internos%3A%20La,y%20la%20gesti%C3%B3n%20de%20inventario

Oz, E. (2008). Administración de los sistemas de información. (M. A. Martínez, trad.). (Original publicado en 2006). Recuperado de http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/Administracion%20SI.pdf

Pombo, C. (2023). ¿Cómo integrar a la inteligencia artificial en la educación de manera responsable? Recuperado de https://blogs.iadb.org/educacion/es/inteligencia-artificial-educacion/#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20la%20IA,sistemas%20en%20l%C3%ADnea%20para%20aprendizaje

Ramos, D. (2023). Los 6 sectores donde más impacta la Inteligencia Artificial. Recuperado de https://emprendedores.es/gestion/sectores-impacto-inteligencia-artificial/#:~:text=Finanzas%2C%20industria%2C%20educaci%C3%B3n%2C%20seguridad,est%C3%A1%20teniendo%20la%20Inteligencia%20Artificial.&text=La%20Inteligencia%20Artificial%20lo%20est%C3%A 1%20revolucionando%20todo

Integración de entornos de desarrollo en R y Python para creación de código con IA generativa

Jorge Fred Alvarez Salaya[1], Juana Canul Reich[2]

[1]*Universidad Juarez Autónoma de Tabasco (DACYTI) / salaya.fred@gmail.com*
[2]*Universidad Juarez Autónoma de Tabasco (DACYTI) / juana.canul@ujat.mx*

Línea de investigación: Ciencia de datos e Inteligencia Artificial

Resumen

Este artículo explora la integración del lenguaje de programación R en entornos de desarrollo multiplataforma como Conda y Jupyter Notebooks, así como su implementación en Visual Studio y su comparación con Python. A través de una metodología cualitativa y cuantitativa, se demostró que R sigue siendo una herramienta esencial en la ciencia de datos, especialmente en análisis estadísticos avanzados y visualización de datos. Además, se destaca el impacto de la inteligencia artificial, como los modelos GPT de OpenAI y Jupyter-AI, en la generación automática de código y la optimización del flujo de trabajo. Se resalta también la viabilidad de Visual Studio como una alternativa a RStudio, facilitando la integración de múltiples lenguajes en proyectos colaborativos. Finalmente, se sugiere la exploración futura de modelos de inteligencia artificial generativa, como GPT4ALL, para mejorar la productividad en el desarrollo de código, especialmente para usuarios con menos experiencia técnica.

Palabras clave: Ciencia de datos, Lenguaje R, Python, Inteligencia Artificial, Visual Studio, Jupyter Notebooks.

Abstract

This article delves into the integration of the R programming language into multiplatform development environments such as Conda and Jupyter Notebooks. It also discusses its implementation in Visual Studio and compares it with Python. Using both qualitative and quantitative methodologies, the article emphasizes that R is a crucial tool in data science, particularly in advanced statistical analysis and data visualization. Additionally, it highlights the impact of artificial intelligence, such as OpenAI's GPT models and Jupyter-AI, on automatic code generation and workflow optimization. The article emphasizes the viability of Visual Studio as an alternative to RStudio, which facilitates the integration of multiple languages in collaborative projects. Lastly, it suggests exploring generative artificial intelligence models, such as GPT4ALL, to enhance productivity in code development, particularly for less technically experienced users.

Keywords: Data Science, R Language, Python, Artificial Intelligence, Visual Studio, Jupyter Notebooks.

INTRODUCCIÓN

En la última década, la ciencia de datos ha experimentado un crecimiento exponencial, impulsado por la disponibilidad de grandes volúmenes de datos y el desarrollo de herramientas analíticas cada vez más sofisticadas. Entre los lenguajes de programación más utilizados para ciencia de datos, Lenguaje R ha ocupado popularidad debido a su capacidad para realizar análisis estadísticos complejos, manipulación de datos y visualización de datos avanzada (Parra et al., 2023).

Sin embargo, el ecosistema de R ha estado tradicionalmente vinculado al entorno de desarrollo integrado (IDE) *RStudio*, lo que en ciertas situaciones puede limitar la flexibilidad que demandan proyectos que requieren integración con otros lenguajes y herramientas.

En respuestas a estas necesidades, entornos de desarrollo multiplataforma como Conda y Jupyter Notebooks, han logrado nuevas formas de aplicación del lenguaje R más allá del clásico IDE RStudio. Conda, con su capacidad de gestionar entornos virtuales y dependencias, facilita la instalación y configuración de R junto con otros lenguajes, permitiendo a los científicos de datos crear entornos de trabajo *personalizables* y *replicables*.

Una de las innovaciones más recientes en el ámbito de Jupyter Notebooks es la posibilidad de integrar modelos avanzados de inteligencia artificial, como modelos de lenguaje GPT de OpenAI. Estos modelos ofrecen capacidades de generación automática de código, optimización de scripts y asistencia en tareas analíticas, lo que representa una herramienta poderosa para los usuarios de R. La implementación de estas tecnologías no solo mejora la eficiencia y precisión en el desarrollo de análisis, sino que también abre nuevas posibilidades para la *automatización de procesos complejos y repetitivos*.

Adicionalmente, el uso de Visual Studio como entorno de desarrollo para R ha cobrado relevancia. Visual Studio ofrece un conjunto de herramientas avanzadas para la edición, depuración y gestión de proyectos, que pueden complementar y en algunos casos superar las capacidades ofrecidas por RStudio. Esto permite a los usuarios de R aprovechar características como la integración con sistemas de control de versiones, herramientas de colaboración en equipo y una experiencia de usuario más robusta.

Este articulo tiene como objetivo explorar cómo lenguaje R puede ser utilizado eficazmente en entornos multiplataforma como Conda y Jupyter Notebooks, destacando las ventajas y desafíos de esta integración. Además, se comparará el uso de R frente a otros lenguajes, como Python, que son nativos en estos entornos, analizando cómo R puede mantenerse competitivo y relevante en un panorama tecnológico en constante evolución.

DESARROLLO

Lenguaje R en Cienca de datos

Desde su creación, el lenguaje R ha sido un pilar fundamental en la ciencia de datos, diseñado inicialmente para replicar el lenguaje S, pero, con un enfoque claro en la computación estadística y la generación de gráficos avanzados. R ha evolucionado hasta convertirse en una herramienta indispensable para científicos de datos, ofreciendo una versatilidad que se refleja en la extensa colección de más de 18,000 paquetes disponibles en el Comprehensive R Archive Network (CRAN). Estos paquetes proporcionan soluciones robustas para una amplia gama de desafíos en ciencia de datos, abarcando desde la limpieza y transformación de datos hasta el modelado predictivo y la visualización avanzada (Giorgi et al., 2022).

La **Figura 1** ilustra un flujo de trabajo típico en R, destacando los paquetes más utilizados en cada etapa del proceso de ciencia de datos. Esta diversidad y profundidad en la funcionalidad de R es lo que lo ha consolidado como una herramienta preferida para aquellos que buscan realizar análisis estadísticos complejos y tareas avanzadas de ciencia de datos.

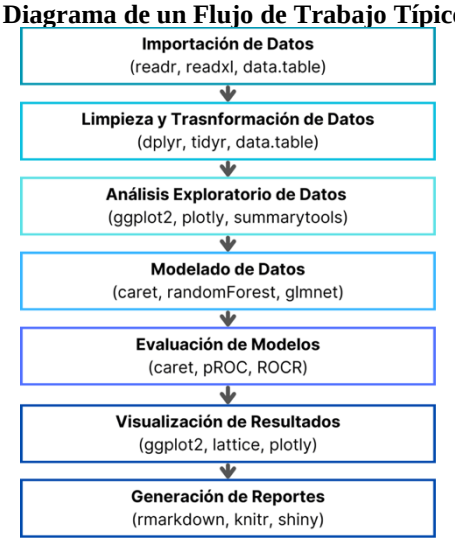
R es particularmente apreciado por su facilidad para crear gráficos de alta calidad mediante paquetes como ggplot y lattice, que permiten a los usuarios producir visualizaciones sofisticadas y personalizadas. Además, entre otras paqueterías para la realización de análisis estadísticos complejos y tareas de ciencias de datos**.** Sin embargo, su integración fuera del entorno de desarrollo RStudio ha sido, hasta hace poco, limitada (Tollefson, 2022).

Entorno Multiplataforma: Conda y Jupyter Notebooks

La flexibilidad en la ciencia de datos moderna demanda entornos que permitan la integración y utilización de múltiples lenguajes y herramientas en un mismo proyecto. Conda y Jupyter Notebooks son dos de las herramientas que han revolucionado este aspecto.

Conda es un gestor de entornos que permite la instalación y configuración de paquetes y sus dependencias de manera aislada. Esto es especialmente útil en ciencia de datos, donde diferentes proyectos pueden requerir versiones específicas de bibliotecas que podrían entrar en conflicto entre sí, si se instalaran globalmente. La capacidad de Conda para manejar tanto R como Python en un solo entorno lo convierte en una herramienta esencial para los científicos de datos que desean aprovechar lo mejor de ambos lenguajes sin tener que cambiar de plataforma (Bayarri et al., 2024).

Figura 29 .
Diagrama de un Flujo de Trabajo Típico en R



Jupyter Notebooks se ha convertido en una herramienta popular que combina la ejecución de código, la documentación, y la visualización en un único entorno interactivo. Originalmente diseñado para Python, Jupyter ha expandido su soporte para incluir otros lenguajes, incluyendo R, a través de kernels específicos como IRkernel. Esto permite a los usuarios de R beneficiarse de la interfaz interactiva de Jupyter, mientras mantienen la capacidad de ejecutar código R de manera eficiente.
La posibilidad de integrar R con Python en un mismo notebook, utilizando Conda para gestionar las dependencias, facilita el flujo de trabajo para proyectos que requieren la colaboración de diferentes equipos o que necesitan utilizar las fortalezas de ambos lenguajes.
En la **Figura 2** se muestra un ejemplo de la ejecución de código en Python y R dentro de un mismo entorno. Mientras que Python tiende a utilizar bucles para realizar operaciones secuenciales, R aprovecha la vectorización para realizar las mismas operaciones de manera más concisa y eficiente.
Este ejemplo demuestra la capacidad de Jupyter Notebooks para ejecutar ambos lenguajes en un mismo entorno, facilitando comparaciones y permitiendo a los usuarios aprovechar las fortalezas de cada lenguaje según la necesidad de su análisis.

Figura 30
Captura de pantalla de un Jupyter Notebook que muestra la ejecución de código R y Pvthon en celdas consecutivas



Integración con OpenAI y Visual Studio
Uno de los avances más significativos en la integración de inteligencia artificial con herramientas de desarrollo es la capacidad de utilizar modelos GPT de OpenAI dentro de Jupyter Notebooks. Modelos de lenguaje como GPT-4 permiten la generación automática de código,

ofreciendo sugerencias y completando tareas repetitivas o complejas de manera eficiente. Esta funcionalidad es especialmente útil para los usuarios de R, quienes pueden recibir asistencia en la redacción de scripts, creación de modelos y generación de visualizaciones sin salir del entorno de Jupyter.

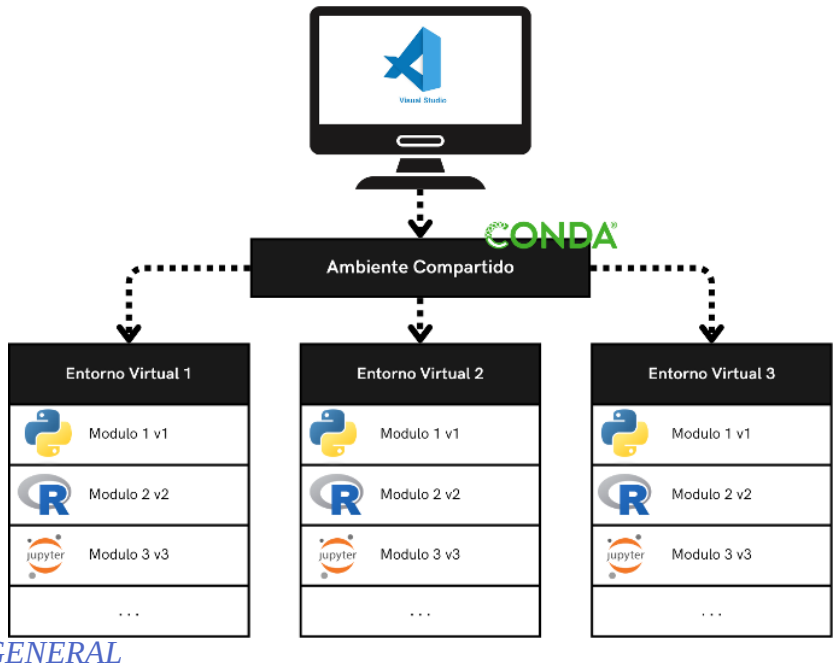
Aunque RStudio sigue siendo el entorno preferido para muchos usuarios de R, Visual Studio se presenta como una alternativa poderosa, especialmente en situaciones que requieren capacidades avanzadas de depuración, integración con sistemas de control de versiones como Git, y herramientas de colaboración. Visual Studio proporciona una experiencia de desarrollo más unificada cuando se trabaja con múltiples lenguajes y tecnologías, y su soporte para R ha aumentado gracias a la incorporación de plugins y extensiones específicas.

Visual Studio ahora también integra Jupyter-AI, permitiendo a desarrolladores beneficiarse de la generación de código asistida por inteligencia artificial directamente dentro de este entorno. Esta integración facilita la gestión de proyectos complejos que requieren la colaboración de múltiples lenguajes y tecnologías, permitiendo a los desarrolladores mantener todo su trabajo dentro de un solo entorno, con el valor añadido de la IA para optimizar su flujo de trabajo.

En la **Figura 3** se muestra la estructura de los entornos virtuales gestionados por Conda dentro de un ambiente de desarrollo compartido, utilizando Visual Studio como IDE principal. Conda actúa como el gestor de entornos, permitiendo la creación y configuración de múltiples entornos virtuales, cada uno de los cuales puede contener versiones específicas de herramientas y lenguajes de programación.

Figura 31

Integración de Entornos Virtuales de Python, R y Jupyter en Visual Studio utilizando Conda



OBJETIVO GENERAL

Explorar la implementación y el uso del lenguaje R en entornos de desarrollo multiplataforma, como Conda y Jupyter Notebooks, evaluando su integración con herramientas avanzadas de inteligencia artificial como Jupyter-AI y su implementación en Visual Studio, con el fin de determinar las ventajas y desafíos que presenta en comparación con otros lenguajes de programación nativos de estos entornos, como Python.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la capacidad de integración del lenguaje R en entornos de desarrollo multiplataforma como Conda y Jupyter Notebooks, destacando las herramientas y extensiones que facilitan esta integración.
- Evaluar el impacto del uso de inteligencia artificial, particularmente de los modelos GPT de OpenAI y Jupyter-AI, en la generación de código y la mejora del flujo de trabajo en proyectos de ciencia de datos desarrollados en R.
- Comparar las funcionalidades y la eficiencia del lenguaje R con Python en Jupyter Notebooks, considerando aspectos clave como la facilidad de uso, la velocidad de ejecución y la capacidad de visualización.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio de este artículo es la implementación y el uso del lenguaje de programación R en entornos de desarrollo multiplataforma, específicamente en Conda y Jupyter Notebooks, y su integración con herramientas avanzadas de inteligencia artificial, como Jupyter-AI y los modelos GPT de OpenAI.

Además, se examinará la implementación de R en Visual Studio como una alternativa al entorno de desarrollo tradicional de RStudio, evaluando las ventajas y limitaciones que presenta para científicos de datos y desarrolladores que buscan maximizar la eficiencia y colaboración en proyectos multidisciplinarios. Este estudio también se enfocará en comparar R con otros lenguajes de programación nativos de estos entornos, como Python, para proporcionar una visión integral de las capacidades y desafíos de utilizar R en la actualidad.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo utilizando un enfoque cualitativo y cuantitativo centrado en la implementación y uso del lenguaje R en entornos de desarrollo multiplataforma, específicamente en Conda y Jupyter Notebooks, y su integración con herramientas de inteligencia artificial como Jupyter-AI y los modelos GPT de OpenAI. La investigación se estructuró en fases que incluyeron la configuración de entornos, la implementación de casos de estudio, la evaluación comparativa con Python y la redacción de recomendaciones basadas en los hallazgos.

Tabla 1

Fases de la de la Métodología Utilizada

Fase	Descripción de actividades
1. Revisión Bibliográfica y Configuración de Entornos	En esta fase, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre la integración de R en Conda y Jupyter Notebooks. Paralelamente, se configuraron entornos específicos utilizando Conda para gestionar R y Python, preparando Jupyter Notebooks con los kernels correspondientes.
2. Implementación de Casos de Estudio	Se desarrollaron casos de estudio que involucraron tareas esenciales de ciencia de datos, como limpieza de datos, modelado predictivo y visualización. Estos casos se implementaron en R dentro de Jupyter Notebooks, utilizando Conda para la gestión de dependencias y explorando la generación automática de código con Jupyter-AI y modelos GPT de OpenAI.
3. Evaluación Comparativa	Se realizó una comparación directa entre R y Python en Jupyter Notebooks, midiendo la facilidad de uso, velocidad de ejecución y calidad de las visualizaciones. Esta evaluación proporcionó datos cuantitativos y cualitativos sobre las ventajas y limitaciones de cada lenguaje en este entorno.
4. Análisis de Resultados y Redacción	Se analizaron los resultados obtenidos, documentando las ventajas y desafíos de usar R en Conda y Jupyter Notebooks, y comparándolos con Python. Esta fase culminó en la redacción de un artículo que resume los hallazgos y proporciona recomendaciones para maximizar el uso de R en proyectos de ciencia de datos.

FASES DEL DESARROLLO

Fase 1: Revisión Bibliográfica y Configuración de Entornos

En esta fase, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura sobre la integración de R en Conda y Jupyter Notebooks, identificando las herramientas y extensiones más relevantes. Se configuraron los entornos necesarios utilizando Conda para instalar R y Python, preparando Jupyter Notebooks para su uso en la investigación.

Tabla **2**

Tabla de aportaciones relevantes y tendencias en lenguajes de programación para ciencia de datos

Referencia	Aportaciones Relevantes	Tendencias Identificadas
Giorgi et al. (2022)	R es altamente efectivo en entornos multiplataforma, especialmente con Jupyter Notebooks, facilitando la	El uso de R en entornos multiplataforma está en aumento, particularmente en proyectos que requieren la combinación de varios lenguajes.

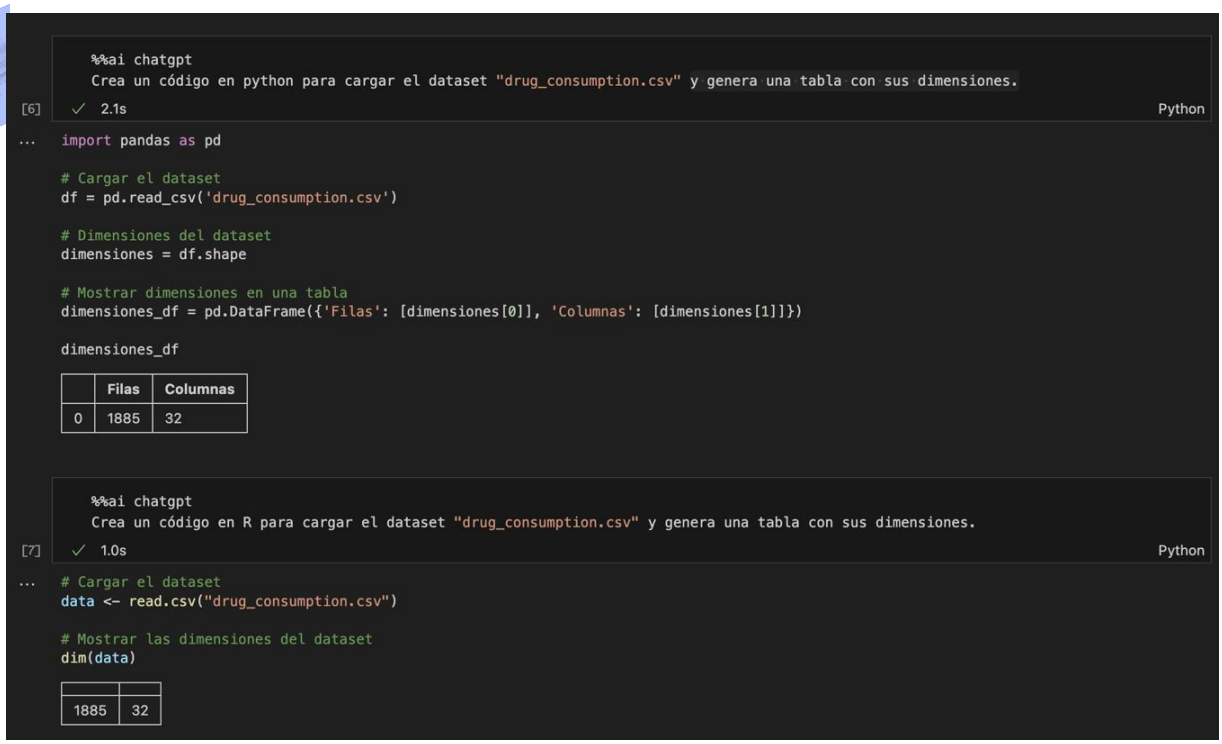
	integración con otros lenguajes como Python.	
Tollefson (2022)	Visual Studio se presenta como una alternativa robusta a RStudio, ofreciendo capacidades avanzadas y mejor integración con sistemas de control de versiones y herramientas colaborativas.	Hay un movimiento hacia la adopción de Visual Studio por parte de usuarios de R, debido a sus capacidades extendidas y su robustez en proyectos colaborativos.
Parra et al. (2023)	La integración de modelos GPT de OpenAI y Jupyter-AI mejora significativamente la eficiencia en la generación automática de código en R, optimizando flujos de trabajo en ciencia de datos.	Hay un movimiento hacia la adopción de Visual Studio por parte de usuarios de R, debido a sus capacidades extendidas y su robustez en proyectos colaborativos.
Kumar et al. (2024)	Python se consolida como el lenguaje preferido en ciencia de datos por su potencia, versatilidad y facilidad de uso, con un soporte robusto para bibliotecas de machine learning como Scikit-learn.	Python mantiene su liderazgo en ciencia de datos, impulsado por la continua expansión de su ecosistema de bibliotecas y herramientas.
Das et al. (2024)	Python se consolida como el lenguaje preferido en ciencia de datos por su potencia, versatilidad y facilidad de uso, con un soporte robusto para bibliotecas de machine learning como Scikit-learn.	En el campo de la bioinformática, R y Perl siguen siendo herramientas clave, con una fuerte adopción en análisis genómicos complejos.
Al-Amin & Ordonez (2021)	La integración de C++ con R y Python ofrece soluciones más rápidas y eficientes para el cómputo paralelo en modelos de aprendizaje automático, superando alternativas como Spark y DBMS.	La necesidad de soluciones de cómputo más rápidas ha llevado a una mayor integración de C++ en proyectos de ciencia de datos, particularmente en tareas que requieren procesamiento intensivo.

Fase 2: Implementación de Casos de Estudio

Se desarrollaron casos de estudio que abarcaron la limpieza de datos, modelado predictivo y visualización, implementados en R dentro de Jupyter Notebooks. Se utilizó Jupyter-AI y modelos GPT de OpenAI para asistir en la generación automática de código, evaluando su impacto en el flujo de trabajo. En la **Figura 4** se muestra el código generado por el modelo GPT de OpenAI, Esto ejemplifica la asistencia proporcionada por la IA en la generación de código durante la fase de implementación de los casos de estudio, mejorando la eficiencia del flujo de trabajo.

Figura 32

Captura de pantalla de un proyecto en Visual Studio que integra código en R, Python generado por IA



Fase 3: Evaluación Comparativa

Se realizó una comparación entre R y Python en Jupyter Notebooks, centrándose en la facilidad de uso, velocidad de ejecución y calidad de las visualizaciones. Esta evaluación permitió identificar las áreas donde R sobresale y aquellas donde Python tiene ventajas.

Fase 4: Análisis de Resultados y Redacción

Se analizaron los datos recolectados durante las fases anteriores, documentando los hallazgos en relación a la eficiencia de R en Conda y Jupyter Notebooks. La fase concluyó con la redacción de un artículo que proporciona recomendaciones prácticas basadas en la investigación.e

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los hallazgos más relevantes fue la demostración de la capacidad de R para integrarse eficientemente en entornos multiplataforma como Conda y Jupyter Notebooks. La gestión de dependencias y entornos aislados mediante Conda permitió una configuración sin conflictos de R junto con Python. Esta integración se llevó a cabo de manera fluida, permitiendo la ejecución de ambos lenguajes en un mismo entorno de Jupyter Notebook, lo que facilita la colaboración interdisciplinaria y la maximización de las fortalezas de cada lenguaje en proyectos de ciencia de datos.

La comparación entre R y Python en Jupyter Notebooks mostró que, aunque Python sigue siendo el lenguaje preferido por su versatilidad y facilidad de uso, R ofrece capacidades complementarias especialmente valiosas en el análisis estadístico avanzado y la visualización de datos. Los resultados indicaron que Python tiene ventajas en velocidad de ejecución para ciertas tareas, particularmente en aprendizaje automático, mientras que R destacó en la creación de visualizaciones detalladas y personalizadas.

La integración de herramientas de inteligencia artificial, como los modelos GPT de OpenAI y Jupyter-AI, demostró tener un impacto significativo en la eficiencia del flujo de trabajo en proyectos de ciencia de datos. La generación automática de código en R con estas herramientas aceleró el proceso de desarrollo y redujo errores, mejorando la productividad global. Además, Jupyter-AI proporcionó asistencia contextual que facilitó la codificación continua y sin interrupciones.

El uso de Visual Studio como entorno de desarrollo para R mostró ventajas importantes en comparación con RStudio, principalmente en proyectos colaborativos que requieren integración con sistemas de control de versiones como Git. Visual Studio destacó por sus capacidades avanzadas de depuración y gestión de proyectos, proporcionando una experiencia unificada cuando se trabaja con múltiples lenguajes.

Aunque Python ha consolidado su posición como el lenguaje preferido para la ciencia de datos, especialmente en el ámbito del aprendizaje automático, R continúa siendo una herramienta indispensable para análisis estadísticos avanzados y visualización de datos. La capacidad de utilizar ambos lenguajes en un entorno común, como Jupyter Notebooks, permite a los científicos de datos aprovechar lo mejor de ambos mundos, combinando la eficiencia y versatilidad de Python con la precisión y personalización de R.

La integración de herramientas de inteligencia artificial, como los modelos GPT de OpenAI, está redefiniendo la forma en que los desarrolladores y científicos de datos interactúan con los lenguajes de programación. Estas herramientas no solo mejoran la productividad al generar automáticamente código preciso y eficiente, sino que también reducen la barrera de entrada para nuevos usuarios que pueden no estar tan familiarizados con la sintaxis o las mejores prácticas en R y Python. Sin embargo, es importante considerar las limitaciones actuales de estas herramientas, como la necesidad de una validación rigurosa del código generado.

La investigación muestra que Visual Studio es una alternativa viable, y en muchos casos superior, a RStudio para el desarrollo en R. Con su capacidad de integrar múltiples lenguajes, herramientas avanzadas de depuración, y soporte para sistemas de control de versiones, Visual Studio se posiciona como una herramienta poderosa para proyectos de gran escala y colaboración multidisciplinaria. Sin embargo, RStudio sigue siendo una opción preferida para usuarios que buscan una interfaz simple y especializada en R.

CONCLUSIÓN

Este estudio ha explora de manera exhaustiva la integración del lenguaje de programación R en entornos multiplataforma como Conda y Jupyter Notebooks, así como su implementación en Visual Studio y su comparación con Python. Los resultados de la investigación demuestran que R sigue siendo una herramienta invaluable en la ciencia de datos, particularmente en análisis estadísticos avanzados y visualización de datos, donde su capacidad de personalización y precisión.

La investigación también destaca cómo la integración de inteligencia artificial, mediante herramientas como los modelos como AI21, Anthropic, AWS, Cohere, Gemini, Hugging Face, MistralAI, NVIDIA, y los modelos GPT de OpenAI. Esto está transformando la productividad en el desarrollo de proyectos de ciencia de datos. Estas tecnologías han demostrado su capacidad para generar código automáticamente, optimizar flujos de trabajo y reducir errores, lo que las convierte en herramientas esenciales para los científicos de datos. Además, Jupyter-AI se puede implementar no solo en Jupyter Notebooks, sino también en otros entornos de desarrollo integrados (IDEs) como Google Colab, ampliando su accesibilidad y utilidad en una variedad de plataformas.

Por otro lado, una dirección prometedora para futuros trabajos es la exploración de modelos de inteligencia artificial generativa como GPT y su implementación local mediante herramientas como GPT4ALL. Estos modelos permiten a los usuarios no depender de opciones de pago y ofrecen un mayor control sobre el modelo, lo que podría ser especialmente beneficioso para aumentar la productividad en el desarrollo de código en entornos de análisis de datos, especialmente para usuarios con menos experiencia técnica.

El estudio también reafirma la viabilidad de Visual Studio como una alternativa poderosa a RStudio, especialmente en entornos de desarrollo que requieren colaboración multidisciplinaria y gestión avanzada de proyectos. Visual Studio ofrece una experiencia de desarrollo unificada que integra múltiples lenguajes, lo que lo convierte en una opción preferida para equipos que manejan proyectos complejos y colaborativos.

En conjunto, los hallazgos de esta investigación subrayan la importancia de un enfoque multidisciplinario en la ciencia de datos, que combine las fortalezas de diferentes lenguajes y tecnologías para abordar los desafíos complejos de manera más efectiva. La combinación de R, Python, Visual Studio, inteligencia artificial y su implementación en plataformas como Google Colab ofrece un ecosistema robusto que puede ser adaptado para satisfacer las necesidades de proyectos de ciencia de datos de gran escala y alto impacto.

Estos resultados proporcionan una base sólida para futuras investigaciones que busquen explorar y expandir estas integraciones, así como para el desarrollo de nuevas herramientas y técnicas que continúen mejorando la eficiencia y efectividad en la ciencia de datos.

BIBLIOGRAFÍA

Al-Amin, S. T., & Ordonez, C. (2021). Efficient machine learning on data science languages with parallel data summarization. *Data & Knowledge Engineering*, *136*, 101930. https://doi.org/10.1016/j.datak.2021.101930

Bayarri, G., Andrio, P., Gelpí, J. L., Hospital, A., & Orozco, M. (2024). Using interactive Jupyter Notebooks and BioConda for FAIR and reproducible biomolecular simulation workflows. *PLOS Computational Biology*, *20*(6), e1012173. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1012173

Das, R., Sharma, S., & Rakshit, D. (2024). Statistical and Biological Data Analysis Using Programming Languages. En P. Anjoy, K. Kumar, G. Chandra, & K. Gaikwad (Eds.), *Genomics Data Analysis for Crop Improvement* (pp. 1–31). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-6913-5_1

Giorgi, F. M., Ceraolo, C., & Mercatelli, D. (2022). The R Language: An Engine for Bioinformatics and Data Science. *Life*, *12*(5), 648. https://doi.org/10.3390/life12050648

Kumar, Mr. A., Kumar Sharma *2, Mr. P., & Tyagi*3, Mr. M. K. (2024). The High Demanding Programming Language for Data Science-Python. *INTERANTIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH IN ENGINEERING AND MANAGEMENT*, *08*(07), 1–9. https://doi.org/10.55041/IJSREM34913

Parra, M. I., Sanjuán, E. L., Robustillo, M. C., & Pizarro, M. M. (2023). *Using R for teaching and research* (arXiv:2306.12200). arXiv. http://arxiv.org/abs/2306.12200

Tollefson, M. (2022). Downloading R and RStudio and Setting Up a File System. En M. Tollefson, *R 4 Quick Syntax Reference* (pp. 3–14). Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-7924-3_1

La influencia tecnológica actual en la profesión contable.

Wendy Guadalupe Azuara García[1], Martha Patricia Silva Payró[2], Rubicel Cruz Romero[3]

[1]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco,e-mail: wendy.azgar@gmail.com*
[2] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco,e-mail: patypayro@gmail.com*
[3] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco,e-mail: rubicel.cr@gmail.com*

Línea de investigación: Tecnología Educativa

Resumen

El objetivo de este trabajo fue realizar un análisis referente a la importancia, pertinencia y adaptación de las innovaciones tecnológicas actuales, como parte del proceso de aprendizaje en la carrera de contabilidad. Para ello de manera inicial se presentan dos apartados, el primero aborda diferentes estudios acerca de la adaptación de los profesionales en contabilidad a las nuevas tecnologías y el segundo eje temático presenta investigaciones que analizan la inclusión y adaptación de las tecnologías en el ambiente universitario. De acuerdo con lo expuesto en este trabajo se concluye que no es suficiente la inclusión tecnológica que se tiene actualmente en las Instituciones de Educación Superior, para que los estudiantes de contaduría puedan ofrecer servicios óptimos al egresar y por ser un tema de carácter global que ha sido analizado por otras universidades de América Latina, se requiere la adaptación de este estudio en México para conocer el contexto del profesional contable acerca de las competencias tecnológicas en la actualidad.

Palabras clave: Competencia digital, Enseñanza Superior, Tecnologías de la Información.

Abstract

This paper aims to analyze the importance, relevance, and adaptation of current technological innovations as part of the learning process in the accounting career. The first one deals with different studies about the adaptation of accounting professionals to new technologies, and the second thematic axis presents research that seeks to analyze the inclusion and adaptation of technologies in the university environment. According to what has been exposed in this work, it is concluded that the technological inclusion that currently exists in Higher Education Institutions is not enough for accounting students to be able to offer optimal services upon graduation, and since this is a global issue that other universities in Latin America have analyzed, the adaptation of this study in Mexico is required in order to know the context of the accounting professional regarding technological skills at present.

Keywords: Digital skills, Higher education, Information technology.

INTRODUCCIÓN

La tecnología a lo largo del tiempo ha permitido traer mejoras en la sociedad, con el propósito de aumentar la calidad de vida y de facilitar los diversos procesos productivos en las diferentes esferas económicas y áreas profesionales.

En lo que respecta a la profesión contable particularmente, es sus inicios de acuerdo con Chávez (2015), la práctica contable comenzó como una necesidad para el registro y control del patrimonio de las personas porque su memoria no bastaba para guardar la información requerida. Con el paso del tiempo se fue perfeccionando la aplicación del registro contable, con base en métodos de control que siguen siendo utilizados en la actualidad. En ese sentido, esta técnica ha requerido profesionales, que necesitan mantenerse preparados de acuerdo con los diversos temas que se han considerado relevantes para poder ofrecer un servicio acorde a las diferentes épocas de la historia humana.

Esta necesidad de especialización ha requerido de la colaboración de herramientas tecnológicas por ejemplo, Vizcanio y Becerra (2019) mencionan que es importante que desde la formación universitaria se proporcione a los estudiantes las herramientas necesarias para competir en una sociedad cambiante y evolucionada. Sin embargo, en la medida que se ha presentado la necesidad de inclusión de las tecnologías en la carrera de contaduría, se han ido presentado una serie de problemas para el óptimo desarrollo de competencias en los estudiantes.

Tal es el caso en universidades públicas y privadas del estado Tabasco, que cuentan con recursos limitados para el aprendizaje de sistemas contables, por ejemplo, los laboratorios de cómputo no son de uso exclusivo de la carrera de contabilidad, se comparten con otras carreras únicamente para el aprendizaje de herramientas ofimáticas, por otro lado en la actualidad existen diversas herramientas administrativas que permiten realizar el registro contable integral de una empresa, sin embargo, en las asignaturas de contabilidad se continúa enseñando el mismo sistema contable desde hace 15 años, además para su aprendizaje los estudiantes deben llevar su propio equipo de cómputo para hacer la instalación de una aplicación que no cuenta con licencia o bien se instalan ejecutables de prueba por únicamente 30 días limitando la capacitación en los estudiantes.

Aunado a lo anterior, en la actualidad existen nuevas tendencias en tecnologías para el análisis de datos, como el Big Data que trae consigo técnicas de minería de datos, o Google Analytics y Tableu que contienen dashboards dinámicos. Tal como lo mencionan Carmona y Muñoz (2020), el contador de hoy debe ser una persona competente e innovadora que además de ofrecer un balance general que muestre información financiera, pueda ir más allá y ofrecer información con un impacto social.

En ese sentido surge la siguiente pregunta de investigación ¿Es suficiente la inclusión tecnológica que se tiene actualmente en las Instituciones de Educación Superior, para que los estudiantes de contaduría puedan ofrecer servicios óptimos al egresar?

Por lo anterior, este trabajo presenta un análisis estructurado en dos apartados, el primero aborda diferentes estudios acerca de la adaptación de los profesionales en contabilidad a las nuevas tecnologías. El segundo eje temático presenta investigaciones que analizan la inclusión y adaptación de las tecnologías en el ambiente universitario.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo general

Analizar la importancia y la pertinencia del uso de Tecnologías de la Información y la adaptación de las innovaciones tecnológicas actuales, como parte del proceso de aprendizaje en la carrera de contabilidad.

Objetivos específicos

1. Analizar el impacto de la tecnología en la práctica contable.
2. Identificar las habilidades que deben desarrollar los estudiantes y profesionales de contaduría.
3. Discutir las oportunidades y desafíos de la tecnología en la profesión.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio se centrará en la adaptación e influencia de las tecnologías de la información en la formación académica y el ejercicio profesional de los contadores. Para ello se realiza un análisis sobre cómo la incorporación de las tecnologías (sistemas de contabilidad electrónica, software para análisis de datos, etc.) impacta tanto en la educación superior, así como en la mejora del desempeño profesional de los futuros contadores, para tales efectos este trabajo se enfocará en el contexto de Instituciones de Educación Superior del estado de Tabasco.

METODOLOGÍA

Este trabajo tiene una orientación metodológica de carácter cualitativo, con enfoque en el análisis documental, de acuerdo con Fernández et al. (2022) es un procedimiento sistemático empleado para revisar y evaluar documentos. Específicamente para efectos de este trabajo, se centra en la adopción de tecnologías en el ámbito académico y profesional de la contaduría. En ese sentido, este análisis contó con información recopilada de artículos de revistas, con el fin de triangular la información recabada de estudios realizados por otros autores tanto en México como en otros países de América Latina y que han aplicado técnicas de recolección de datos como entrevistas, encuestas o han realizado análisis de literatura y revisiones sistemáticas relacionados con el tema de estudio.

FASES DEL DESARROLLO

El contador actual, ¿adaptación o retroceso?

Se ha mencionado a lo largo de la historia que, con los avances en tecnología la profesión contable se extinguirá, puesto que el uso de herramientas tecnológicas sean hardware o software agilizan los procesos operativos y reducen el tiempo para la captura de información y la elaboración de reportes, de modo que se reduce el personal requerido en esta área y como consecuencia se disminuyen los costos del factor humano en las empresas. En ese sentido Gómez y Janampa (2020), se cuestionan si la profesión contable debe ver como una amenaza u oportunidad la cuarta revolución industrial puesto que pretende incursionar campos más completos para el crecimiento de una empresa con el apoyo de las Tecnologías de la Información (TI). Esta es una preocupación que se muestra como alarmante, ya que los autores concluyen que los profesionales de contabilidad no están preparados para afrontar los retos de la cuarta revolución que trae consigo la aplicación de inteligencia artificial y la Big Data. Por lo tanto, recomiendan la adaptación a su proceso formativo y actualización en su desarrollo profesional.

Por otro lado, Changmarín (2019) no considera que las tendencias tecnológicas actuales sean una amenaza para la profesión o que puedan reemplazar al factor humano, puesto que a lo largo del tiempo se han tenido que adaptar a diversos cambios por ejemplo, el análisis y manejo de las bases de datos para el desarrollo de sistemas contables. Sin embargo, Changmarín (2019) coincide con Gómez y Janampa (2020) en que las instituciones educativas, los organismos que regulan las normas internaciones de índole contable y los organismos profesionales como las sociedades y colegios de contadores; deben ajustar sus planes de estudio para adaptarse a los nuevos desafíos del análisis de big data, inteligencia artificial, todo tipo de sistemas de contabilidad y herramientas tecnológicas. De modo que los contadores actuales puedan ofrecer un servicio profesional más eficiente.

En ese sentido, Casal y Viloria (2007) esclarecen que la ciencia no es posible sin la investigación y que en la era de la información es importante que la contabilidad también incluya en sus procesos de investigación los aportes de la tecnología al campo con el propósito de modificar los procesos de enseñanza. Aunque este último estudio no sea tan reciente, invita a la reflexión que es un tema que se ha estudiado desde tiempo atrás en países como Colombia, Perú o Argentina y sigue siendo un tema por considerar puesto que los desarrollos tecnológicos continúan en crecimiento, pero su inclusión al gremio ha sido limitada.

Las tecnologías en la carrera de contaduría

De acuerdo con lo expuesto previamente, se esclarece que el profesional contable se ha adaptado a los cambios generacionales; sin embargo, hablando particularmente del aspecto tecnológico, aún quedan áreas de oportunidad que pueden ser aprovechadas para su incursión. En el primer apartado se abordaron las opiniones de diferentes autores acerca de sus reflexiones sobre la adaptación del contador a la era de la información, concluyendo en la modificación de los procesos de enseñanza e investigación. Por tal motivo, en este apartado se incursionará en estudios realizados desde el ambiente educativo, considerando la percepción de estudiantes y profesores de la carrera de contaduría acerca de la inclusión de tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En ese sentido, se retoma el trabajo realizado por Rojas (2019), cuyo objetivo principal fue proponer la inclusión de las TI como herramientas de enseñanza en el proceso de formación de estudiantes de contaduría en la Universidad de Carabobo Venezuela, haciendo una encuesta con preguntas dicotómicas. Los resultados de Rojas (2019) arrojaron que los estudiantes sí consideran de importancia la inclusión de las tecnologías en su plan de estudios, sin embargo, la universidad no cuenta con los recursos materiales requeridos para su adaptación. Concluyendo que impera la necesidad de incluir herramientas tecnológicas y laboratorios informáticos equipados para la capacitación de los estudiantes, debido a que en el campo laboral es requerido para la operatividad del profesional contable.

En este primer trabajo se hizo un acercamiento a la percepción de los estudiantes, ellos respondieron de una forma positiva a la inclusión tecnológica puesto que son la siguiente generación de profesionales, sin embargo, también es importante considerar la percepción de profesionistas experimentados en el ambiente laboral y que adicionalmente tienen experiencia como académicos, de modo que se pueda analizar la influencia de las tecnologías en la profesión contable.

Tal es el caso del estudio realizado por Carmona y Muñoz (2020), quienes aplicaron un cuestionario a contadores adscritos a la Universidad Remington en Colombia. De acuerdo con los resultados obtenidos se considera que los avances tecnológicos han influido de manera positiva en la profesión contable; los tipos de tecnología con mayor dominio en el ramo de la contaduría son en primer lugar las tecnologías blandas constituidas por leyes, normativas, manuales y software que agrupan conocimientos administrativos y organizacionales; seguido de las tecnologías de operación relacionadas con cambios en los procesos y métodos de trabajo. Por lo tanto Carmona y Muñoz (2020) concluyen que es necesario un uso adecuado de las tecnologías en la labor contable ya que permiten contribuir en el crecimiento y gestión organizacional.

Con lo expuesto previamente se entiende que el profesional contable debe mantener un equilibrio con las tecnologías, así como lo tiene con otras áreas de formación. Es decir, los contadores no son los nuevos tecnólogos ni viceversa pero se deben incluir las tecnologías en los programas de contaduría y actualizaciones profesionales, guardando coherencia con los propósitos de la formación y las tecnologías como un medio para lograrlo.

Por último, se menciona el análisis realizado por Barreto-Carvajal et al. (2011), apoyado de una encuesta realizada a estudiantes de cinco universidades colombianas. De las observaciones realizadas concluyen que las tecnologías no deben ser vistas únicamente como el uso de hardware (computadoras, u otros dispositivos), sino como una herramienta que se relacione con los procesos operativos en las empresas. Permitiendo que los individuos tengan acceso a realizar modificaciones acordes con las necesidades propias del área en la cual se desempeñan.

CONCLUSIÓN

Cada uno de los trabajos expuestos pasaron por un proceso distinto de desarrollo, a través de encuestas, entrevistas, análisis literarios, por mencionar algunos. Sin embargo, en su mayoría coinciden que la profesión contable no se está extinguiendo, pero requiere de una constante adaptación a las exigencias actuales de la sociedad, lo que lleva a la conclusión de que no es suficiente la inclusión tecnológica que se tiene actualmente en las Instituciones de Educación Superior, para que los estudiantes de contaduría puedan ofrecer servicios óptimos al egresar.

En ese sentido, Carmona y Muñoz (2020), Gómez y Méndez (2020) y Medina (2011) coinciden en que los profesionales de la contaduría deben mantenerse en constante capacitación y actualización no solo en temas tributarios, normativos y financieros, sino también tecnológicos de modo que puedan desarrollar sus habilidades en tecnologías blandas y operativas.

Así como los contadores que ya se encuentran en el campo laboral requieren de capacitación constante, los estudiantes de la carrera en contaduría también requieren que se les proporcionen las herramientas necesarias, para ser profesionales aptos al momento de egresar y experimentar el mundo laboral. En ese sentido, Barreto-Carvajal et al. (2011), Casal y Viloria (2007), Changmarín (2020), Rojas (2019) y Vizcanio y Becerra (2019) concluyen en la importancia de cambiar los métodos de enseñanza e incluir las tecnologías en los planes de estudio, es decir no se trata únicamente del aprendizaje de un software contable en particular o de herramientas ofimáticas, sino de una preparación más integral como el aprendizaje de sistemas de planificación empresarial ERP (por sus siglas en inglés, Enterprise Resource Planning), la inclusión de la analítica de datos como lo son las técnicas de minería de datos, principios básicos de las bases de datos, por mencionar algunos.

Si bien el uso y aplicación de estos temas puede ser de beneficio para la labor del contador actual y de utilidad para las organizaciones y empresas; estas herramientas tecnológicas han sido desarrolladas por el área informática o tecnológica. Por lo tanto, se considera pertinente realizar un estudio acerca de esta problemática, desde la perspectiva del área de tecnologías de la información. Puesto que en esta área de estudio se investigan y desarrollan innovaciones tecnológicas y con ello dar difusión de su utilidad.

Así como se han realizado estudios sobre este tema en universidades de Colombia, Perú o Venezuela por ser un tema de carácter global, se requiere la adaptación de este estudio en México para conocer el contexto del profesional contable acerca de las aptitudes tecnológicas en la actualidad.

Por lo tanto, a partir de lo expuesto en este ensayo se proponen los siguientes trabajos a futuro:

- Entrevistas o encuestas a contadores públicos acerca de la influencia de las tecnologías en el ejercicio de la profesión.
- Entrevistas o encuestas a estudiantes de diferentes universidades de la carrera de contaduría sobre su percepción de las tendencias tecnológicas, la inclusión y adaptación de innovaciones en herramientas tecnológicas para las asignaturas o planes de estudio.
- Con base en la recolección de datos previa, realizar un análisis cualitativo o cuantitativo de la información a través de herramientas como Atlas TI u otras técnicas para el análisis de datos.

A pesar de que el caso de estudio son estudiantes y profesionistas de las facultades de administración, también se verán beneficiadas las áreas de tecnologías de la información. Ya que la finalidad de estas propuestas es la inclusión de nuevas habilidades y destrezas entre los estudiantes y profesionistas. De este modo las facultades de tecnologías de la información en las universidades podrían ampliar su nicho de mercado al ofrecer sus especialidades no tan solo a profesionistas de ingeniería sino también en las facultades económico-administrativas; con ello colaborar con la actualización del gremio contable en temas de tecnología y expandirlo a otras profesiones.

BIBLIOGRAFÍA

Barreto-Carvajal, O. M., Cárdenas-Mora, S. M. y Mondragón-Hernández, S.A. (2011). Las tecnologías de la información y comunicación en la formación de contadores públicos: análisis de uso y aplicaciones en cinco universidades colombianas. Cuadernos de contabilidad. 12(30), 243-272 https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuacont/article/view/3117/2291

Carmona Henao, F. V. y Muñoz Ruiz, J. A. (2020). Influencia de los avances tecnológicos en el ejercicio de la profesión de la Contaduría. Revista Humanismo y Sociedad. 8(2), 6-21 https://doi.org/10.22209/rhs.v8n2a01

Casal, R. y Viloria, N. (2007). La ciencia contable, su historia, filosofía, evolución y su producto. Actualidad Contable FACES, (15), 19-28 http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/17418/articulo2.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Changmarín Reyes, C. A. (2020). El reto profesional para los contadores públicos ante las innovaciones tecnológicas. Revista Visión Contable. (22), 92-116 https://doi.org/10.24142/rvc.n22a5

Chávez Chávez, J.L. (2015). Contabilidad electrónica, un paso fuerte a la modernización contable. Ciencias Empresariales. (25), 70-86 https://www.iaidres.org.mx/assets/revista25.pdf#page=74

Fernández, M., Postigo, A., Pérez, L. y Alcaraz, N. (2022). Cómo hacer investigación cualitativa en el área de tecnología educativa. RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa, 13, 93-116https://doi.org/10.6018/riite.547251

Gómez Méndez, J. y Janampa Acuña, N. (2020). El contador público frente a la cuarta revolución industrial. QUIPUKAMAYOC. 28(57). 25-33 http://dx.doi.org/10.15381/quipu.v28i57.18418

Medina López, Y. (2011). El hombre y la tecnología en la actividad contable. Contribuciones a la Economía. 9(2) https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9179050

Rojas, G. (2019). Uso de tecnologías de información y comunicación en el proceso de formación de estudiantes de contaduría pública. Talento Revista de Administración. 1(1), 54-64 https://doi.org/10.33996/talento.v1i1.5

Vizcaino, A. M. y Becerra, G. A. (2019). Uso de un software contable como estrategia en el proceso de enseñanza de la asignatura de contabilidad. Espacios. 40(36) https://www.revistaespacios.com/a19v40n36/a19v40n36p01.pdf

La innovación de la Realidad Virtual como apoyo en la educación actual.

Miguel Marcelino Carballo Ramírez [1]
Erika Yunuen Morales Mateos[2]
Oscar Alberto Gonzales Gonzales[3]

[1]Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, E-mail: miguelmarcelino2001@gmail.com
[2]Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, E-mail: erika.morales@ujat.mx
[3]Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, E-mail: oscar.gonzales@ujat.mx

Línea de investigación: Realidad Virtual, Aumentada y Mixta

RESUMEN

En este trabajo se realizó una revisión de la literatura con sobre la Realidad Virtual en la educación, con el objetivo de proporcionar un panorama actual sobre este tema. Se empleó la metodología PRISMA para el desarrollo de la investigación, como fuente de los artículos la plataforma SciELO, se analizó la información seleccionada en base a criterios de inclusión, estructurándola, abarcando la evolución que tuvo la realidad virtual implementada en la educación en los últimos nueve años. En base a la información recopilada el resultado indica que llevar a cabo la correcta implementación de la realidad virtual beneficia los métodos de enseñanza de los distintos países en los que se ha aplicado, no solo para los estudiantes, también para los profesores y los estudiantes con necesidades especiales del nivel educativo básico, medio y superior. Los artículos cuentan con objetivos variados los cuales se resumen en medir la efectividad de la implementación en sus institutos y por otra parte se investigan de los efectos de la implementación en distintas áreas estudiantiles incluyendo estudiantes con necesidades especiales, también se analizó el impacto que tuvo el COVID-19 y como influyó en la implementación de la realidad virtual para una educación de calidad de manera remota, analizando los dispositivos y la tecnología utilizada en todo el confinamiento sin perder calidad en la educación. Se detectó que los dispositivos de la marca Oculus fueron los dispositivos que mayor número de instituciones educativas optan por adquirir, por otra parte, para estudiantes con necesidades especiales se utilizan sensores de movimiento como el Kinect que permiten analizar con mayor facilidad los avances que tienen los estudiantes trasladando los movimientos de manera física al plano virtual en entornos seguros.

ABSTRACT

In this work, a literature review was carried out on Virtual Reality in education, with the aim of providing a current overview of this topic. The PRISMA methodology was used for the development of the research, the SciELO platform was used as a source of articles, the selected information was analyzed based on inclusion criteria, structuring it, covering the evolution of virtual reality implemented in education in the last nine years. Based on the information collected, the result indicates that carrying out the correct implementation of virtual reality benefits the teaching methods of the different countries in which it has been applied, not only for students, but also for teachers and students with special needs at the basic, middle and higher education levels. The articles have varied objectives which are summarized in measuring the effectiveness of the implementation in their institutes and on the other hand, the effects of the implementation in different student areas are investigated, including students with special needs, the impact that COVID-19 had and how it influenced the implementation of virtual reality for quality education remotely was also analyzed, analyzing the devices and technology used throughout the confinement without losing quality in education. It was detected that Oculus brand devices were the devices that the largest number of educational institutions choose to acquire, on the other hand, for students with special needs, motion sensors such as Kinect are used, which make it easier to analyze the progress that students have by transferring their movements physically to the virtual plane in safe environments.

INTRODUCCIÓN

La realidad virtual es estar inmerso en un entorno totalmente digital en el cual los sentidos se ven afectados por ende se pierde parcial o totalmente los sentidos, esto permite simular o interactuar en un espacio/situación aparentemente real para la percepción. Para ello se utilizan distintos dispositivos como lentes, guantes, cascos, esto se debe a que se busca que la sensación sea lo más real posible para los usuarios y se sientan en un estado de inmersión total.

El auge de las innovaciones tecnológicas ha propiciado que la realidad virtual se pueda tener al alcance de las manos con un simple celular que se adapte con materiales con los que se cuenta cotidianamente, esto radica en que en las escuelas sin importar el nivel académico que se puedan permitir el uso de celulares o similares puedan tener acceso a un nuevo método de enseñanza con la realidad virtual.

El uso de la tecnología en el rubro del aprendizaje ha sido un medio significativo por el cual las escuelas de México han tenido mejoras con la forma de aprendizaje de los alumnos, según el Instituto Mexicano de la Juventud "Las nuevas tecnologías han profundizado las transformaciones en los modos de organización y de pertenencia de las juventudes no sólo de México, sino de todo el mundo. Estos cambios, se han dinamizado y acelerado por la velocidad de la innovación técnica, así como por la velocidad con que las generaciones más recientes incorporan esas innovaciones a su vida diaria." (IMJUVE, 2017)

En México la realidad virtual no sólo se utiliza en escuelas para mejorar los métodos de enseñanza, empresas, instituciones e institutos también han demostrado saber aprovechar la realidad virtual para capacitaciones o entrenamientos de su personal, según el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias "En el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) los sistemas basados en realidad virtual, ALEn3D y 3DMaPPS, constituyen proyectos de alto impacto, los cuales tienen como objetivo la capacitación y entrenamiento del personal que lleva a cabo tareas de alto riesgo. Dichos sistemas permiten hacerlo sin poner en riesgo al individuo, ni a los equipos involucrados, gracias al uso de ambientes virtuales 3D con elementos de animación e interacción, que además permiten la autocapacitación." (INEEL, 2011)

Sin embargo, la realidad aumentada ha tenido un auge no sólo en México, al hablar de una tecnología en desarrollo constante, muchos países subdesarrollados o completamente desarrollados se ven involucrados directamente, con temas de inversión económica, de investigación y del capital humano necesario para la investigación y el desarrollo constante de estas tecnologías.

Por otra parte, el sector privado también tiene grandes avances tecnológicos con los aportes en el desarrollo de nuevos e innovadores dispositivos que se utilizan día con día en la realidad virtual, empresas líderes en este sector son Oculus, Microsoft, Qualcomm y NVIDIA, pero no hay que olvidar que existen dispositivos pocos convencionales con los cuales se pueden acceder al mundo virtual e interactuar con él.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

Objetivo General

Analizar el impacto y la efectividad de la realidad virtual como herramienta de apoyo en la educación en general de los distintos países del mundo, destacando sus beneficios, desafíos y el potencial para transformar los métodos de enseñanza tradicionales.

Objetivos Específicos

- Examinar las principales aplicaciones de la realidad virtual en entornos educativos.
- Investigar estudios de caso de instituciones educativas de distintos países que hayan integrado la realidad virtual en sus planes de estudio, analizando los resultados obtenidos en la retención de conocimientos y mejoras en los métodos de enseñanza tradicionales.
- Identificar el papel de la realidad virtual en el fomento de la inclusión educativa con estudiantes que tienen necesidades especiales.
- Evaluar las tendencias futuras y el potencial de desarrollo de la realidad virtual en el campo educativo del siglo XXI.

OBJETO DE ESTUDIO

El estado del arte es el objeto de estudio de este artículo, esto con el fin de brindar una visión amplia e integral del estado actual en el que se encuentra la realidad virtual, el artículo está conformado por literatura ya existente del tema tratado, tomando en cuenta las principales tendencias, beneficios también, tomando en cuenta en cómo se ha implementado para así profundizar el estado del arte con los beneficios de la realidad virtual en la educación.

METODOLOGÍA

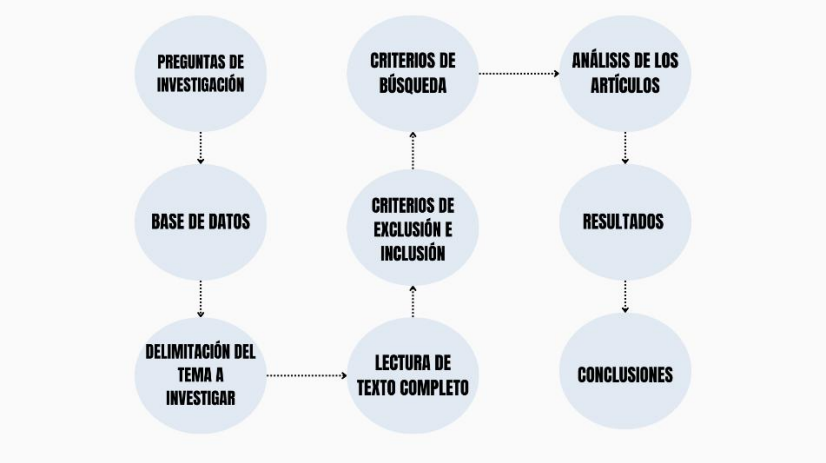
En esta investigación se utilizó la metodología PRISMA. Esta metodología permite la revisión sistemática de distintos trabajos de investigación, la cual proporciona un enfoque estructurado y transparente para la recopilación, evaluación y síntesis. Asimismo, ayuda a garantizar que los informes de revisiones sistemáticas y metaanálisis sean completos, precisos y reproducibles, facilitando la evaluación crítica de la evidencia científica.

FASES DEL DESARROLLO

Implementar la metodología PRISMA implica llevar las etapas que se observan en la Figura1, las cuales permiten llevar a cabo la revisión sistemática de artículos de investigación.

Figura 1:

Framework del Método Prisma para la Revisión Sistemática



Preguntas de investigación:

Como primera etapa, se necesita partir desde el inicio y saber que rumbo llevará la investigación, para ello las preguntas de investigación son importantes, las cuales son:

- ¿Cuáles son los beneficios más significativos que la realidad virtual aporta a la educación actual?
- ¿Qué papel juega la realidad virtual en la educación inclusiva para personas con capacidades diferentes y en la forma en que mejora a estudiantes con necesidades especiales en su aprendizaje?
- ¿Cuál es el impacto que tiene la realidad virtual en la retención de conocimientos y habilidades en comparación a los métodos de enseñanza tradicionales?
- ¿Cuáles son las tendencias futuras en el uso de la realidad virtual en la educación a nivel global?

Con estas preguntas se busca abarcar los temas más importantes que se deben incluir en la investigación para conocer los beneficios de implementar la realidad virtual en las instituciones educativas.

Base de datos:

La base de datos de la cual se obtuvieron los artículos para la investigación es SciELO, ya que esta plataforma da libre acceso a una extensa base de datos de artículos en distintos idiomas de distintos países. Para recopilar los artículos se realiza una búsqueda inicial con una delimitación establecida la cual es el tema principal del artículo, se toman en cuenta todos los artículos que se hayan publicado en los últimos 9 años.

Delimitación del tema a investigar:

La realidad virtual aplicada en la educación es el tema principal, del cual se investigaron artículos, entre toda la información recopilada había artículos que hablaban de temas muy interesantes pero que no abordaban el tema educativo y se descartaron, en esta investigación también se incluyen otras investigaciones de la realidad virtual en la educación de años anteriores para comparar como han sido los avances a lo largo del tiempo.

La primera búsqueda realizada fue “Realidad virtual en la educación” en SciElo arrojando un total de 140 resultados.

Figura 2:

Resultados de la Primera Búsqueda en SciElo.



Se realizaron 3 búsquedas en total, 1 por cada idioma requerido, dando un total de 3 búsquedas que dieron un resultado de 589 artículos que son candidatos para enriquecer la investigación en curso.

Criterios de inclusión y exclusión:

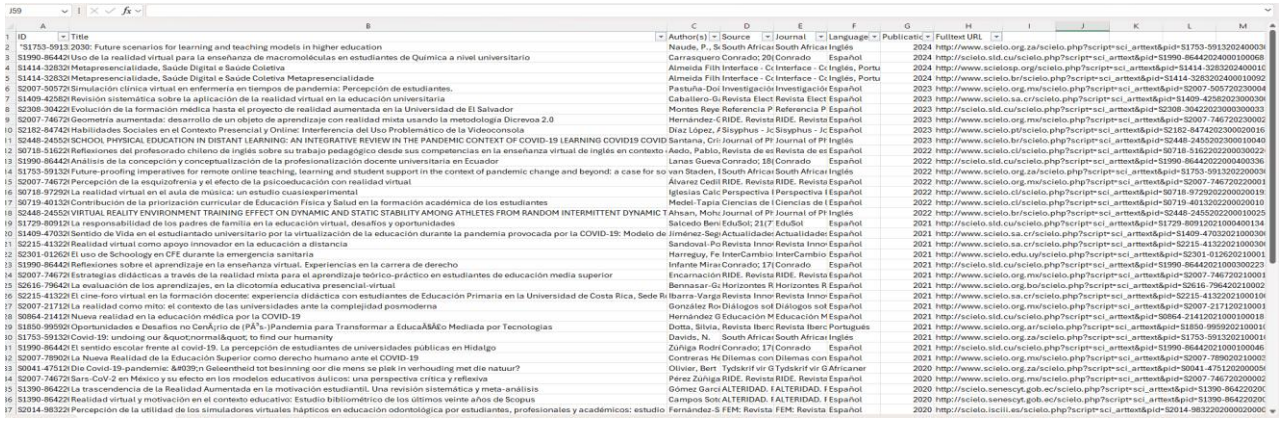
Criterios de inclusión

- Los artículos sobre temas educativos que implementen el uso de tecnologías de realidad virtual
- Documentos que estén en idioma español, inglés y portugués
- Inclusión de todos los países posibles para analizar las diferentes formas en que se implementa la realidad virtual y sus beneficios
- Fecha de publicación del 2015 al 2024
- Estado del arte

Al realizar las 3 búsquedas correspondientes, los resultados se exportaron en un formato compatible con Excel para el tratamiento de la información.

Figura 3:

Concentrado en Excel de los Resultados Obtenidos en SciElo.



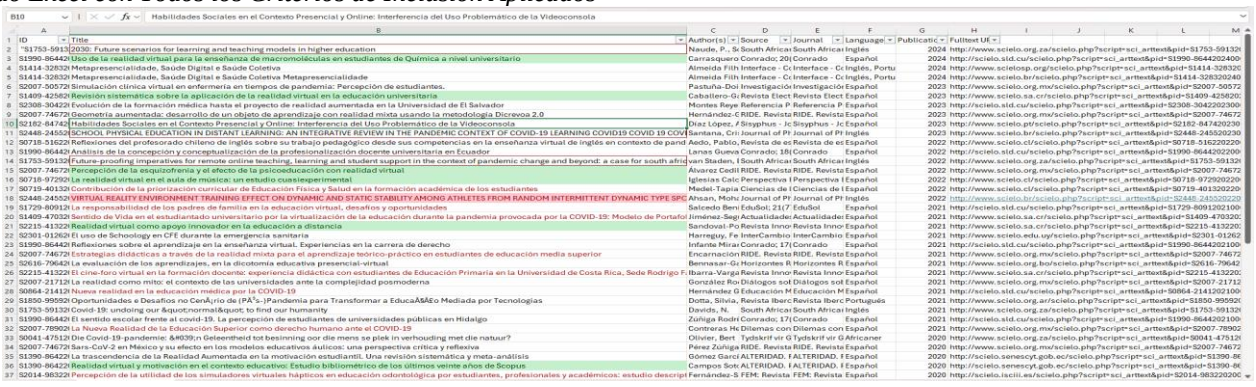
Teniendo toda la información en Excel, con ayuda de las herramientas el siguiente paso es resaltar las celdas que contengan la oración "realidad virtual" en el título de su trabajo incluyendo su traducción a los 2 idiomas faltantes (inglés y portugués).

Esto se realiza para descartar los artículos que no hablan de la realidad virtual pero que entraron a la búsqueda de SciElo, dejando sólo los artículos que son posibles aspirantes a la lectura de su literatura para continuar con el análisis.

Aplicando los criterios de inclusión restantes y resaltando las celdas de una manera distinta dependiendo del criterio aplicado indican que un artículo puede enriquecer la investigación, se analizan los artículos que están resaltados de una o más formas por los filtros aplicados con los criterios de inclusión.

Figura 4:

Concentrado Excel con Todos los Criterios de Inclusión Aplicados



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo de la RV en la educación a lo largo de los últimos años

Los primeros artículos encontrados en la investigación realizada, arrojan información del uso y cómo se implementaba de manera tecnológica en la educación la realidad virtual desde el año 2015, un artículo muy interesante es el de un paciente con Síndrome de Down, artículo el cual lleva por nombre "Realidade Virtual como Intervenção na Síndrome de Down: uma Perspectiva de Ação na Interface Saúde e Educação", en ese artículo se explica detalladamente cómo se llevó la intervención, en la cual se evaluó al individuo y su desempeño psicomotriz, la implementación de la realidad virtual en le educación del individuo significó una mejora en las habilidades motoras globales, el equilibrio, la disposición corporal y la organización espacial, sin embargo, el desarrollo de las habilidades motoras finas y la organización del lenguaje/temporal se mantuvo estable.

En el año 2016, se realizó una investigación muy importante con pacientes que tienen parálisis cerebral en una escuela de educación especial, el artículo lleva por nombre "Evaluation of gross motor function before and after virtual reality application", se realizaron pruebas en infantes de un rango de edad los cuales presentaban esa condición de salud, los individuos presentaron mejoras en las dimensiones evaluadas después de aplicar la realidad virtual.

Para el año 2017, se llevó a cabo la integración de tecnología totalmente enfocada a la realidad virtual inmersiva con fines didácticos en una universidad de México, el artículo en cuestión lleva por nombre "Uso didáctico de la realidad virtual inmersiva con interacción natural de usuario enfocada a la inspección de aerogeneradores", en este caso se utilizaron lentes Oculus rift y un equipo de Kinect, la implementación fue todo un éxito, en el artículo se especifica que gran mayoría de las personas que interactuaron con estas tecnologías no tenían conocimiento previo con videojuegos, pero eso no fue impedimento para que los individuos evaluados hayan aprobado satisfactoriamente el mundo virtual inmersivo para la inspección de aerogeneradores.

Pasando al año 2018 hay un artículo muy interesante en el cual explica detalladamente como se llevó a cabo la integración de una app de realidad aumentada y realidad virtual en la educación básica de un grupo escolar de niños, el nombre del artículo es "EnseñAPP: Aplicación Educativa de Realidad Aumentada para el Primer ciclo de Educación Primaria", los resultados de la app en su implementación demuestran que los niños se sienten muy atraídos por esta tecnología y su desempeño académico mejoro considerablemente gracias a un modelo de enseñanza y aprendizaje más dinámico.

Dando un salto hasta el año 2020 un artículo habla acerca de cómo los estudiantes odontología con simuladores apáticos, el cual lleva el nombre de "Percepción de la utilidad de los simuladores virtuales hápticos en educación odontológica por estudiantes, profesionales y académicos: estudio descriptivo observacional", en este caso los simuladores hepáticos 3D de alta fidelidad se usaron como una herramienta con fines didácticos por los estudiantes, en entornos controlados, seguros y simulado en dónde casi en su totalidad los estudiantes aceptaron que la implementación de esta tecnología fue de beneficio para su educación y aprendizaje.

En el año 2021, la Universidad del Estado Libre (University of the Free State) de Sudáfrica desarrolló un entorno virtual de escritorio para sus estudiantes de enfermería a causa del COVID 19, en el artículo llamado "The reality of virtual reality at a South African university during the COVID-19 pandemic" se explica que implementar esta tecnología en tiempos de pandemia presentó mejoría en el rendimiento de sus alumnos, a pesar de las dificultades que trajo la pandemia, gracias a la implementación del entorno virtual los estudiantes recibieron una educación de buena calidad.

Para el año 2022 se realizó una investigación del tipo exploratorio transversal en una clase de música para niños que están aprendiendo a tocar algún instrumento musical o que ya cuentan con conocimientos en el manejo de instrumentos musicales, el artículo en cuestión tiene el nombre de "La realidad virtual en el aula de música: un estudio cuasiexperimental", se utilizaron lentes de realidad virtual y distintas PC's, haciendo que la experiencia sea inmersiva y no inmersiva, los resultados fueron favorables hacia los medios audiovisuales inmersivos potenciando los procesos de aprendizajes.

Continuando ahora en el 2023, una profesora de la Universidad Pública de Ecuador publica un artículo detallando como en dicha universidad un grupo de estudiantes de sexto semestre de la carrera de enfermería llevaron a cabo sus prácticas, el artículo en cuestión se llama "Simulación clínica virtual en enfermería en tiempos de pandemia: Percepción de estudiantes." , en dicho artículo se detalla como remotamente se realizaban las prácticas en un entorno de simulación virtual, en la cual el índice de satisfacción es de 70%, propiciando un ambiente de aprendizaje favorable gracias a implementar tecnologías de realidad virtual en sus prácticas.

Por último, en el año actual (2024), la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil implementó el uso de la realidad virtual para el estudio de macromoléculas, el estudio y los resultados se explican en el artículo llamado "Uso de la realidad virtual para la enseñanza de macromoléculas en estudiantes de Química a nivel universitario", el estudio se llevó a cabo con dispositivos Meta Quest 2 Advanced, propiciando que la experiencia haya sido inmersiva, esto benefició enormemente el aprendizaje de los estudiantes y se vio reflejado en que los estudiantes mostraran gran interés por el uso de la realidad virtual y aceptaran que el uso de esta mejorara el proceso educativo.

Análisis sistemático

En base al análisis sistemático implementado con la metodología PRISMA, hay una gran variedad de datos que demuestran los distintos niveles educativos en los que se ha implementado la realidad virtual y los principales países que han publicado artículos con la información referente a como han sido los beneficios, los cuales se mostrarán en la tabla uno.

Tabla 1:
Nivel de Estudio Donde se Implementó la Realidad Virtual.

Nivel de estudio en el que se aplica	Título	País
Básico	La realidad virtual en el aula de música: un estudio cuasiexperimental	Chile
	La Realidad virtual como mediadora de aprendizajes: Desarrollo de una aplicación móvil de Realidad Virtual orientada a niños	Argentina
	Realidade Virtual como Intervenção na Síndrome de Down: uma Perspectiva de Ação na Interface Saúde e Educação	Brasil
	Evaluation of gross motor function before and after virtual reality application	Brasil
Medio	Opinión de futuros equipos docentes de educación primaria sobre la implementación del mobile learning en el aula	España
Superior	Uso de la realidad virtual para la enseñanza de macromoléculas en estudiantes de Química a nivel universitario	Ecuador
	Simulación clínica virtual en enfermería en tiempos de pandemia: Percepción de estudiantes.	México
	Revisión sistemática sobre la aplicación de la realidad virtual en la educación universitaria	Perú
	La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional	Brasil
	Percepción de la esquizofrenia y el efecto de la psicoeducación con realidad virtual	México
	Análisis del uso de espacios virtuales en educación superior	México
	Realidad virtual como apoyo innovador en la educación a distancia	Costa Rica
	Percepción de la utilidad de los simuladores virtuales hápticos en educación odontológica por estudiantes, profesionales y académicos: estudio descriptivo observacional	Chile
	Uso didáctico de la realidad virtual inmersiva con interacción natural de usuario enfocada a la inspección de aerogeneradores	México
	The Impact of a Structured Virtual Reality Simulation Training Curriculum for Novice Endoscopists	Portugal
	The reality of virtual reality at a South African university during the COVID-19 pandemic	Sudáfrica
Todos los niveles	Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus	España
	Realidad virtual y sus aplicaciones en trastornos mentales: una revisión	Chile
	Aplicaciones de la arqueología virtual para la Educación Patrimonial: análisis de tendencias e investigaciones	España Sudáfrica

En base a los resultados obtenidos en la tabla uno, se obtiene un concentrado de los países que han publicado uno o más artículos encontrados en la investigación que puede apreciar en la figura dos.

Figura 5:
Concentrado de Artículos Publicados por País

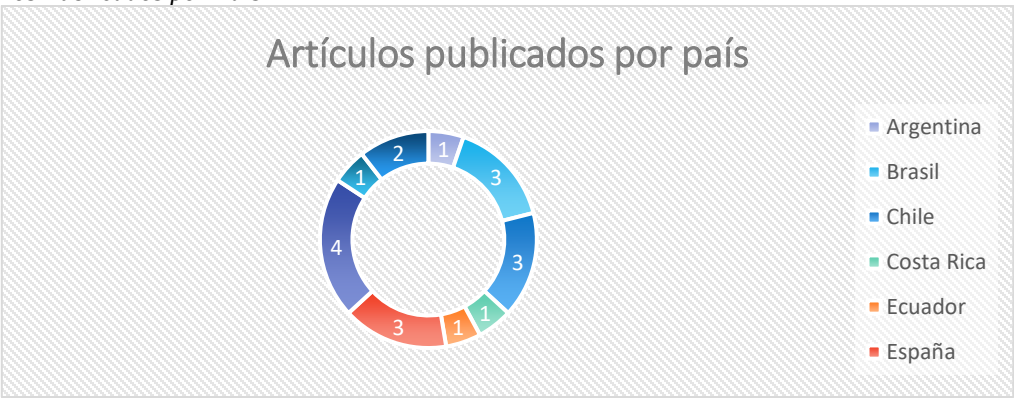


Figura 6:
Concentrado de los Artículos Encontrados por su Nivel Educativo.



Como se observa en la figura tres, más de un 50% de los artículos que se han analizado han sido en el nivel superior, este resultado se debe a que la integración de nuevas tecnologías y modernización de los métodos de enseñanza en las universidades siempre están en constantes cambios, también esto se debe a que se vivió una pandemia a nivel global la cual forzó el cambio en la enseñanza tradicional pasando a una enseñanza a distancia.

A raíz de la pandemia las instituciones educativas de cualquier nivel, en especial las universidades optaron por integrar totalmente las tecnologías de información y comunicación a sus planes de estudios, integrar la realidad virtual las prácticas que realizan los estudiantes universitarios se hacen en entornos controlados, simulados y seguros.

Para el nivel básico hay un 20% de implementación, el resultado se debe a que en niños es importante estimular el interés y la motivación por el estudio, esto se logra con entornos inmersivos que capten totalmente la atención de los individuos que están comenzando sus estudios básicos. El aprendizaje que se obtiene por implementar la realidad virtual pasa a modificar el método de enseñanza tradicional y pasa a ser un aprendizaje experiencial e inmersivo, por el cual se pueden desarrollar sus habilidades y conocimientos de manera práctica.

Incluir esta tecnología en niños que tienen dificultades de aprendizaje o que tienen necesidades especiales brinda oportunidades que métodos de enseñanza tradicionales no pueden ofrecer, a raíz de esto, las escuelas brindan accesibilidad e inclusión para niños que no podían acceder a una educación de calidad.

En los artículos que entran en la categoría de todos los niveles educativos se encuentran un 20% de los artículos que investigaron o implementaron la realidad virtual, este resultado brinda información valiosa, implementar la realidad virtual en todos los niveles educativos ofrece una mejoría en la calidad de la educación de todos los estudiantes, incluyendo estudiantes que tienen necesidades especiales, fomentando la creatividad e imaginación en entornos simulados donde se estimule principalmente el aprendizaje de una manera dinámica fomentando el interés por parte de los estudiantes de todos los niveles educativos.

Al incluir la realidad virtual en los planes de estudio de todos los niveles educativos, permite que se desarrollen actividades dinámicas en las cuales se busca y fomenta el desarrollo, interés, también el entendimiento de los temas o áreas dónde se haya implementado.
Para el nivel medio, sólo hay un 5% de la totalidad de artículos que se encontraron, estos datos arrojan un resultado que indica que el área de interés de las escuelas está enfocada en otros niveles, pero esto también crea una desigualdad en la calidad del aprendizaje que las escuelas brindan, el nivel educativo medio es una etapa importante en el desarrollo estudiantil de cualquier individuo.
Reforzar el nivel educativo medio con realidad virtual, involucra mejoras en la calidad educativa como se menciona anteriormente, en especial porque es el antecesor del nivel superior, para los individuos que desean estudiar una carrera universitaria es muy importante tener conocimientos que le favorezcan su desarrollo profesional basándose en experiencias prácticas que se obtienen con un aprendizaje adaptado y personalizado que ofrece la realidad virtual. Adaptar la realidad virtual en escuelas de nivel medio implica que el plan de estudio y el aprendizaje se vean ampliamente mejorados, ofreciendo interacciones total o parcialmente inmersivas para los estudiantes y docentes.

Tabla 2:
Autor(es) y Objetivo de los Artículos

Año	Autor(es)	Título del artículo	Objetivo
2022	Iglesias Calonge, Pedro	La realidad virtual en el aula de música: un estudio cuasiexperimental	Evaluar la efectividad del uso de la realidad virtual en una clase de música en contexto escolar.
2021	Chirinos Delfino, Yesica	La Realidad virtual como mediadora de aprendizajes: Desarrollo de una aplicación móvil de Realidad Virtual orientada a niños	Investigación y análisis de la realidad virtual en entornos educativos como tecnología mediadora para la enseñanza y aprendizaje
2015	Sulen Morales de, Lorenzo	Realidade Virtual como Intervenção na Síndrome de Down: uma Perspectiva de Ação na Interface Saúde e Educação	Evaluar los resultados obtenidos de las intervenciones que se utilizaron con la realidad virtual para abordar las necesidades psicomotoras de un niño con Síndrome de Down
2016	Da Silva Pereira, Luisa	Evaluation of gross motor function before and after virtual reality application	Analizar y evaluar los efectos de la realidad virtual en la función motora gruesa de personas con parálisis cerebral.
2024	Carrasquero Ferrer, Sedolfo Jose	Uso de la realidad virtual para la enseñanza de macromoléculas en estudiantes de Química a nivel universitario	Determinar la percepción que tienen los estudiantes universitarios en el aprendizaje de macromoléculas utilizando la realidad virtual
2023	Pastuña-Doicel a, Rosa	Simulación clínica virtual en enfermería en tiempos de pandemia: Percepción de estudiantes.	Analizar y determinar la percepción de un grupo de 6to semestre de enfermería, en la cual se analiza su percepción y desempeño estudiantil con la simulación de una clínica implementando la realidad virtual
2023	Caballero-Garrizado, Javier Alfredo	Revisión sistemática sobre la aplicación de la realidad virtual en la educación universitaria	Investigación y análisis de la realidad virtual y aumentada en el proceso de aprendizaje de los universitarios
2021	Ferreira Sousa, Rigovaldo	La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional	Contribuir al estudio de la implementación de la realidad virtual cómo herramienta en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación básica y profesional

Año	Autor(es)	Título del artículo	Objetivo
2022	Álvares Cedillo, Jesús Antonio	Percepción de la esquizofrenia y el efecto de la psicoeducación con realidad virtual	Investigación cualitativa que se basa en la teoría fundamentada, se llevó a cabo la aplicación de codificación mediante el *software* libre Tagette en pacientes con esquizofrenia.
2022	Pérez García, Édgar Alfonso Rodríguez Sánchez, José de Jesús	Análisis del uso de espacios virtuales en educación superior	Investigación y análisis de espacios virtuales impartidas por profesores universitarios incorporando TICs en la práctica docente
2021	Sandoval-Poveda, Ana María Tabash-Pérez, Farith	Realidad virtual como apoyo innovador en la educación a distancia	Explorar y validar el uso de la realidad virtual como una herramienta educativa en el contexto de la educación a distancia en la Universidad Estatal a Distancia
2020	Fernandéz-Sagredo, Marcelo	Percepción de la utilidad de los simuladores virtuales hápticos en educación odontológica por estudiantes, profesionales y académicos: estudio descriptivo observacional	Determinar y analizar la percepción que tienen los estudiantes de odontología, profesionales y académicos sobre la utilidad de los simuladores virtuales hápticos para la práctica en odontología
2017	Cantón Enríquez, Daniel	Uso didáctico de la realidad virtual inmersiva con interacción natural de usuario enfocada a la inspección de aerogeneradores	Descripción del uso de H sistemas virtuales educativos donde se toma como caso de estudio un sistema de realidad virtual 3D inmersivo con fines didácticos
2022	Silva Mendes Sofia	The Impact of a Structured Virtual Reality Simulation Training Curriculum for Novice Endoscopists	Desarrollar y evaluar un programa que sea estructurado y progresivo entrenamiento en endoscopia digestiva alta (EDA) y colonoscopia, utilizando simuladores de realidad virtual para estudiantes principiantes
2021	B S, Botha	The reality of virtual reality at a South African university during the COVID-19 pandemic	Desarrollo y evaluación de la viabilidad de un entorno virtual basado en escritorio, creado para superar las limitaciones impuestas por la COVID-19 en la educación de estudiantes de enfermería
2020	Campos Soto, María Natalia	Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus	Analizar la situación actual de las investigaciones en la base de datos Scopus sobre el uso de la realidad virtual en la educación, dando énfasis en su capacidad para mejorar la motivación en los procesos de enseñanza-aprendizaje
2018	Brito C, Héctor Vicente P, Benjamín	Realidad virtual y sus aplicaciones en trastornos mentales: una revisión	Brindar una revisión sistemática de la literatura de la utilización de

Año	Autor(es)	Título del artículo	Objetivo
			la realidad virtual en problemas de la salud mental y en donde los individuos pueden experimentar repetidamente sus situaciones problemáticas y aprender, a través de tratamientos psicológicos
2017	Rivero, Pilar Feliu, María	Aplicaciones de la arqueología virtual para la Educación Patrimonial: análisis de tendencias e investigaciones	Explorar cómo la arqueología virtual puede contribuir a la educación patrimonial mediante su integración en propuestas didácticas utilizando diversas metodologías.
2024	P, Naude M, Southerland	2030: Future scenarios for learning and teaching models in higher education	Explorar los posibles escenarios futuros en la educación superior que podrían ser atractivos para los estudiantes de la Generación Alpha y sus padres millennial en un mundo Post-pandémico

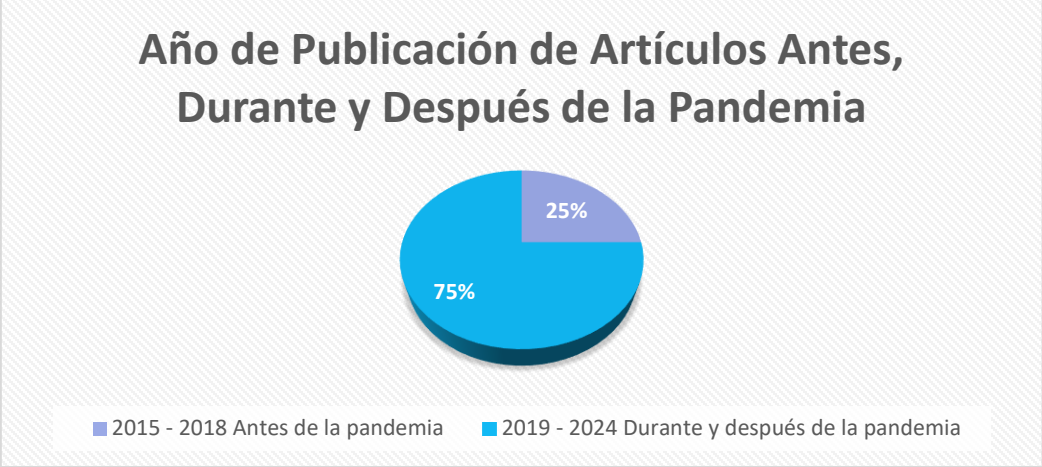
Con la información obtenida en la Tabla 2, se obtiene una gráfica con el concentrado de artículos que se publicaron antes de la pandemia y durante/después de la misma.

Los objetivos son variados, pero todos tienden a ser similares en algunos aspectos los cuales son;

- Análisis de la efectividad de implementarlo en un grupo de estudiantes
- Investigación de los beneficios que se han encontrado en otros estudios
- Efectos que se tienen en pacientes con capacidades especiales
- Adaptación de los estudiantes y los profesores

Figura 7:

Concentrado de Años de Publicación de Artículos por Grupo



Como se observa en la figura cuatro, del año 2015 al 2018 hubo un total de 5 artículos publicados antes de la pandemia. En el año de 2019 a 2024, se identificaron un total de 14 artículos publicados mientras se vivía la pandemia y su posterioridad.

El análisis de estos datos demuestra el gran avance que hubo con la realidad virtual derivado de la pandemia por COVID-19, el auge en la implementación de nuevas TIC en los distintos niveles educativos derivó de la necesidad de brindar educación a distancia de buena calidad en la cual se priorizaba y se prioriza que los estudiantes obtengan los conocimientos brindados por su institución educativa.

CONCLUSIÓN

En este artículo en el cual se aplicó una amplia investigación, basada en la revisión de 20 artículos académicos, ha demostrado de manera consistente que la realidad virtual tiene un impacto positivo en su integración al plan de estudio de todos los niveles educativos. Todos los artículos revisados coinciden en que la implementación de tecnologías de realidad virtual ofrece beneficios significativos en diversos contextos educativos incluyendo a los estudiantes con necesidades especiales.

Los resultados de la investigación destacan que la correcta implementación de la realidad virtual en las escuelas y sus planes de estudio no solo mejora la comprensión de conceptos complejos que obtienen los alumnos al proporcionar experiencias inmersivas y prácticas, sino que también fomenta una mayor motivación y participación entre los estudiantes. Por otra parte, la capacidad de simular entornos y situaciones que serían difíciles de recrear en un aula tradicional permite una adaptación más personalizada a las necesidades individuales de aprendizaje, beneficiando en gran medida la retención de conocimientos, en las experiencias totalmente inmersivas provoca mayor interés en los estudiantes independientemente de su nivel educativo.

Una nueva tendencia tecnológica la cual se encuentra en constante desarrollo que busca brindar experiencias sensoriales es la tecnológica háptica, las experiencias multisensoriales permiten enriquecer significativamente las experiencias de aprendizaje que tienen los alumnos en los mundos virtuales inmersivos. Al tratarse de una experiencia dónde se permite sentir y manipular objetos virtuales, se puede combinar con la realidad virtual, creando así la realidad virtual háptica, esta combinación crea una experiencia totalmente nueva permitiendo visón, audio y sensaciones táctiles, en la cual se permite interactuar de manera más natural y realista, aplicándose al ámbito estudiantil abre las puertas a realizar actividades o prácticas totalmente inmersivas y multisensoriales, captando aún más la atención de los estudiantes.

El constante desarrollo de dispositivos que permiten interactuar con el mundo de la realidad virtual ofrece una amplia gama de opciones a elegir, al ser la tecnología del momento distintas empresas buscan ofrecer dispositivos novedosos. Actualmente los dispositivos comúnmente utilizados por las instituciones educativas que integran la realidad virtual en sus aulas y planes de estudio son Oculus Quest 2 y los Oculus Rift S, esto concuerda con la investigación realizada en este artículo porque en los proyectos vistos en la investigación realizada en varias ocasiones se menciona el uso de estos dispositivos.

Existe una mayor accesibilidad a dichos dispositivos actualmente, en años anteriores a la pandemia tener acceso o cómo institución poder adquirir estos dispositivos solía ser más complicado por temas de costos y pocos avances tecnológicos. Actualmente adquirir un dispositivo para interactuar con la realidad virtual es mucho más accesible que antes, existe una amplia gama de dispositivos para elegir, los dispositivos más novedosos comienzan a combinar la tecnología háptica. Cabe recalcar que en esta investigación se encontraron dispositivos poco convencionales usados en casos de estudiantes con necesidades especiales, dispositivos como consolas de videojuegos Xbox 360 y un sensor de movimiento Kinect.

Para concluir, actualmente implementar la realidad aumentada significa mejorar los métodos de enseñanza tradicionales, beneficiando enormemente la capacidad de retención de conocimientos de los estudiantes, interactuando de manera dinámica y en tiempo real con el mundo virtual. La capacidad de la realidad virtual para beneficiar el aprendizaje de los estudiantes con necesidades especiales es una realidad, al estar en ambientes controlados, interactivos, seguros y sobre todo personalizados según sus necesidades se ofrece un método de educación totalmente innovador, en el que se prioriza la enseñanza personalizada según las necesidades del estudiante.

REFERENCIAS

IMJUVE, (2017). *La importancia de la tecnología para las juventudes*. gob.mx. de http://www.gob.mx/imjuve/articulos/la-importancia-de-la-tecnologia-para-las-juventudes

INEEL, (2011). *La importancia de la tecnología para las juventudes*. gob.mx. de http://www.gob.mx/imjuve/articulos/la-importancia-de-la-tecnologia-para-las-juventudes

BIBLIOGRAFÍA

Botha, B., Dyk, L. H., & Nyoni, C. (2021). The reality of virtual reality at a South African university during the COVID-19 pandemic. *African Journal of Health Professions Education*, *13*(3), 199–200. https://doi.org/10.7196/ajhpe.2021.v13i3.1503

Caballero-Garriazo, J. A., Rojas-Huacanca, J. R., Sánchez-Castro, A., & Lázaro-Aguirre, A. F. (2023). Revisión sistemática sobre la aplicación de la realidad virtual en la educación universitaria. *Revista Electrónica Educare*, *27*(3), 1–18. https://doi.org/10.15359/ree.27-3.17271

Cedillo, J. a. Á., Sánchez, T. Á., & Vásquez, A. G. (2022). Percepción de la esquizofrenia y el efecto de la psicoeducación con realidad virtual. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, *12*(24). https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1190

C, H. B., & P, B. V. (2018). Realidad virtual y sus aplicaciones en trastornos mentales: una revisión. *Revista Chilena De Neuro-psiquiatríA*, *56*(2), 127–135. https://doi.org/10.4067/s0717-92272018000200127

Da Silva Pereira Tannus, L., & Ribas, D. I. R. (2016). Evaluation of gross motor function before and after virtual reality application. *Fisioterapia Em Movimento*, *29*(1), 131–136. https://doi.org/10.1590/0103-5150.029.001.ao14

De Lorenzo, S. M., Braccialli, L. M. P., & De Cássia Tibério Araújo, R. (2015). Realidade Virtual como Intervenção na Síndrome de Down: uma Perspectiva de Ação na Interface Saúde e Educação. *Revista Brasileira De Educação Especial*, *21*(2), 259–274. https://doi.org/10.1590/s1413-65382115000200007

Enríquez, D. C., Pimente, J. J. A., López, M. Á. H., & García, O. S. N. (2017). Didactic use of immersive virtual reality with NUI focused on the inspection of wind turbines. *Apertura*, *9*(2), 8–23. https://doi.org/10.32870/ap.v9n2.1049
Fernández-Sagredo, M., Barrios-Penna, C., Torres-Martínez, P., Sáez-Espinoza, R., & Fonseca-Molina, J. (2020). Percepción de la utilidad de los simuladores virtuales hápticos en educación odontológica por estudiantes, profesionales y académicos: estudio descriptivo observacional. *Educación Médica*, *23*(2), 89. https://doi.org/10.33588/fem.232.1045
García, É. a. P., & De Jesús Rodríguez Sánchez, J. (2022). Analysis of use of virtual spaces in higher education. *Apertura*, *14*(1), 66–79. https://doi.org/10.32870/ap.v14n1.2104
Iglesias Calonge, P., & Chávez Muñoz, P. (2022a). La realidad virtual en el aula de música: Un estudio cuasiexperimental. *Perspectiva Educacional*, *61*(2). https://doi.org/10.4151/07189729-vol.61-iss.2-art.1215
Jose, C. F. S., Gabriel, V. S., Jose, C. F. S., & Gabriel, V. S. (2024.). *Uso de la realidad virtual para la enseñanza de macromoléculas en estudiantes de Química a nivel universitario*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442024000100068&lang=es
Mendes, S. S., Areia, M., Ribeiro, M. D., & Rolanda, C. (2021). The impact of a structured virtual reality simulation training curriculum for novice endoscopists. *GE Portuguese Journal of Gastroenterology*, *29*(6), 385–392. https://doi.org/10.1159/000519927
Naude, P., & Southerland, M. (n.d.). 2030: Future scenarios for learning and teaching models in higher education. *scielo.org.za*. https://doi.org/10.20853/38-3-5974
Pastuña-Doicela, R., Segovia-Hernándeza, R., Alvarado-Alvarado, A., & Núñez-Garcés, A. (2023). Simulación clínica virtual en enfermería en tiempos de pandemia: Percepción de estudiantes. *Investigación En Educación Médica*, *12*(48), 52–63. https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2023.48.23521
Rivero, P., & Feliu, M. (2017). Aplicaciones de la arqueología virtual para la Educación Patrimonial: análisis de tendencias e investigaciones. *Estudios PedagóGicos*, *43*(4), 319–330. https://doi.org/10.4067/s0718-07052017000400017
Sandoval-Poveda, A. M., & Tabash-Pérez, F. (2021). Realidad Virtual como apoyo innovador en la educación a distancia. *Innovaciones Educativas*, *23*(Especial), 120–132. https://doi.org/10.22458/ie.v23iespecial.3622
Soto, N. C., Navas-Parejo, M. R., & Guerrero, A. J. M. (2020). Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus. *Alteridad*, *15*(1), 47–60. https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.04
Sousa-Ferreira, R., Campanari-Xavier, R. A., & Rodrigues-Ancioto, A. S. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, *19*(33), 223–241. https://doi.org/10.21830/19006586.728
Yesica, C. D. (2021). *La Realidad virtual como mediadora de aprendizajes: Desarrollo de una aplicación móvil de Realidad Virtual orientada a niños*. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-99592020000300014&lang=es

La Inteligencia Artificial como revolución de la experiencia turística del viajero.

Crecencio de Jesús Carranza González[1], Gerardo Arceo Moheno[2], Eric Ramos Mendez[3]

[1]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco / carranza121996@hotmail.com.*
[2] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco / ericarceo@hotmail.com.*
[3] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco / ericramos@hotmail.com.*

Línea de investigación: Tecnologías de la información.

Resumen

La Inteligencia Artificial (IA) está revolucionando el sector turístico por medio del análisis de grandes volúmenes de datos, la IA permite ofrecer experiencias cada vez más personalizadas a los viajeros. Desde recomendaciones de destinos y alojamientos hasta la optimización de itinerarios, la IA mejora la satisfacción del cliente y aumenta la eficiencia de las operaciones turísticas. Chatbots y asistentes virtuales basados en IA facilitan la interacción con los clientes, respondiendo a sus consultas de manera rápida y eficiente. El propósito de este artículo es descubrir esos cambios que la IA incorporó al sector turístico y para esto el método fue de tipo documental con el fin de conocer de diversas investigaciones los cambios que la IA ha traído al sector ya que el objetivo es análisis la experiencia turística a través de los años. En conclusión, la IA se ha convertido en una herramienta indispensable para las empresas turísticas que buscan mantenerse competitivas en un mercado cada vez más globalizado. Al aprovechar el potencial de la IA, el sector turístico puede ofrecer experiencias más enriquecedoras y personalizadas a los viajeros, al tiempo que optimiza sus operaciones y mejora la eficiencia.

Palabras clave: Inteligencia artificial, tecnología, turismo, viajero.

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is revolutionizing the tourism sector by analyzing large volumes of data, allowing for increasingly personalized experiences for travelers. From destination and accommodation recommendations to itinerary optimization, AI enhances customer satisfaction and increases the efficiency of tourism operations. AI-based chatbots and virtual assistants facilitate customer interaction by responding to their inquiries quickly and efficiently. The purpose of this article is to uncover the changes that AI has brought to the tourism sector, using a documentary research method to understand the various transformations that AI has introduced. The objective is to analyze the evolution of the tourist experience over the years. In conclusion, AI has become an indispensable tool for tourism companies seeking to remain competitive in an increasingly globalized market. By leveraging the potential of AI, the tourism sector can offer more enriching and personalized experiences to travelers while optimizing operations and improving efficiency.

Keywords: Artificial Intelligent, tourism, technology, traveler.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la inteligencia artificial ha emergido como una de las tecnologías más cambiante en diversas industrias, modificando el modo en que operan y optimizando la eficiencia de los procesos. El sector turístico no ha sido la excepción; la aceptación de IA ha permitido a las empresas turísticas brindar experiencias más personalizadas, eficientes y satisfactorias a los viajeros. Desde chatbots que responden rápidamente a las consultas de los clientes hasta sistemas de recomendación que proponen destinos y actividades basados en las preferencias personales, la IA está rediseñando la práctica del turista en cada etapa del viaje.

La revolución digital ha llevado a un cambio en las expectativas de los viajeros, quienes ahora demandan servicios más rápidos, personalizados y accesibles. Ante esta perspectiva, las empresas turísticas se ven en la necesidad de adoptar tecnologías modernas para mantenerse como competidores en un mercado cada vez más demandante. La inteligencia artificial, se ha transformado en un motor clave para la innovación en el turismo, admitiendo la creación de soluciones que cambian no solo la experiencia del cliente, sino también la eficacia operativa de las empresas turísticas.

Este artículo tiene como objetivo analizar cómo la inteligencia artificial ha revolucionado la práctica turística del viajero, explorando las aplicaciones actuales de esta tecnología en el sector, así como su impacto en la personalización de los servicios turísticos. Además, se comentarán las tendencias futuras en la integración de la IA en el turismo, a fin de ofrecer una visión general de como esta tecnología seguirá creando un mejor futuro del sector.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL

Analizar cómo la inteligencia artificial ha revolucionado la experiencia turística del viajero, evaluando su impacto en la personalización de servicios, aplicaciones, tendencias del cliente en la industria turística y su historia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar y describir las principales aplicaciones actuales de la inteligencia artificial en el sector turístico.
Explorar las tendencias futuras en la integración de la inteligencia artificial en el turismo.
Analizar los desafíos y oportunidades que enfrenta la industria turística en la adopción de inteligencia artificial

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio de este artículo se centra entre la inteligencia artificial y la experiencia turística del viajero. La investigación busca estudiar cómo las tecnologías fundamentadas en inteligencia artificial están transformando las interacciones entre los viajeros y los servicios turísticos, desde la organización y reserva de viajes hasta la experiencia en el destino y el post-viaje.

Este estudio se argumenta por la necesidad de entender cómo la inteligencia artificial está rediseñando las expectativas y conductas de los viajeros en un mundo cada vez más digitalizado. A medida que la competencia en el sector turístico se incrementa, las empresas de este sector deben adaptarse a las nuevas peticiones de los clientes mediante la incorporación de tecnologías modernas que mejoren la personalización, la eficacia y la satisfacción del viajero. Por lo tanto, este trabajo se orienta en investigar el papel que juega la inteligencia artificial en las experiencias turísticas, que no solo se cumplen, sino que sobresalen sobre las expectativas del viajero actual.

METODOLOGÍA

Este artículo se desarrolla a partir de un enfoque de investigación documental, basado en la búsqueda y análisis de información disponible en internet proveniente de fuentes confiables y académicas. Este método permitió reunir una gran cantidad de datos relevantes y actualizados sobre el impacto de la inteligencia artificial en la experiencia turística del viajero.

Tipo de Investigación:

El estudio se desarrolla con un enfoque de investigación documental, el cual consiste en la recopilación, evaluación y síntesis de información anteriormente publicada. Este tipo de investigación es conveniente para analizar tendencias y obtener una visión mejor del tema (Morales, 2003).

Selección de Fuentes:

Las fuentes seleccionadas fueron aquellas que cumplieron con los siguientes criterios:

Confiabilidad: Se priorizarán documentos provenientes de instituciones académicas, e instituciones confiables.

Relevancia: Solo se considerarán fuentes que aborden de manera directa la relación entre la inteligencia artificial y la experiencia turística.

Actualidad: Se buscarán principalmente estudios y artículos publicados en los últimos cinco años, para asegurar que el análisis refleje las tendencias y desarrollos más recientes.

Análisis y Síntesis de la Información:

Una vez recopilada la información, se procedió a su análisis mediante la identificación de temas clave, como la personalización de servicios turísticos, la eficiencia operativa mejorada por la IA, y las expectativas cambiantes de los viajeros. Estos temas son sintetizados en el desarrollo del artículo, proporcionando una visión clara y bien establecida de cómo la inteligencia artificial está revolucionando la experiencia turística.

FASES DEL DESARROLLO

La inteligencia artificial ha surgido como una de las tecnologías más transformadoras en la industria turística, revolucionando la forma en que los viajeros planean, perciben y comparten sus viajes. Esta sección examina en detalle las aplicaciones actuales de la IA en el turismo, su impacto en la personalización de servicios, y las tendencias futuras que están modificando la experiencia del viajero.

Historia de la IA

La inteligencia artificial ha recorrido un largo camino desde sus primeros conceptos hasta sus aplicaciones avanzadas actuales. La evolución de la IA ha estado marcada por varios hitos importantes que han definido su progreso y evolución. La tabla 1 presenta una cronología de los sucesos clave en la historia de la IA, desde su incorporación hasta los recientes avances que continúan transformando diversas industrias, incluido el turismo.

Tabla 1

Cronología de la Inteligencia Artificial.

Año	Hito	Descripción
1950	Prueba de Turing	Alan Turing publica el artículo "Computing Machinery and Intelligence", proponiendo la prueba para determinar si una máquina puede exhibir comportamiento inteligente.
1956	Conferencia de Dartmouth	Se considera el inicio oficial de la IA como campo de estudio. John McCarthy y otros fundan el término "inteligencia artificial" en esta conferencia.
1966	ELIZA	Joseph Weizenbaum desarrolla ELIZA, uno de los primeros programas de procesamiento de lenguaje natural que simula una conversación con un psicoterapeuta.
1972	SHRDLU	Terry Winograd crea SHRDLU, un programa de IA que interactúa en un entorno de bloques y demuestra la capacidad de comprensión y manipulación de lenguaje natural.
1980	Primer Invierno de la IA	La IA experimenta un período de estancamiento y falta de financiamiento, conocido como el primer invierno de la IA, debido a expectativas no cumplidas.
1987	Redes Neuronales Profundas	Se publica un trabajo clave sobre redes neuronales profundas y el algoritmo de retropropagación, lo que impulsa el desarrollo futuro de la IA.
1997	Deep Blue vs. Garry Kasparov	El programa Deep Blue de IBM vence al campeón mundial de ajedrez Garry Kasparov, demostrando el avance significativo en el procesamiento de estrategias complejas.
2006	Renacimiento de la IA	Se inicia una nueva era en la IA con avances en el aprendizaje profundo y el aumento del poder computacional, marcando el comienzo del renacimiento de la IA.
2011	Watson gana Jeopardy!	El sistema de IA Watson de IBM vence a los campeones de “Jeopardy” en un concurso, mostrando la capacidad de la IA para procesar y entender el lenguaje natural.
2016	AlphaGo vence a Lee Sedol	El programa AlphaGo de Google DeepMind derrota al campeón mundial de Go, Lee Sedol, en una serie de partidas, subrayando el avance en juegos complejos y toma de decisiones.
2021	Desarrollo de Modelos de Lenguaje Grande	Avances en modelos de lenguaje como GPT-3, desarrollados por OpenAI, demuestran habilidades avanzadas en generación de texto, comprensión y creatividad.
2024	IA en Turismo	La inteligencia artificial sigue revolucionando el turismo con aplicaciones avanzadas en personalización, recomendación y automatización, transformando la experiencia del viajero.

Nota: Elaboración propia con base en Abeliuk y Gutiérrez (2019) y Yanes (2023)

Aplicaciones Actuales de la Inteligencia Artificial en el Turismo

La inteligencia artificial se ha integrado en diversos aspectos de la industria turística, desde la atención al cliente hasta la gestión de destinos. A continuación, se detallan algunas de las aplicaciones más significativas y se resumen en la tabla 2:

Chatbots y asistentes virtuales. Los chatbots impulsados por inteligencia artificial han contribuido al desarrollo del servicio al cliente en la industria de viajes. Estos sistemas pueden responder preguntas, procesar reservas y hacer recomendaciones personalizadas las 24 horas del día, aumentando la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. Ejemplos destacados son los chatbots implementados por aerolíneas como KLM y plataformas de reserva de billetes como Booking.com.

Sistema de recomendación: Utilizando algoritmos de inteligencia artificial, el sistema de recomendación puede analizar grandes cantidades de datos sobre las preferencias del usuario para recomendar destinos, actividades y alojamientos personalizados. Estos sistemas, disponibles en plataformas como Airbnb y TripAdvisor, ayudan a crear experiencias de viaje más personalizadas y agradables.

Análisis predictivo: La inteligencia artificial permite a las empresas de viajes predecir comportamientos y tendencias futuros basándose en datos históricos. Esto incluye previsión de la demanda, gestión flexible de precios y optimización del rendimiento. Por ejemplo, Expedia utiliza un modelo predictivo para ajustar los precios en tiempo real según la demanda prevista.

Tabla 2

Aplicaciones con IA en el sector turístico.

Aplicación	Descripción	Ejemplos
Chatbots y Asistentes Virtuales	Atención al cliente automatizada disponible 24/7.	KLM, Booking.com
Sistemas de Recomendación	Personalización de recomendaciones de destinos y actividades.	Airbnb, TripAdvisor
Análisis Predictivo	Predicción de demanda y gestión dinámica de precios.	Expedia

Nota: Elaboración propia con base en Losivan (2020) y Urquijo (2023)

Impacto de la Inteligencia Artificial en la Personalización de Servicios Turísticos

La personalización es uno de los principales beneficios que la inteligencia artificial ha aportado al turismo. Al analizar grandes volúmenes de datos, la IA puede ofrecer a los viajeros experiencias altamente personalizadas que se adaptan a sus preferencias y comportamientos únicos y se pueden ver los cambios en la tabla 3.

Personalización en Tiempo Real: Una de las características más destacadas de la inteligencia artificial es su capacidad para ofrecer servicios personalizados al instante. Por ejemplo, las aplicaciones de viajes pueden ajustar sus recomendaciones basándose en la ubicación del usuario, las condiciones climáticas y otros factores contextuales.

Mejora de la Experiencia del Cliente: La personalización también se extiende a la atención al cliente. Los sistemas de IA pueden recordar interacciones pasadas y adaptar sus respuestas de acuerdo con las preferencias individuales del usuario. Esto mejora significativamente la satisfacción del cliente al proporcionar un servicio más acorde con sus necesidades.

Casos de Estudio: Un ejemplo significativo es el de Hilton Hotels, que utiliza la inteligencia artificial para ofrecer a sus clientes experiencias a medida, que van desde la selección de la habitación hasta recomendaciones de actividades locales Albuja y Gutiérrez (2023).

Tabla 3

Antes y después de la implementación de la IA

Aspecto	Antes de la IA	Con la IA
Atención al Cliente	Servicio estándar y genérico.	Respuestas personalizadas y adaptadas en tiempo real.
Recomendaciones de Destinos	Basadas en datos demográficos generales.	Basadas en preferencias individuales y comportamiento.
Experiencia del Viajero	Limitada a las opciones disponibles en catálogos.	Altamente personalizada y dinámica.

Nota: Elaboración propia con base en Vela (2023) y Perez (2018)

Tendencias Futuras en la Inteligencia Artificial y el Turismo

El futuro del turismo está marcado por la integración aún más profunda de la inteligencia artificial, lo que promete transformar aún más la experiencia del viajero. Algunas de las tendencias emergentes incluyen:

Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV): La fusión de la IA con tecnologías de RA y RV está generando nuevas maneras de explorar destinos antes de visitarlos. Los viajeros pueden disfrutar de recorridos virtuales por lugares y alojamientos, facilitando la toma de decisiones antes del viaje.
Automatización Avanzada: La IA está promoviendo la automatización en la gestión de destinos turísticos, abarcando desde la reserva automática de servicios hasta la organización de multitudes en lugares turísticos concurridos. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también enriquece la experiencia del viajero al reducir tiempos de espera y optimizar el flujo de turistas.
IA Ética y Responsable: Con la creciente integración de la IA en el turismo, se plantea la necesidad de abordar temas éticos como la privacidad de datos y la equidad en la personalización. Las empresas deben garantizar que sus sistemas de IA sean transparentes y justos y respetuosos con el usuario.

Tabla 4
Tendencias de la IA.

Tendencia	Descripción	Impacto Potencial
Realidad Aumentada y Virtual	**Automatización Avanzada**	
Ofrecen experiencias inmersivas previas al viaje.		
Gestión automática de servicios turísticos y flujo de visitantes.		
Mejora la toma de decisiones y la planificación de viajes.		
Mayor eficiencia operativa y experiencia del cliente.		
IA Ética y Responsable	Enfoque en la privacidad de datos y la equidad en la personalización. Nota: Elaboración propia con base en (valencia et al., 2024).	
Confianza y satisfacción del cliente.		

Desafíos y Oportunidades en la Adopción de la Inteligencia Artificial en el Turismo
La adopción de la inteligencia artificial en el turismo presenta tanto desafíos como oportunidades. Entre los principales desafíos se encuentran:
Privacidad de los Datos: La recopilación y análisis de grandes volúmenes de datos personales plantea preocupaciones sobre la privacidad. Las empresas turísticas deben garantizar que los datos de los clientes sean manejados de manera segura y conforme a las normativas de protección de datos.
Formación y Capacitación: La implementación efectiva de sistemas de IA requiere una fuerza laboral capacitada en tecnologías digitales. Las empresas deben invertir en la formación de su personal para maximizar los beneficios de la IA Forbes (2023).
Por otro lado, las oportunidades incluyen:
Mejora de la Eficiencia: La IA permite a las empresas turísticas operar de manera más eficiente, reduciendo costos y mejorando la satisfacción del cliente al ofrecer servicios más rápidos y personalizados.
Innovación Continua: La integración de la IA fomenta la innovación en la creación de nuevas experiencias de viaje, lo que puede diferenciar a las empresas en un mercado competitivo (Ferrando et al., 2020).

CONCLUSIÓN

La inteligencia artificial se ha consolidado como una herramienta clave en la transformación de la industria turística, redefiniendo la experiencia del viajero desde la planificación hasta la realización y evaluación del viaje. A lo largo de este artículo, se ha demostrado cómo la IA ha permitido una mayor personalización de los servicios, mejorado la eficiencia operativa de las empresas turísticas y abierto nuevas posibilidades para la innovación en el sector.
Las aplicaciones de IA, como los chatbots, los sistemas de recomendación y el análisis predictivo, están revolucionando la manera en que los viajeros interactúan con los servicios turísticos. Estas tecnologías no solo optimizan la experiencia del cliente al adaptarse a sus necesidades y preferencias, sino que también permiten a las empresas turísticas operar de manera más eficiente y competitiva.

A medida que la tecnología avanza, es probable que veamos un uso más extendido de la inteligencia artificial en el turismo, con tendencias emergentes como la realidad aumentada, la automatización avanzada y la IA ética, que seguirán impulsando la evolución de la industria. Sin embargo, este progreso también plantea desafíos, como la necesidad de garantizar la privacidad de los datos y la formación adecuada del personal.
Por último, la inteligencia artificial no solo está revolucionando la experiencia del viajero, sino que también está creando un nuevo paradigma en la manera en que se concibe y se ofrece el turismo en el siglo XXI. Para las empresas del sector, la adopción de estas tecnologías no es solo una oportunidad, sino una necesidad para mantenerse relevantes y competitivas en un mercado global en constante cambio.

REFERENCIAS

Abeliuk, A. y Gutiérrez, C. (2021). Historia y evolución de la inteligencia artificial. Recuperado de https://revistasdex.uchile.cl/index.php/bits/article/view/2767

Albuja, J. y Gutiérrez, M. (2023). Aplicaciones inteligentes en establecimientos de hospedaje como estrategia para fortalecer el turismo en Bahía de Caráquez. Recuperado de https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4873

Ferrando, A., Ramón, A. B., y Aranda, P. (2020). La revolución digital en el sector turístico. Oportunidad para el turismo en España. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/111464

Forbes, (2023). La IA en el mundo del turismo, desafío o condena.Recuperado de https://www.forbes.com.mx/la-ia-en-el-mundo-del-turismo-desafio-o-condena/

Losivan, D. (2020). Aplicaciones de la inteligencia artificial en el sector turístico. Aportaciones para el ecoturismo. Recuperado de https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/194538/TFG_2020_Diana%20Iulia%20Iosivan.pdf?seq uence=1

Morales, O. (2003). Fundamentos de la investigación documental y la monografía. Recuperado de https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r125656.PDF

Pérez, M (2018). *Destinos inteligentes: inteligencia artificial revolucionando el turismo mundial - Transformación Empresarial*. Recuperado de https://www.ibm.com/blogs/transformacion/2018/10/01/destinos-inteligentes-inteligencia-artificial- revolucionando-el-turismo-mundial/

Urquijo, J. (2023). Turismo 3.0: aplicación e impacto en la sostenibilidad turística. Recuperado de https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/32191

Valencia, A., Londoño, W., Garcés, L. F., Arboleda, A., Rodríguez, P. A., Agudelo, E., y de la Puente, R. T. (2024). Tendencias investigativas en el uso de la Inteligencia Artificial en el Turismo. Recuperado de https://www.proquest.com/openview/4e0fe374d1fdab849634f5be8b045ed0/1?pq- origsite=gscholar&cbl=1006393

Vela, A. (2023). El futuro del turismo está en la inteligencia artificial. Recuperado de https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/futuro-turismo-esta-inteligencia-artificial_21061

Yanes, J. (2023). La historia de la Inteligencia Artificial. Recuperado de https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/inteligencia-artificial/historia-de-la-inteligencia-artificial/

Marco conceptual de un modelo metodológico para la gestión de la enseñanza

Myriam López Pérez[1], Rafael Villegas Velasco[2] Enrique Roberto Peralta Mazariego[3]

[1]*Universidad Tecnológica de Cancún, mlopez@utcancun.edu.mx*
[2] *Universidad Tecnológica de Cancún, rvillegas@utcancun.edu.mx*
3 *Universidad Tecnológica de Cancún, emazariego@utcancun.edu.mx*

Línea de investigación: Tecnología educativa

Resumen

El presente trabajo explica el marco conceptual de un modelo, que apoye la gestión de la enseñanza por parte de los docentes de nivel universitario, a través de una plataforma tecnológica. Para lograrlo se llevó a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica mediante diferentes herramientas y criterios, a través de la cual se estudiaron las condiciones y requerimientos conceptuales de diversos casos que involucran el uso de plataformas digitales en instituciones de educación superior. Analizando también el uso y aplicación que dichos espacios tecnológicos brindan, y la metodología que emplean. El análisis de los artículos y publicaciones consultadas se concentró para su mejor comprensión y visualización, y se pudo observar claramente los conceptos más relevantes y necesarios para el estudio en cuestión, así como también la realidad en cuanto a lo que dichas plataformas ofrecen. En su mayoría, pretenden gestionar tanto la enseñanza como el aprendizaje adoptando formas de aulas virtuales. De esta forma la presente investigación pretende aportar una guía académica para el establecimiento del marco conceptual que sirva de sustento para, en una segunda entrega y continuación de esta investigación, la creación de una plataforma basada en inteligencia artificial que permita gestionar la enseñanza por parte de los docentes. Se concluye que la evolución de los modelos se ha orientado hacia la incorporación de nuevas plataformas tecnológicas, nuevas técnicas y una búsqueda por articular de mejor forma los actores involucrados en el proceso de gestión del conocimiento.

Palabras clave: Gestión de la enseñanza, Inteligencia Artificial, Modelo metodológico, Plataforma educativa.

Abstract

This work explains the conceptual framework of a model that supports the management of teaching by university-level teachers, through a technological platform. To achieve this, an exhaustive bibliographic review was carried out using different tools and criteria, through which the conditions and conceptual requirements of various cases involving the use of digital platforms in higher education institutions were studied. Also analyzing the use and application that these technological spaces provide, and the methodology they use. The analysis of the articles and publications consulted was concentrated for better understanding and visualization, and the most relevant and necessary concepts for the study in question could be clearly observed, as well as the reality regarding what these platforms offer. For the most part, these platforms aim to manage both teaching and learning by adopting forms of virtual classrooms. In this way, the present research aims to provide an academic guide for the establishment of the conceptual framework that serves as support for, in a second installment and continuation of this research, the creation of a platform based on artificial intelligence that allows teaching to be managed by the teachers. It is concluded that the evolution of the models has been oriented towards the incorporation of new technological platforms, new techniques and a search to better articulate the actors involved in the knowledge management process.

Keywords: Artificial Intelligence, Educational platform, Methodological model, Teaching management.

INTRODUCCIÓN

Una constante en la educación superior es lo que se ha dado en llamar plataformización, especialmente por la crisis que se vivió durante la pandemia. Según la Unesco, la adopción de plataformas a nivel mundial se incrementó a un 81% después de la pandemia. A pesar de ello, en América Latina y el Caribe (según Unesco) solamente el 20% de las instituciones utilizaban desarrollos internos (2022). (I Garcia, 2023).
El presente trabajo pretende proponer el marco conceptual de una metodología que, mediante la inteligencia artificial en una plataforma, sirva de apoyo al trabajo docente, de la manera más personalizada posible. Importante remarcar que se aspira a apoyar la gestión de la enseñanza, más no así el aprendizaje. No se abordará el tema de plataformas de aprendizaje o aulas virtuales. Es de suma importancia la regularización que se aplique al respecto de las plataformas, porque es innegable el impacto que llegan a tener en los valores, la cultura, la estrategia y en general, en la evaluación de los resultados de las instituciones. Precisamente con la fundamentación de un marco de acción, se estaría regularizando o estandarizando, en buena medida, la gestión de la enseñanza, en específicamente instituciones de educación superior.

DESARROLLO

Partiendo del objeto de estudio del presente trabajo, el proceso de enseñanza empleado por los docentes de nivel universitario, que incluye los aspectos pedagógicos y procedimentales propios de su actividad, teniendo como finalidad la transmisión de conocimiento, el sistema categorial o de conocimiento que sustentará el marco teórico y conceptual, es decir, la operacionalización de los conceptos será el que se explica a continuación, aclarando que el orden no implica importancia alguna para el modelo de gestión de la enseñanza que se pretende proponer.
El objetivo del marco conceptual es lograr un adecuado manejo epistemológico de los significados de diversos términos generales, particulares, relacionales o factuales y singulares, que intervienen y resultan relevantes; es una representación general de toda la información que se incluye en la investigación.
Iniciamos la revisión documental con el concepto de gestión de la enseñanza, dado que mantenemos como objeto de estudio el proceso de enseñanza. Diversos autores consideran la gestión de la enseñanza como el proceso de planificar, organizar, dirigir y controlar, todos los aspectos referidos a los métodos pedagógicos, los recursos empleados y la evaluación de los resultados. (Fernández, 2015). Para (Gairín, 2011) esto incluye también la planificación curricular, mientras que (Díaz, 2018) además, enfatiza la optimización mediante la supervisión de dicho proceso, y para (Santamaria, 2020) es indispensable la verificación del logro de los objetivos.
Por lo que podríamos resumir que la Gestión de la enseñanza es el proceso que incluye todos los aspectos relacionados con las actividades docentes encaminadas a la transmisión del conocimiento a los educandos, así como aquéllos propios de la administración, supervisión y evaluación necesarios para llevar con éxito estas actividades. De ahí que se pretenda que el modelo en cuestión considere la gestión del proceso de enseñanza como el objeto de estudio en torno al cual actuarán las salidas o resultados que se obtengan.
Otro aspecto importante para este modelo es la pedagogía inherente a toda práctica educativa, y en este caso en particular en el ámbito universitario. La pedagogía universitaria, además de incluir las teorías, métodos y toda práctica educativa, se caracteriza por desarrollar habilidades críticas y creativas, (García, 2019). Entre tanto, (Pérez, 2020) resalta la importancia de generar aprendizaje significativo considerando la autonomía e interdisciplinariedad de este nivel educativo. Y (Sánchez, 2018) añade la responsabilidad social al concepto, haciendo énfasis en el desarrollo personal del individuo.
La pedagogía universitaria es, por lo tanto, el medio a través del cual se llevará a cabo la transformación del conocimiento tácito al conocimiento explícito colectivo, y considerando, más allá del mero conocimiento, el desarrollo de habilidades que fomenten el aspecto social y personal de los principales receptores de los resultados del modelo: los estudiantes.
Diversos autores han presentado definiciones sobre el concepto de conocimiento, por ejemplo, advirtiendo una perspectiva filosófica, (Platón, 1988) enuncia el concepto como la creencia verdadera y justificada. En su diálogo Teeteto, Platón argumenta que para que algo sea considerado conocimiento, debe cumplir tres condiciones: ser una creencia, ser verdadero y estar justificado por medio de razones o evidencias. Desde esta perspectiva, el conocimiento se distingue de la opinión o la creencia sin fundamento.
Los filósofos empiristas, como John Locke y David Hume, sostienen que el conocimiento se origina en la experiencia sensorial. Según esta visión, todo nuestro conocimiento proviene de las impresiones que recibimos a través de nuestros sentidos y de las ideas que se forman a partir de estas impresiones. El conocimiento se construye a partir de la observación y la experiencia directa con el mundo (Locke, 1999).
Y desde una perspectiva constructivista, el conocimiento es una construcción activa del sujeto que conoce. Filósofos como Immanuel Kant y Jean Piaget argumentan que el conocimiento no es una simple copia de la realidad, sino que es el resultado de la interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento. El sujeto construye activamente el conocimiento a través de sus estructuras cognitivas y de la interpretación de la información que recibe del mundo. Desde esta perspectiva, el conocimiento es una construcción subjetiva y dinámica (Piaget, 1985).
Estas tres definiciones representan diferentes enfoques filosóficos sobre la naturaleza y el origen del conocimiento, y han sido objeto de debate y discusión a lo largo de la historia de la filosofía. Por otra parte, tenemos también la perspectiva enfocada en la adquisición de conocimiento en las organizaciones, en la que Hubert Saint-Onge define el conocimiento como la habilidad de tomar una decisión o una acción en el momento en el que se requiere, haciendo con ello una distinción entre conocimiento e información, dando al primero un sentido mucho más amplio y valioso, que es posible analizar en diversos contextos. Lo describe como la energía eléctrica que fluye entre los activos

intangibles de la empresa para su utilización. Esta metáfora resalta la importancia dinámica del conocimiento como un recurso vital que circula dentro de las organizaciones, impulsando su desarrollo y crecimiento (Ahumada Tello & Perusquia Velasco, 2016).

Según Ikujiro Nonaka, el conocimiento es un proceso social dinámico de justificar creencias personales hacia la verdad. En su perspectiva, el conocimiento va más allá de la mera información; implica una comprensión profunda y una creencia verdadera, fundamentada en la experiencia y el contexto social (Garnica, 2016). Saint-Onge y Nonaka coinciden en que el conocimiento va más allá de la mera información, y que posee un valor más alto en el ámbito empresarial.

Nonaka retoma el conocimiento como una dimensión central del ser humano y lo lleva al plano organizacional; reconoce la importancia de la racionalidad, sin dejar de lado aspectos sociales subjetivos. Asimismo, resalta la transcendencia de la experiencia práctica y considera que el conocimiento es un asunto relacional, es decir, que se construye socialmente (Garnica, 2016).

Peter Senge, en su obra La Quinta Disciplina, conceptualiza el conocimiento como la capacidad de transformar información en acción efectiva. Para Senge, el conocimiento va más allá de la mera acumulación de datos; implica comprensión, aplicación y aprendizaje continuo. Además, Senge destaca la importancia del aprendizaje organizacional, donde el conocimiento se comparte y se utiliza de manera colectiva para impulsar la mejora continua y la innovación en las organizaciones (Vélez Evans, 2007). Senge de nueva cuenta deja en segundo término a la información ante el conocimiento, pero además enfatiza la compartición de este, acción que es fundamental para gestionar el conocimiento en cualquier contexto, sin ser el educativo la excepción.

El concepto de conocimiento de Michael Polanyi se basa en tres tesis claves: Primera, un descubrimiento auténtico no es explicable por un conjunto de reglas articuladas o de algoritmos. Segunda, el conocimiento es público, pero también en gran medida es personal (es decir, al estar construido por seres humanos contiene un aspecto emocional, pasión). Tercera, bajo el conocimiento explícito se encuentra el más fundamental, el tácito (Valhondo, 2010).

Otro de los autores que concede especial diferenciación con respecto al concepto de conocimiento sobre la información, es Thomas H. Davenport, quien incluye en dicha diferenciación no solo a la información sino incluso a los datos, señalando que estos últimos son hechos aislados, y que la información se sucede en el tránsito hacia el conocimiento, mediante un mecanismo de adición de valor, que los hace evolucionar (Valhondo, 2010).

El conocimiento, en su evolución y diversidad de enfoques, sigue siendo un campo de estudio y reflexión crucial para comprender el mundo y promover el desarrollo humano en todas sus dimensiones, por lo que podemos concluir que el conocimiento es el resultado último del proceso de transformar los datos, como hechos aislados, en información, utilizada como un elemento fundamental para la toma de decisiones en diferentes ámbitos. Para posteriormente combinarse en un contexto específico y mediante diversos métodos, y un proceso continuo de interpretación, justificación y aplicación, permita descubrir nuevos hechos que lleven al ser humano hasta una revaloración del significado de los sucesos internos, en lo que filosóficamente se entiende como ser, y externos en su entorno.

Entendiéndose por conocimiento tácito según (Nonaka & Takeuchi, 1995) aquél caracterizado por su naturaleza personal por ser adquirido a través de la experiencia. Este tipo de conocimiento se manifiesta en habilidades, intuiciones y prácticas que no son fácilmente transmitibles. Es fundamental en contextos laborales y de aprendizaje (Salgado, 2003) y en profesiones que requieren habilidades específicas y juicio en situaciones complejas (Pérez-Fuillerat, 2019).

Y por conocimiento explícito aquél que pueda ser materializado en manuales, documentos, y cualquier otro medio (Nonaka y Takeuchi, 1995). Además, según (Polanyi, 1966) debe tener la característica de poder compartirse y transmitirse sin dificultad. Por su parte (Davenport y Prusak, 1998) resaltan su importancia en la gestión de conocimiento de las organizaciones, y mencionan que puede ser almacenados en medios tecnológicos.

Un elemento más de gran importancia en la implementación de este tipo de modelos, la calidad educativa, que se refiere a la capacidad del sistema educativo para proporcionar un entorno de aprendizaje que promueva el desarrollo integral de los estudiantes, incluyendo competencias cognitivas, emocionales y sociales, y que responde a las expectativas de la sociedad, (García, 2019). Además, según (Torres, 2020) es importante que estas acciones satisfagan los estándares académicos y las necesidades individuales de los estudiantes. Todos estos aspectos deberán de proporcionarse de manera equitativa, (Pérez, 2018) y centrados en el estudiante, (Fernández, 2021).

Para que se pueda hablar de calidad educativa, debe existir innovación. Las definiciones de innovación educativa se refieren en general a la implementación de cambios significativos en el proceso de enseñanza aprendizaje, en cada uno de los aspectos que lo componen. Dichos cambios pueden sucederse en las metodologías y tecnologías, (Rodríguez, 2019), teorías, herramientas, enfoques, (Fernández, 2021). Y también en el currículo, siempre que fomente el pensamiento crítico y la autonomía del estudiante, (Pérez, 2018).

Aunque no se incluye propiamente como una definición, es importante señalar el enfoque humanístico que debe permear a todo proceso de enseñanza aprendizaje. El actual uso de la tecnología que impera en los ambientes educativos no debe ser pretexto para delegar de ninguna manera, la interacción de los factores humanos del proceso. Es necesario fomentar el entusiasmo y la calidez particular de las aulas y los campos universitarios en general. Construir una atmósfera armoniosa a la vez que se implementa científicamente la gestión de la enseñanza.

Una vez abordado el concepto de conocimiento, un paso más sería definir Gestión de conocimiento. En la actualidad, se dice que quien tiene los datos o la información, posee el poder; cuando antes era el dinero o capital. Las organizaciones generan e incluso almacenan importantes volúmenes de datos e información. Y es esencial aquí, remarcar la diferencia entre ambos. Entendemos por datos, aquellos hechos aislados, que por sí mismos no representan ningún significado; sin embargo, al combinarles mediante diferentes procedimientos a través de la tecnología, y en la medida en que adquieren significado e importancia en la toma de decisiones, se convierten en información.

Habiendo definido tanto datos, información y conocimiento, se puede abordar la conceptualización de la gestión del conocimiento. (Nonaka, 1995) lo define como el proceso que permite la conversión del conocimiento tácito en explícito (previamente abordados), con su consecuente implicación para las organizaciones, fomentando un entorno donde el conocimiento sea compartido entre sus miembros, lo que dará espacio para la innovación y la competitividad.

(Drucker, 1993) resalta el aspecto organizacional, considerando al conocimiento como un recurso clave, cuya gestión efectiva puede generar un valor significativo y sostenido. (Davenport & Prusak, 1998) también desde la perspectiva organizacional lo definen como la identificación, creación, almacenamiento y difusión de información, destacando la importancia de fomentar una cultura que apoye el aprendizaje e intercambio de conocimientos entre los colaboradores.

En consecuencia, y centrándonos en el contexto educativo, la gestión del conocimiento implica la conversión del conocimiento tácito, considerando los hechos, datos, información, procedimientos, herramientas, etc. con las que cuenta el docente, en conocimiento explícito y colectivo, que tiene un amplio espectro de utilidades para el educador, mediando para ello diversas herramientas pedagógicas y tecnológicas. Y en el caso específico que nos compete, se pretende proponer como producto práctico que tribute al modelo conceptual que se aborda en el presente trabajo; una plataforma tecnológica basada en inteligencia artificial como principal herramienta, que materialice en forma útil la gestión de conocimiento, aportando un apoyo significativo en la gestión de la enseñanza por parte del docente. Se espera que dicho producto, además de considerarse y aplicarse como una herramienta tecnológica, contenga las características suficientes y necesarias que permitan el intercambio de ideas entre docentes, colaborando a la eficiencia y eficacia de su labor.

El concepto de proceso es de relevancia para el presente marco conceptual. La cultura de la gestión por procesos está ampliamente difundida y es estrictamente aplicada en el caso de la institución que compete a la presente investigación. Por lo cual y para efectos de la creación de un Modelo, es de relevante importancia tener en claro que los denominados procesos, forman parte de la Gestión Administrativa de las organizaciones.

Un proceso es una secuencia de actividades en las que intervienen personas, materiales, energía y equipamiento (recursos) organizados de una forma lógica para producir un resultado planificado y deseado (requerimientos del cliente). El proceso por tanto debe tener una misión (qué tiene que hacer, para qué tiene que hacerlo y para quién), incorporar un valor añadido tras su realización (en caso contrario es mejor no hacerlo), unas fronteras claras y unos indicadores que nos permitan medir en qué grado se está cumpliendo la misión. (Río, 2014)

Para (Pérez Fernández de Velazco, 2012) la Gestión por procesos se da a través de la organización de un conjunto de recursos y factores, como lo son las personas, la información o los materiales, que generan un producto de salida adecuado para la consecución de los objetivos de la empresa u organización.

De entre los principales objetivos de la aplicación de la gestión por procesos, podemos destacar como más relevantes, la intención de obtener un exhaustivo conocimiento de la organización, profundizar en las necesidades y expectativas de quienes intervienen de alguna forma en el proceso, ya sea como beneficiarios o actores, estandarización del desempeño, favorecer la eliminación de actividades, alinear los objetivos estratégicos, estimular el trabajo en equipo, la creatividad e innovación, entre algunos otros.

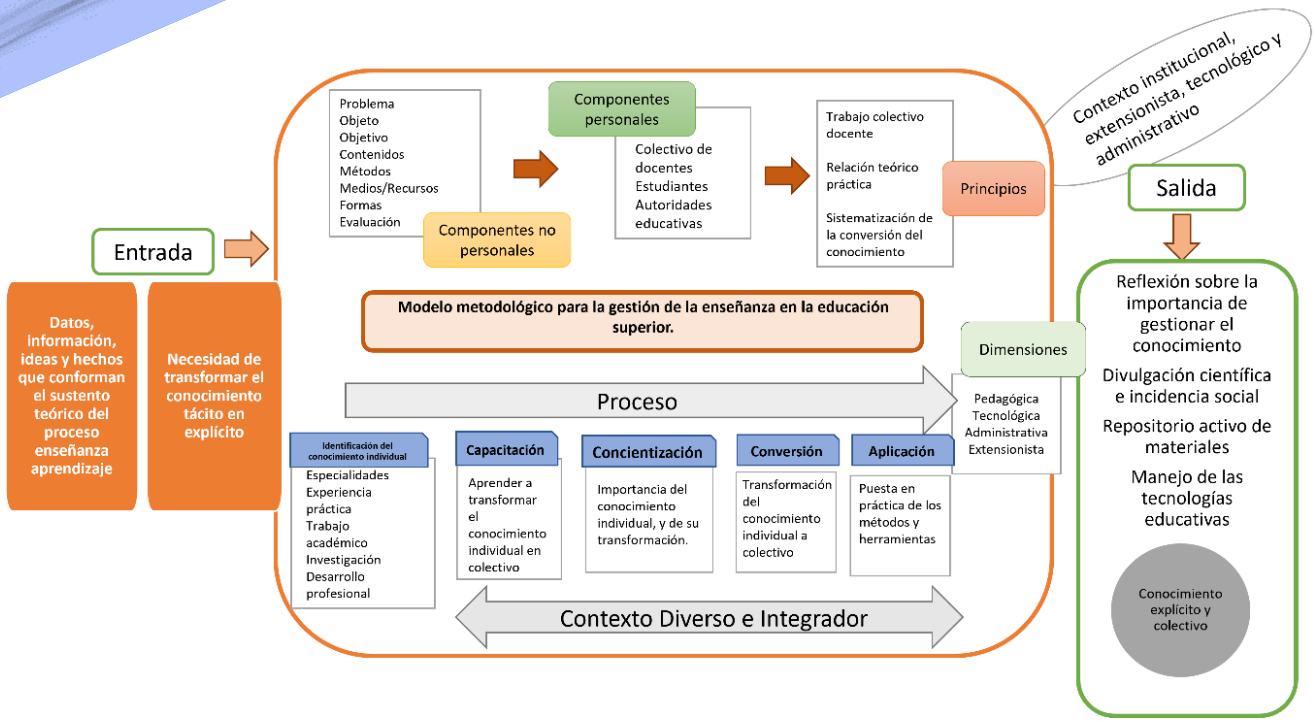
La gestión por procesos permite un riguroso y continuo control del seguimiento de las actividades, y debe permitir el crecimiento de quienes forman parte de los equipos de trabajo. Es justamente la aplicación de este concepto, el trabajar por procesos y observar la enseñanza como tal, lo que brinda la pauta para para insertar el proceso de enseñanza como un modelo metodológico.

Antes de abordar el tema de modelo de gestión propiamente dicho, se define el término de modelo. Para (Joly, 1988) es una representación simplificada de la realidad, que incluye las propiedades más importantes. (Gago, 1999) lo define más bien como una guía para seguir, en la intención de la ejecución de algo, una obra artística, por ejemplo, o en general algo que pueda ser imitado. Y finalmente (García, 2004) es quien brinda el concepto más apegado a lo que en el presente trabajo nos incumbe, ya que afirma que un modelo puede ser visto como un conjunto de conceptos y relaciones que ayudan a entender o representar fenómenos complejos, sirviendo como herramienta para el análisis.

Tal y como lo podemos observar en la figura 1, el modelo metodológico, consecuencia del marco conceptual propuesto en el presente trabajo, refleja la definición anterior, en el entendido de que es un conjunto de conceptos que se relacionan entre sí en un contexto diverso e integrador, contando con elementos personales y no personales que se transforman en diferentes dimensiones, a partir principalmente de la necesidad de transformación del conocimiento tácito en explícito, permitiendo acceder a éste último a través de una herramienta tecnológica de inteligencia artificial, misma que en un contexto específicamente educativo (incluyendo los aspectos institucionales, tecnológicos, administrativos y en consecuencia, extensionistas) coadyuve a la gestión de la enseñanza por parte de los docentes.

Figura 33

Modelo Metodológico



Nota. Representación de los elementos del Modelo. Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Tabla 1, se concentran los principales modelos de gestión del conocimiento, los cuales son fundamentales para la comprensión del marco conceptual para el modelo metodológico que de aquí se desprende.

Tabla 1

Modelos de Gestión del Conocimiento

MODELO	DESCRIPCION
Model Knowledge Managemet Practices Consulting (KMPG)	Centra su atención en el aprendizaje y el desempeño organizacional, respondiendo al siguiente interrogante: ¿qué factores condicionan el aprendizaje en una organización y qué resultados produce dicho aprendizaje? El modelo es interactivo, pues se correlacionan elementos de la empresa tan importantes como el liderazgo, la cultura y la estructura organizacional, los mecanismos de aprendizaje y las actitudes de las personas. (González Millan & Rodríguez Díaz, 2016). Elementos clave: Identificación del Conocimiento, estrategias de aprendizaje, tecnología de la información y cultura organizacional.
Modelo de las cinco fases de Nonaka y Takeuchi	Está básicamente fundamentado en la conversión del conocimiento tácito de las personas a conocimiento explícito, a través de las cuatro diferentes combinaciones (socialización, externalización, combinación e internalización) entre las que se puede dar esta conversión; que pueda ser aplicado por las organizaciones en la consecución de sus objetivos. Estos intercambios o maneras de realizar la conversión entre los dos tipos de conocimiento son a los que se debe la denominación de "espiral", y cada uno de ellos conlleva diferentes características y se puede llevar a cabo en diferentes momentos y circunstancias al interior de la organización.
Modelo de Arthur Andersen	Reconoce la urgencia de la información en los tiempos modernos, y presenta la conversión del conocimiento desde dos perspectivas, una individual y otra organizacional. En la primera se establece la propia responsabilidad del individuo por compartir y hacer explícito su conocimiento. Y en la segunda, dicha conversión está inmersa una estructura de procesos que llevan a cabo la captura, aplicación, distribución y valoración del conocimiento.
Modelo del Knowledge Management Assessment Tool (KMAT)	El KMAT es un instrumento de evaluación y diagnóstico construido sobre la base del modelo de administración del conocimiento organizacional de (Andersen, 1999), el cual comprende cinco elementos claves en la gestión del conocimiento: el liderazgo, la cultura, la tecnología, la medición y los procesos. (González Millan & Rodríguez Díaz, 2016)
Modelo integral de gestión del conocimiento	Se fundamenta en el ciclo de creación, codificación y aplicación del conocimiento para la solución de problemas organizacionales. Se dirige a identificar claramente las necesidades de conocimiento organizacional y la disponibilidad de este al interior de la empresa. El modelo se ve representado en tres fases primarias: Recolección de información, compartir conocimiento y aplicación en la organización (González Millan & Rodríguez Díaz, 2016)

Nota. Se resumen los principales Modelos de Gestión del Conocimiento. Fuente: Elaboración propia

Además de los modelos de Gestión de conocimiento, es de relevante importancia considerar las diferentes teorías que le dan sustento y a las cuales tributa el modelo que se pretende proponer. Por lo cual se presentan en la Tabla 2 los aspectos más relevantes de cada teoría, sus autores, y los elementos que de las mismas se consideran en la presente propuesta para el marco conceptual del modelo en cuestión.

Tabla 2

Teorías Relacionadas con la Gestión del Conocimiento

Teóricos	Teoría que representa	Aspectos de las teorías que se asumen	Elementos que se tomarán en la propuesta teórico conceptual
Nonaka y Takeuchi	Teoría de la Creación del Conocimiento Organizacional	Explica cómo las organizaciones crean conocimiento a través de la interacción dinámica entre conocimiento tácito y explícito. El modelo SECI (Socialización, Externalización, Combinación, Internalización) describe los procesos a través de los cuales el conocimiento se convierte de tácito a explícito y viceversa. Destaca la importancia de los espacios compartidos (físicos, virtuales, mentales) que facilitan el diálogo y la interacción para la creación de conocimiento.	Se consideran entradas del modelo, el conocimiento tácito de los docentes, sustentado en la experiencia, habilidades y competencias; así como el explícito codificado y estructurado en los materiales utilizados en el proceso de enseñanza aprendizaje. Además de que se hace referencia a la vinculación entre ambos. Se describen las competencias esenciales para la conversión del conocimiento tácito en explícito, a través de habilidades organizativas, capacitación, disposición para compartir y divulgar el conocimiento, con respeto a la propiedad intelectual y habilidades de comunicación. El aspecto de la socialización como parte del modelo SECI, se refleja en el principio del trabajo colectivo al interior de la academia de docentes. El principio de la relación teórico-práctica es tomado de la etapa de externalización del mismo modelo. En la dimensión extensionista de la propuesta, se refleja también la externalización que el modelo SECI incluye, en la intención de mostrar el proceso de conversión del conocimiento. El modelo aborda los diferentes entornos o espacios requeridos para el proceso, haciendo alusión al aula, el aspecto administrativo y tecnológico.
Penrose y Wernerfelt	Teoría Basada en los Recursos	Ve a la organización como un conjunto único de recursos y capacidades, incluyendo el conocimiento, que pueden ser fuente de ventaja competitiva. El conocimiento organizacional se considera un recurso estratégico valioso, raro, inimitable y no sustituible.	La etapa de capacitación del proceso identifica los recursos y capacidades. La aplicación del proceso permite identificar el conocimiento organizacional y reconocer su importancia. Para que todo el proceso se lleve a cabo, son necesarios recursos, lineamientos, otros procedimientos.
Argyris y Schön, Senge	Teoría del Aprendizaje Organizacional	Enfatiza la importancia del aprendizaje individual y colectivo para desarrollar y aplicar el conocimiento. La idea de las "organizaciones que aprenden" que fomentan el diálogo, la reflexión y la experimentación.	En la cuarta idea científica se identifica a los docentes de manera individual, pero también como parte de un colectivo cuya función primordial es precisamente el desarrollo del conocimiento. La dimensión extensionista permite la interacción con el entorno, observando con ello el principio de que las organizaciones aprenden, en este caso, tanto hacia el interior mediante el diálogo y hacia el exterior a través de la divulgación.
Edvinsson, Stewart	Teoría de la Gestión del Capital Intelectual	Se centra en la identificación, medición y gestión de los activos intangibles, incluyendo el conocimiento.	Como parte de las salidas del proceso se señala al conocimiento explícito y colectivo, gestionado de manera eficiente.

Nota. Se muestra la relación entre las principales teorías y el Modelo propuesto. Fuente: Elaboración propia

OBJETIVO GENERAL

Explicar el marco conceptual de un modelo, que apoye la gestión de la enseñanza llevada a cabo por los docentes universitarios, a través de una plataforma tecnológica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir los elementos conceptuales involucrados en la creación de un modelo para la gestión de la enseñanza.
Identificar la relación entre conceptos generales y las necesidades específicas de la educación universitaria.

OBJETO DE ESTUDIO

Proceso de enseñanza empleado por los docentes de nivel universitario, que incluye los aspectos pedagógicos y procedimentales propios de su actividad, teniendo como finalidad la transmisión de conocimiento.

METODOLOGÍA

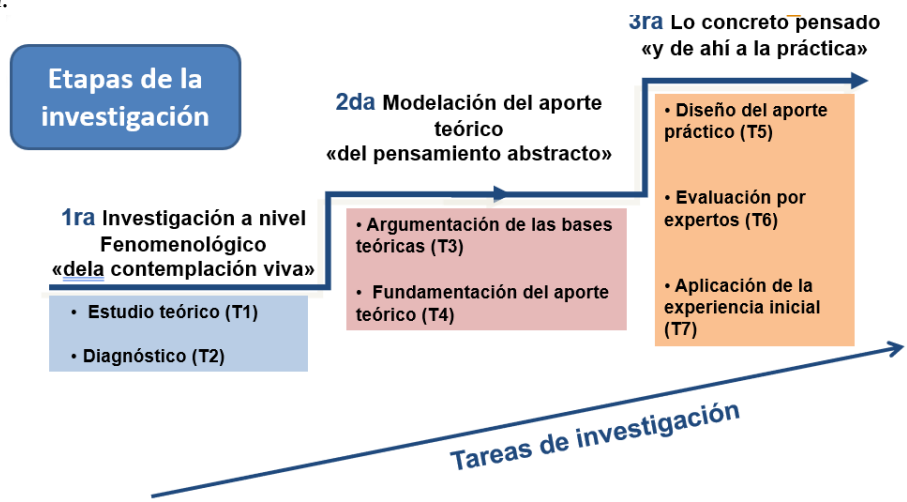
Para establecer el marco conceptual que dará sustento al modelo que se propondrá en posteriores trabajos, se investigaron las definiciones de diversos autores sobre los elementos que intervienen en dicha metodología, la cual fue el resultado de la consulta de los modelos de gestión de conocimiento más conocidos, considerando las necesidades particulares del objeto de estudio en cuestión. Para la detección de dichas necesidades, además de considerarse las particularidades de los procesos, también se llevaron a cabo encuestas tanto a docentes como a estudiantes, y entrevistas al personal administrativo involucrado en una institución de educación superior, los cuales se explican en otro trabajo alterno.
Para la investigación documental y a efectos de obtener los trabajos y discusiones más actualizados, se utilizaron herramientas de búsqueda como Perplexity, Science Direct, Redalyc entre otras.

FASES DEL DESARROLLO

El uso y aplicación del método científico en la presente investigación educativa se refleja en los aportes teóricos en primera instancia, mismos que resultan en conceptos, regularidades, componentes, dimensiones, y en general en un sistema de conocimiento. El diseño teórico de la investigación, aparte de la definición y fundamentación del tema, se llevó a cabo mediante el establecimiento de la situación problémica, el objeto de estudio, objetivo, y el marco teórico, conceptual y contextual del objeto de estudio. En cuanto al diseño metodológico se plantearon en primer lugar los supuestos o preguntas científicas, para posteriormente establecer los métodos y posibles resultados, y finalmente concluir con las relaciones entre dichas preguntas, los métodos y posibles resultados. A través de las preguntas científicas se marcó el camino para la construcción del conocimiento científico y la obtención de los aportes y la novedad científica. Del estudio teórico conceptual, histórico tendencial, se obtuvo la sistematización conceptual de las categorías componentes del objeto, la sistematización teórica y tendencial del objeto y su análisis histórico, deduciendo con ello sus regularidades.
Los métodos empleados en el transcurso de la investigación se resumen en histórico lógico, a través del cual se encontró el conocimiento socialmente establecido a través de analizar su trayectoria cambiante, que determina las tendencias universales para descubrir los aspectos esenciales del objeto. También se aplicó el método análisis y síntesis en los momentos en los que fue necesario descomponer o separar los elementos del objeto de estudio, y a su vez volver a integrarlos en la intención de describir su esencia y posterior transformación. De igual manera se aplicó como unidad dialéctica el método inductivo deductivo, a través del razonamiento lógico que permite analizar el objeto desde lo particular hacia lo general.
De manera general en la Figura 1 se esquematizan las etapas del desarrollo de la investigación, de las cuales el presente trabajo aborda la primera y la segunda, aclarando que el diagnóstico, aunque si se elaboró, no se incluye, y la tercera etapa es tema de otro trabajo.

Figura 34

Etapas de la Investigación.



Nota. Tareas científicas en cada una de las etapas de la investigación. Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró que los conceptos teóricos analizados guardan estrecha relación con los elementos que implica la labor docente durante el proceso de enseñanza aprendizaje, tanto dentro como fuera del aula. Por lo que se distinguieron elementos que deben incluirse perfectamente contextualizados en un modelo que pretenda brindar una metodología en apoyo de la gestión del conocimiento para los docentes en su trabajo como gestores del proceso de enseñanza.

Los resultados obtenidos luego de la exhaustiva investigación documental conforman un sólido marco conceptual y teórico que sirve como base y referencia, para un modelo de gestión de la enseñanza a nivel superior, que se anticipa de manera enunciativa y se explicará a detalle en posteriores investigaciones.

CONCLUSIÓN

Se demuestra la relación evidente entre los conceptos aquí explicados, para concluir que es de suma importancia en el contexto educativo, contar con una metodología que sirva de guía para la conversión del conocimiento tácito expresado en hechos, memorias y experiencias del docente, en conocimiento explícito que sea de fácil acceso para que pueda emplearse de forma colectiva, y coadyuvar así al trabajo docente. Y dados los avances en tecnología educativa, se vislumbra una plataforma basada en inteligencia artificial, fundamentada en los conceptos teóricos aquí expuestos, que sirva como medio para dicha conversión.

REFERENCIAS

A Study on the Humanistic Concept of University Teaching Management. (2023). *Frontiers in Educational Research*, *6*(12). https://doi.org/10.25236/fer.2023.061219

Arregui, J. G. (2002). Gestión del conocimiento y empresa: una aproximación a la realidad española. España: Escuela de Organización Industrial.

Bautista, V. J. (septiembre de 2007). Las Unversidades Tecnológicas públicas en México_Un Modelo incompleto. México, México.

Benassini, M. (2009). El uso de software. En M. Benassini, Introducción a la Investigación de mercado. - Enfoque para América Latina (pág. 269). México: Pearson.

Benitez, G. M. (2007). El proceso de enseñanza- aprendizaje: el acto didáctico. NTIC Interacción y aprendizaje en la universidad.

Carr, N. (2014). Atrapados, cómo las máquinas se apoderan de nuestras vidas (Primera ed.). México, CDMX, México: Santillana Ediciones Generales.

Cortés, R. R. (s.f.). Instituto Erich Fromm de Psicoterapia Integradora Humanista. (P. y. humanista, Productor) Recuperado el 08 de julio de 2020, de https://psicoterapiahumanista.es/es/articulos-es/articulos-de-psicoterapia/78-por-que-y-para-que-surgio-el-movimiento-de-la-psicologia-humanista

Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know. Harvard Business School Press.

David, F. R. (2003). Conceptos de Administración Estratégica. México: Pearson.

Díaz, E. (2018). Gestión educativa y mejora del aprendizaje. Editorial Octaedro.

Domingo, J. C. (1990). Enseñanza, currículum y profesorado. Introducción crítica a la didáctica. Madrid: Ediciones Akal.

ECHEVERRÍA, B. (noviembre de 2006). El humanismo del existencialismo. México, México. Recuperado el 08 de julio de 2020, de http://www.scielo.org.mx/pdf/dianoia/v51n57/0185-2450-dianoia-51-57-189-s1.pdf
Fernández, A., & López, M. (2015). Gestión de la enseñanza: fundamentos y prácticas. Editorial Universitaria.
Fernández, L. (2021). Nuevas perspectivas en innovación educativa. Editorial Pedagógica.
Fernández, L. (2021). Perspectivas sobre la calidad educativa en el siglo XXI. Editorial Pedagógica.
Francis Salazar, S. (2006). Hacia una caracterización del docente universitario "excelente": Una revisión a los aportes de la investigación sobre el desempeño del docente universitario. Educación, 30, 31-49.
Gairín, J. (2011). La gestión de la enseñanza: estrategias y prácticas educativas. Ediciones Morata.
García, A., & Martínez, P. (2019). Calidad educativa: Conceptos y prácticas. Editorial Educativa.
García, C. (2019). Fundamentos de la pedagogía universitaria. Editorial Universitaria.
Gestión del conocimiento, del mito a la realidad. (2010). Madrid, España: Ediciones Díaz Santos. Recuperado el 23 de julio de 2020
Gobierno de México. (s.f.). Gobierno de México. Obtenido de https://cgutyp.sep.gob.mx/index.php?pagina=Quienes
González Millan, J. J., & Rodríguez Díaz, M. T. (2016). Gestión del conocimiento, capital intelectual e indicadores aplicados. España: Ediciones Díaz de Santos.
Imaginario, A. (s.f.). Existencialismo: características, autores y obras. Recuperado el 08 de julio de 2020, de https://www.culturagenial.com/es/existencialismo/: https://www.culturagenial.com/es/existencialismo/
Ismail, S. (2014). Organizaciones Exponenciales. España: Bubok.
López, A. E. (agosto de 2018). VIGENCIA Y APLICACIÓN DE LAS ORIENTACIONES PSICOPEDAGÓGICAS Y FILOSÓFICAS CONTEMPORÁNEAS EN EL HECHO EDUCATIVO. Educando para educar (35).
Mapping the Platforms in Higher Education – A Systematic Literature Review. (2022, marzo 9). [Video recording]. https://doi.org/10.1109/e-tems53558.2022.9944537
Marín, A. M., & Ríos Rosas, F. (2006). Los conceptos de conocimiento, epistemología y paradigma, como fase diferencial en la orientación metodológica del trabajo de grado. Moebio.
Metz, C., & Satariano, A. (6 de febrero de 2020). Un algoritmo que otorga libertad o la quita. The New York Times. Obtenido de https://www.nytimes.com/2020/02/06/technology/predictive-algorithms-crime.html
Molina, M. A., & Perez Castello, B. J. (2009). El caso de los laboratorios del Centro Nacional ASTIN del SENA. Revista Informador Técnico.
Morales, A. A., & Cisternas Olivares, E. (s.f.). Modelo de gestión del conocimiento basado en el funcionamiento celular. REVISTA GESTIÓN DE LAS PERSONAS Y TECNOLOGÍA.
Morales, S. (2020). Innovación educativa y tecnología en el siglo XXI. Editorial Educativa.
Moreno, M. (1983). Aprender siguiendo a Piaget. Barcelona.
Murcia, R. F., Castaño Alvarez, L., & Mejia Corredor, C. (2020). Estilos de aprendizaje en la educación virtual. ONTARE.
Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford University Press.
Ocaña, A. O. (diciembre de 2013). Modelos pedagógicos y teorías del aprendizaje. Ediciones de la U.
Paredes, M. M. (2012). Fundamentos de un modelo para la gestión de conocimiento pedagógico: una estrategia para la Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba.
Pérez Fernández de Velazco, J. A. (2012). Gestión por procesos. Madrid: ESIC Editorial.
Pérez, J. (2018). Estrategias para la mejora de la calidad en la educación. Editorial del Conocimiento.
Pérez, M., & Hernández, R. (2018). Estrategias innovadoras en la educación contemporánea. Editorial del Conocimiento.
Pérez, M., & López, R. (2020). Innovación educativa en la universidad: Teoría y práctica de la pedagogía universitaria. Editorial Académica.
Pérez-Fuillerat, N. (2019). Conocimiento tácito: características en la práctica enfermera. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911117303114
Polanyi, M. (1966). The Tacit Dimension. Doubleday.
Policarpo, C. A. (2012). El sustrato platónico de las teorías pedagógicas. Tiempo de educar, 13(25), 139-159.
Raffino, M. E. (29 de noviembre de 2019). Concepto de fenomenología. Argentina. Recuperado el 8 de julio de 2020, de https://concepto.de/fenomenologia/
Riesco González, M. (2006). El negocio es el conocimiento. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
Río, O. M. (2014). Análisis, desarrollo y gestión de proyectos. Unidades Docentes de la Escuela Nacional de Sanidad, 37.
Rodríguez, P., & Gómez, C. (2019). Transformación e innovación en la educación: Retos y oportunidades. Editorial Académica.
Salgado, C. M. (2003). El conocimiento tácito. Recuperado de https://gestionyestrategia.azc.uam.mx/index.php/rge/article/download/228/920
Salim, I., Malone, M., & Van Geest, Y. (2014). Organizaciones Exponenciales. España: Bubok Editorial.
Sampieri, R. H. (2014). Análisis de datos cuantitativos. En R. H. Sampieri, Metodología de la investigación (pág. 600). México: McGrawHill.

Sánchez, J. (2018). La pedagogía universitaria: Retos y oportunidades en el siglo XXI. Editorial del Conocimiento.
Santamaría, J. (2020). Principios y técnicas de gestión educativa. Ediciones Alianza.
Technology Management Framework of Technology-Enabled Learning and Teaching Ecosystem of Higher Education Institutions (HEIs). (2023, noviembre 19). [Video recording]. https://doi.org/10.1109/hnicem60674.2023.10589109
The Educational Platform: Constructing Conceptual Frameworks. (2001). Action in teacher education, 23(3), 16-19. https://doi.org/10.1080/01626620.2001.10463070
The platformization of higher education: Challenges and implications. (2023). *Píxel-Bit*, *67*, 7-33. https://doi.org/10.12795/pixelbit.99213
Torres, R., & Sánchez, M. (2020). Evaluación y mejora de la calidad educativa en contextos diversos. Editorial Académica.
Uribe, G. C., Rosero Jiménez, S. L., & Segura Jiménez, H. (Jun de 2008). Diseño de un modelo de gestión del conocimiento. Revista Interamericana de Bibliotecología, 31(1), 85-108.
Valhondo, D. (2010). Gestión del conocimiento, del mito a la realidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
Yáñez, Á. X. (2009). La fenomenología: la filosofía del siglo XX. La Jornada Semanal (735). Recuperado el 8 de julio de 2020, de https://www.jornada.com.mx/2009/04/05/sem-angel.html

Modelo de red neuronal con auto-atención para detección de ataques de red del tipo DDoS

Oscar Fabian Pérez Gonzalez[1]
Pablo Pancardo García[1]

[1]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/ favianoscar7@gmail.com*
[1] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/ pablo.pancardo@ujat.mx*

Línea de investigación*: Inteligencia artificial / Ciberseguridad*

Resumen

Los ataques de denegación de servicio (DoS por sus siglas en inglés) son comunes en la actualidad y suelen causar pérdidas económicas a sus víctimas al interrumpir el funcionamiento normal de los servicios en red. Estos ataques saturan los recursos de un servidor, impidiendo que responda correctamente a las solicitudes legítimas de los usuarios. Para la detección de este tipo de ataques de red se exploró el comportamiento de una red neuronal con módulo de auto-atención con datos reales contenidos en el dataset LITNET-2020. Además, se realizaron pruebas con dos tipos de optimizadores el Adam y SGD (*Stochastic Gradient Descent*), en los cuales Adam demostró ser superior con un accuracy promedio del 93% en las pruebas de validación, aunque en ambos casos se podría mejorar las tasas de falsos positivos con arquitecturas más robustas como Transformer.

Línea de investigación: Inteligencia artificial.

Palabras clave: Red neuronal, Self Attention, LITNET-2020, DDoS SYN FLOOD.

Abstract

Denial of Service (DoS) attacks are common today and often cause economic losses to their victims by disrupting the normal operation of network services. These attacks overwhelm a server's resources, preventing it from properly responding to legitimate user requests. To detect this type of network attack, the behavior of a neural network with a self-attention module was explored using real data contained in the LITNET-2020 dataset. Additionally, tests were conducted with two types of optimizers, Adam and SGD (Stochastic Gradient Descent), where Adam proved to be superior with an average accuracy of 93% in validation tests, although in both cases, false positive rates could be improved with more robust architectures such as Transformer.

Research area: Artificial Intelligence.

Keywords: Neural Network, Self Attention, LITNET-2020, DDoS SYN FLOOD

INTRODUCCIÓN

Ante el aumento de la actividad y la complejidad de las amenazas cibernéticas, gran parte de la industria ha impulsado la implementación de avanzados sistemas para la detección y mitigación de ataques en red y sistemas informáticos con enfoques modernos. Es por esto, que los modelos de redes neuronales han alcanzado una gran relevancia para este campo de la ciberseguridad, ya que han mostrado un enorme potencial en grandes volúmenes de datos, convirtiéndolas en poderosas herramientas debido a su gran capacidad de identificar patrones complejos y de esta forma determinar si existe un ataque de red (Kim et al., 2016). Las redes neuronales pueden logar una detección más precisa de actividades maliciosas e identificación de malware a través del análisis del tráfico en redes, esto es posible gracias a su capacidad de aprender representaciones jerárquicas de los datos especialmente las arquitecturas de aprendizaje profundo (Yin, Zhu, Fei, & He, 2017).

El uso de redes neuronales en ciberseguridad no solo ha mejorado la precisión en la detección de amenazas, sino que también ha permitido una respuesta más rápida y adaptable ante nuevos tipos de ataques. Modelos como las redes neuronales convolucionales (CNN por sus siglas en inglés) y las redes neuronales recurrentes (RNN por sus siglas en inglés) han demostrado ser especialmente eficaces en el análisis de patrones temporales y secuencias, lo que es crucial para la identificación de ataques continuos y multifacéticos (Saxe & Berlin, 2017).
A pesar de los avances, la implementación de redes neuronales en ciberseguridad enfrenta desafíos significativos, como la necesidad de grandes volúmenes de datos etiquetados y el riesgo de sobreajuste en entornos con datos limitados o cambiantes. Además, la interpretabilidad de los modelos sigue siendo un área de preocupación, ya que la "caja negra" que caracteriza a muchas redes neuronales dificulta la explicación de las decisiones del modelo, lo cual es crítico en entornos donde la confianza y la transparencia son esenciales (Goodfellow, McDaniel, & Papernot, 2018).

DESARROLLO

En esta sección se mencionan los objetivos de la investigación y se describe la metodología que sigue esta investigación para obtener los resultados favorables conforme a los objetivos propuestos.

OBJETIVO GENERAL

Construir un modelo de red neuronal con módulo de auto-atención (*Self Attention*, en inglés), con la configuración suficiente para detectar ataques reales de intrusión de red de la categoría DDoS SYN FLOOD en el Dataset LITNET 2020, con una eficiencia mayor al 90%.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir las características significativas y la suficiencia de datos para detección de un ataque del tipo DDoS SYN FLOOD en el dataset LITNET-2020.
- Implementar un modelo de red neuronal con un módulo de auto-atención.
- Definir las métricas que ayudaran a evaluar la eficiencia del modelo de red neuronal para detectar un ataque de red del tipo DDoS SYN FLOOD.
- Evaluar y hacer los ajustes necesarios para que la red neuronal detecte ataques de intrusión de red del tipo DDoS SYN FLOOD con una eficiencia superior al 90%.

OBJETO DE ESTUDIO

El presente estudio se enfoca en el desarrollo e implementación de una red neuronal avanzada con un módulo de auto-atención, para la detección de ataques distribuidos de denegación de servicio (DDoS) del tipo inundación por sincronía (SYN Flood). Este tipo de ataque, caracterizado por el envío masivo de paquetes SYN a un servidor con la intención de agotar sus recursos y provocar su indisponibilidad, sigue siendo una de las formas más comunes y devastadoras de ciberataque (Gupta & Badve, 2017).

La propuesta de este trabajo radica en aprovechar las capacidades de las redes neuronales con módulos de atención para identificar patrones complejos y secuencias anómalas en el tráfico de red, específicamente relacionadas con el comportamiento de los paquetes SYN en un entorno de red. El módulo de atención permite al modelo enfocar su análisis en las partes más relevantes de la secuencia de tráfico, mejorando así la precisión en la detección de ataques en tiempo real (Vaswani et al., 2017).
El objetivo es demostrar que el uso de redes neuronales con módulos de atención puede ofrecer una solución eficaz y escalable para la detección de ataques DDoS de inundación por sincronía, contribuyendo significativamente a la mejora de la seguridad en redes empresariales y de servicios.

METODOLOGÍA

Modelado del problema: El primer paso consiste en definir claramente el problema que abordará este proyecto. Se realiza un análisis del contexto en el que se aplica la técnica de self-attention, determinando los principales desafíos y escenarios clave que el modelo debe abordar, como la detección de ataques DDoS SYN FLOOD.
Selección y preparación de datos: En esta fase, se evalúan las variables involucradas en el estudio, identificando posibles problemas con los datos, como la presencia de valores atípicos o datos faltantes. Además, se verifica la suficiencia y calidad del conjunto de datos, en este caso el dataset LITNET-2020, y se identifican las características útiles para la detección de ataques DDoS SYN FLOOD. Estas características son transformadas y preparadas adecuadamente para su uso en el modelo.

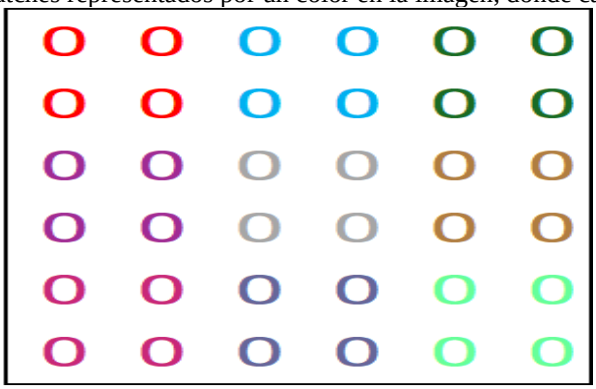
Modelado: En esta etapa se exploran las relaciones entre las características identificadas y los ataques DDoS SYN FLOOD. Se estructuran los datos para el entrenamiento, prueba y evaluación del modelo. Durante esta fase se construye un modelo basado en redes neuronales, implementando una arquitectura que incorpore mecanismos de self-attention, que permite al modelo enfocarse en las características más relevantes durante el procesamiento de la información.
Evaluación: El modelo desarrollado es evaluado utilizando matrices de confusión y gráficos que permitan visualizar su rendimiento en términos de precisión, sensibilidad, y especificidad. Se efectúa un análisis de los resultados para identificar posibles áreas de mejora.

FASES DEL DESARROLLO

Modelado del problema.
Este trabajo aborda el análisis del rendimiento de mecanismos de atención en redes neuronales para mejorar la detección de ataques DDoS SYN FLOOD, buscando superar las limitaciones de los enfoques tradicionales de la detección de ataques y proporcionar una solución más precisa y robusta en la protección de infraestructuras de red.

Selección y preparación de datos.
El dataset LITNET-2020 se utilizó en esta investigación por su contenido real y actualizado, esenciales para desarrollar métodos avanzados de detección de intrusiones en red. Este conjunto de datos incluye 85 atributos de flujo de red, con registros tanto de tráfico normal como de ataques (12 tipos de ataques). Del total de atributos, 49 son específicos del protocolo NetFlow v9, ampliados con campos de tiempo y marcas TCP para identificar ataques. Siendo un total de 85 atributos que ofrecen una base robusta para la detección precisa de amenazas.
En la preparación de los datos se descartaron (cantidades) características irrelevantes para la detección de ataques del tipo DDoS y aquellas con nula variación. Se identificaron datos nulos solo en un par de características de control de banderas TCP. De los registros de tráfico normal se eliminaron 41,180 registros nulos, mientras que los registros de ataque se mantuvieron intactos.
El dataset resultante se compuso de 19 atributos, que tras la codificación de las categóricas mediante la técnica *one-hot encoding* y la normalización de otras, se obtuvieron un total de 37 atributos. Esta preparación busca optimizar el ajuste de la red neuronal durante el entrenamiento.
Modelado.
Las redes neuronales que utilizan módulos de atención permiten que la red asigne diferentes pesos a diversas secciones de la entrada, priorizando la información crucial y disminuyendo la influencia de los elementos menos relevantes.
Para la implementación del modelo de red neuronal con un mecanismo de auto-atención se utilizó Python junto con PyTorch Lightning, así como las librerías Pandas y Numpy para manipular el dataset normalizado. En la codificación del modelo se crearon cinco clases, de las cuales la primera se encarga de separar la variable dependiente y generar los vectores de características para el módulo de atención. En este caso, se crearon matrices compuestas por 9 vectores de 4 características cada una, como se muestra en la Imagen 1, creadas a partir de las 36 características del dataset, exceptuando la variable dependiente.

Figura 1
La primera clase divide un registro en 9 patches representados por un color en la imagen, donde cada uno tendrá 4 atributos.



También se separaron los datos en dos partes siguiendo la estructura definida en la clase anterior, para ello la clase dos crea una parte para el entrenamiento y otra para la validación, además, esta clase también define un Dataloader para cada set de datos. Los Dataloaders se encargan de manejar el almacenamiento, el preprocesamiento y la iteración sobre conjuntos de datos, facilitando así el proceso de carga y manipulación de datos durante el entrenamiento del modelo. Esto es posible porque divide los datos en lotes (batches) de un tamaño especificado.

Las clases anteriores 1 y 2 preparan los datos para el modelo, mientras que las siguientes tres clases son fundamentales para la creación del modelo de red neuronal con módulo de atención. La clase 3, es declarada como "MLP (*MutiLayer Perceptron*)" define la estructura de un perceptrón multicapa, iniciando con 36 entradas y 36 neuronas en una capa lineal, seguida de una función de activación RELU (*Rectified Linear Unit*), y terminando con una capa lineal de 36 entradas y 2 neuronas; que actúa como clasificador. Además, incluye funciones clave para el entrenamiento y la clasificación en la red neuronal como permitir que los datos recorran la red, realizar clasificaciones sin alterar los parámetros ajustados, calcular la precisión y la función de pérdida utilizando *cross entropy*. También se encuentran funciones que definen el optimizador. En este caso se utilizó Adam y SGD (Stochastic Gradient Descent) para ajustar los parámetros; en la figura 2 y 3, se puede observar el comportamiento de la precisión por batch para cada optimizador. Por último, se encuentran las funciones para realizar el entrenamiento y la validación del modelo, estas funciones muestran la precisión y los resultados de la función de pérdida en cada batch durante el entrenamiento, permitiendo seguir la evolución del modelo. Gracias a PyTorch, la codificación de esta estructura en la clase se realiza de manera sencilla.

Figura 2

Evolución del accuracy durante el entrenamiento con el optimizador Adam

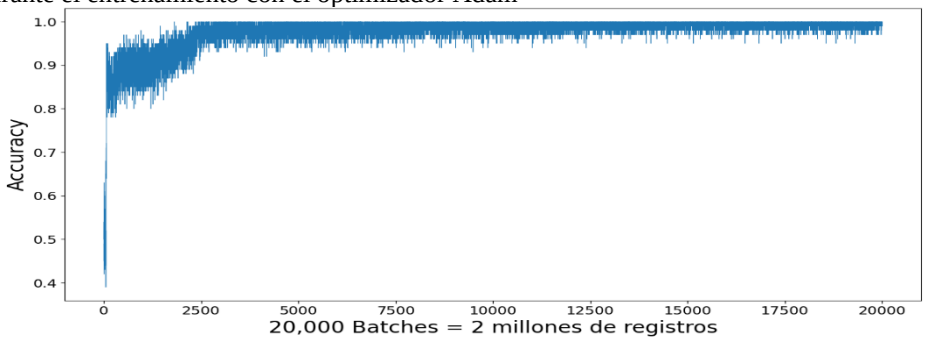
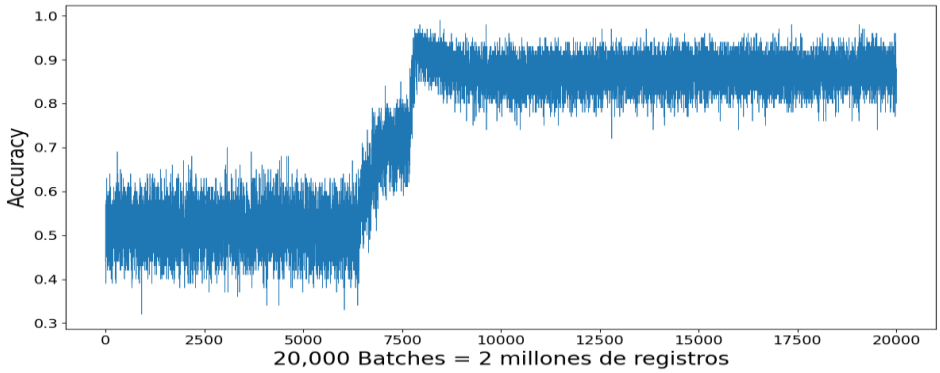


Figura 3

Evolución del accuracy durante el entrenamiento con el optimizador SGD.



La clase más importante para esta investigación es la cuatro, ya que esta clase será la responsable de aplicar la fórmula del self attention a cada batch de datos y obtener su respectiva matriz de atención, la fórmula que se utiliza se encuentra en la figura 4. Los resultados que se obtienen de la clase 4 representan las entradas de la clase 3 para realizar la clasificación. El proceso anterior se instancia en la clase 5, que define el modelo, ya que hace uso de las clases anteriormente mencionadas. En este punto se realizan las pruebas para la evaluación y la obtención de resultados.

Figura 4
Fórmula para calcular la matriz de atención para self attention.

$$Atencion(Q, K, V) = softmax(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}})V$$

Donde:
Q = Token acual(patch)
K^T = Representación del Token transpuesto para el producto matricial
$\sqrt{d_k}$ = Dimensión de Token para escalar la matriz resultante
$softmax$ = Convierte la matriz de pesos en probabilidades
V = Representación del Token para generar la matriz de atención

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados.

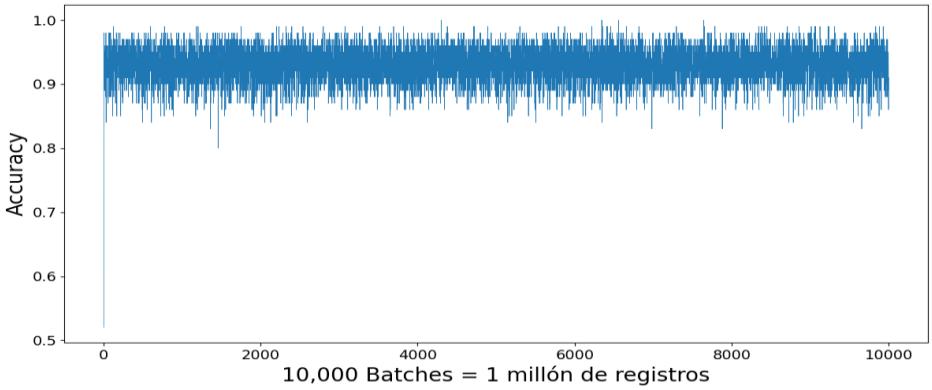
Al implementar el modelo de red neuronal con un mecanismo de atención, se realizaron pruebas con el dataset normalizado. Después de una época de entrenamiento con el optimizador Adam, el modelo mostró un accuracy promedio del 96% en los datos de entrenamiento y del 92% en los datos de validación. La tabla de confusión de los datos de validación obtenidas para una época con 10,000 batches que corresponde a 1 millón de registros, se presenta en la figura 5 y el comportamiento del acuracy por cada batch recorrido durante el entrenamiento se muestra en la figura 2, correspondiente a 20,000 baches que suman un total de 2 millones de registros. Los resultados obtenidos dejan en evidencia la buena eficiencia que el modelo puede alcanzar con una sola época de entrenamiento bajo el optimizador Adam, al momento de clasificar.

Figura 5
Matriz de confusión (lado izquierdo) con datos de validación, la cual ayuda a calcular las métricas mostradas en la tabla de métricas (lado derecho) para el optimizador Adam.

	Predicción Normal	Predicción Ataque
Normal	399,363	69,728
Ataque	0	530,809

Métricas	Clase	Resultado
Accuracy	-	93%
Precisión	Normal	100%
	Ataque	88%
Rcall	Normal	85%
	Ataque	100%
F1 score	Normal	92%
	Ataque	94%
Especificidad	Normal	88%
	Ataque	100%

Figura 6
Evolución del accuracy durante la validación con el optimizador Adam.



Por otra parte, al utilizar el optimizador del descenso del gradiente estocástico, se obtiene una perdida en la eficiencia al clasificar los registros obteniendo un promedio de accuracy en el entrenamiento de 62% y en la validación el promedio asciende a 83%. En la figura 7, se puede observar más métricas relevantes para esta investigación y la tabla de confusión correspondiente para el optimizador estocástico.

Figura 7

Matriz de confusión (lado izquierdo) con datos de validación, la cual ayuda a calcular las métricas mostradas en la figura (lado derecho) para el optimizador SGD.

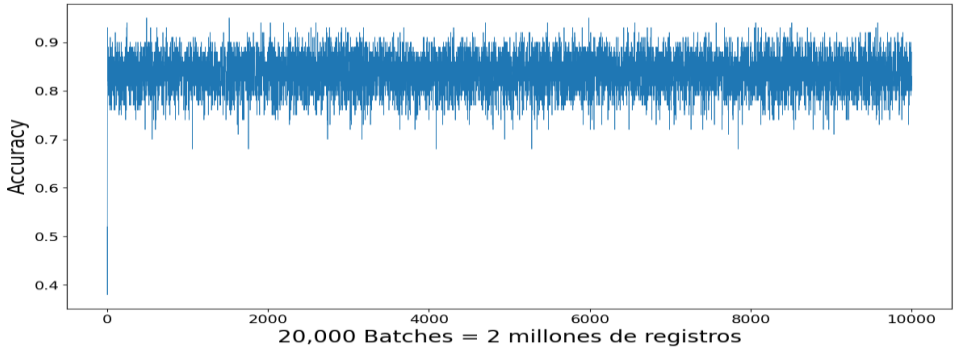
	Predicción Normal	Predicción Ataque
Normal	305,375	164,076
Ataque	0	530,449

Métricas	Clase	Resultado
Accuracy	-	84%
Precisión	Normal	100%
	Ataque	76%
Rcall	Normal	65%
	Ataque	100%
F1 score	Normal	79%
	Ataque	87%
Especificidad	Normal	76%
	Ataque	100%

Además de las métricas anteriores (Figura 7), que muestran la inferioridad del optimizador SGD sobre el optimizador Adam, en las figuras 6 se puede apreciar gráficamente que el optimizador Adam proporciona una mejor exactitud en la clasificación de ataques y no ataques (entre el 80 y 100%), mientras que el optimizador SGD (Figura 8) proporciona una exactitud de clasificación en un rango entre el 70 y 90%. Adicionalmente, el optimizador Adam proporciona una mayor consistencia y densidad en las clasificaciones superiores al 90%

Figura 8

Evolución del accuracy durante la validación con el optimizador SGD.



Discusión.

Los resultados anteriores han demostrado que un mecanismo de auto-atención puro puede alcanzar hasta un 93% de precisión (accuracy) en promedio con tan solo una época de entrenamiento, esto es significativo considerando la simplicidad del enfoque utilizado. Algunos trabajos relacionados con nuestra investigación se describen a continuación.

En el estudio de **Guo, X., & Gao, X. (2022)** donde utilizan un modelo con *multihead attention*, han logrado un accuracy que puede llegar al 99.97%. La implementación de múltiples cabezales de atención permite tener en cuenta relaciones más complejas entre las características del tráfico de red, lo que mejora significativamente la capacidad del modelo para distinguir entre un tráfico de red benigno y malicioso. La capacidad de analizar diferentes entradas en paralelo podría ser una de las razones por la que este modelo logra una mayor precisión.

Por otra parte, **MAN, W., YANG, G., & FENG, S. (2024)** utilizan una combinación de mecanismo de autoatención con una máquina vectorial de soporte (SVM), el uso de SVM como clasificador puede ser una mejora robusta; la cual ayuda en gran medida al poder de decisión del modelo, ya que puede realizar una diferenciación de clases cercanas más efectiva e incluso contribuir en la reducción de falsos positivos. Este híbrido resalta la ventaja de integrar métodos tradicionales de clasificación con mecanismos de atención modernos alcanzando una precisión del 98.95% y una tasa de falsos positivos del 1.04% la cual es bastante baja comparándolo con los obtenidos en los resultados del mejor optimizador del estudio presente que correspondería al 7%.

Y finalmente **Sasi, T. (2024)**, combina redes convolucionales con módulos de atención, aunque este estudio utilizó un conjunto de datos con una mayor variedad de tipos de ataques, lo que podría haber facilitado clasificación debido a la presencia de características más distintivas y evidentes entre las clases en las variables utilizadas, logrando un 99.96% de precisión. Por lo que es importante resaltar que la diversidad y representatividad del dataset son factores críticos que pueden influir significativamente en la efectividad de los modelos para clasificar las clases dentro los mismos.

El presente trabajo ofrece una solución eficiente y relativamente precisa con un módulo de auto-atención sin embargo, las comparaciones con trabajos que abarcan tecnologías como la del *multihead attention*, o las combinan con otras como máquinas vectoriales de soporte o las redes convolucionales, pueden evidenciar que la precisión alcanzada en este estudio es un poco interior respecto a los modelos de otros autores, pero hay que considerar que nuestra propuesta se trata un enfoque sencillo por lo que los resultados podrían mejorar aún más si se realiza una combinación con otras técnicas o ajustes en la metodología. Lo que deja claro que la mejoras que estos ofrecen son significativas en la precisión del modelo.

Para futuras investigaciones se piensa explorar estas combinaciones para determinar cómo estas mezclas contribuyen a una detección efectiva y robusta en la detección de intrusiones de red, así como la utilización de conjuntos de datos diversos, ya que para el presente estudio se limitó a un set de datos que se encuentran en LITNET-2020.

CONCLUSIÓN

El objetivo general de este trabajo fue alcanzar o superar una precisión de clasificación superior al 90%, lo cual se obtuvo utilizando el optimizador Adam, por lo que queda demostrado la superioridad del modelo con optimizador Adam respecto al optimizador estocástico, además la sensibilidad (Rcall) a los ataques en ambos casos es bastante buena ya que alcanzaron una puntuación del 100%. Sin embargo, la tasa de falsos positivos del modelo fue alta con el optimizador Adam y más aún con el optimizador estocástico. Lo anterior representa una oportunidad de trabajo futuro consistente en disminuir dicha tasa. Dicha tarea se busca realizarla durante la continuación de esta investigación, ya que el presente trabajo corresponde a la etapa inicial de modelado. De manera específica se piensa en la utilización de una red neuronal Transformer que logre superar los resultados obtenidos en esta investigación, ya que se trataría de una red neuronal con mayor complejidad.

BIBLIOGRAFÍA

G

- Goodfellow, I., McDaniel, P., & Papernot, N. (2018). Making machine learning robust against adversarial inputs. *Communications of the ACM*, *61*(7), 56-66.
- Guo, X., & Gao, X. (2022). A SYN Flood Attack Detection Method Based on Hierarchical Multihead Self-Attention Mechanism. *Security and Communication Networks*, *2022*(1), 8515836.
- Gupta, B. B., & Badve, O. P. (2017). Taxonomy of DoS and DDoS attacks and desirable defense mechanism in a cloud computing environment. *Neural Computing and Applications*, *28*, 3655-3682.

K

- Kim, G., Lee, S., & Kim, S. (2014). A novel hybrid intrusion detection method integrating anomaly detection with misuse detection. *Expert Systems with Applications*, *41*(4), 1690-1700.

M

- MAN, W., YANG, G., & FENG, S. (2024). Joint Selfattention-SVM DDoS Attack Detection and Defense Mechanism Based on Self-Attention Mechanism and SVM Classification for SDN Networks. *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, *107*(6), 881-889.

S

- Sasi, T. (2024). An efficient self attention-based 1D-CNN-LSTM Network for IoT attack detection and identification using network traffic.
- Saxe, J., & Berlin, K. (2015, October). Deep neural network based malware detection using two dimensional binary program features. In *2015 10th international conference on malicious and unwanted software (MALWARE)* (pp. 11-20). IEEE.

V

- Vaswani, A. (2017). Attention is all you need. *arXiv preprint arXiv:1706.03762*.

Y

- Yin, C., Zhu, Y., Fei, J., & He, X. (2017). A deep learning approach for intrusion detection using recurrent neural networks. *IEEE Access*, *5*, 21954-21961.

Modelo de red neuronal convolucional con atención jerárquicapara un sistema de detección de intrusos evaluado con datos reales de flujo de red

Rodolfo Martínez Cadena[1]

[1]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, e-mail: 232H21006@alumno.ujat.mx*

Línea de investigación Sistemas Ubicuos e Inteligencia Artificial

Resumen

Resumen: El aumento global de usuarios de Internet ha incrementado significativamente la canti-dad de dispositivos conectados y el valor de los datos almacenados en ellos. Con más personas trabajando y estudiando desde casa, las redes se han vuelto más vulnerables a ataques cibernéti-cos, resaltando la importancia de los sistemas de detección de intrusos (SDI) como una herramienta clave en la arquitectura de seguridad. Aunque las técnicas tradicionales de aprendizaje automáticohan sido utilizadas en los SDI [4];[14], estas no son adecuadas para la detección a gran escala debido a sus limitaciones en el aprendizaje de características. En respuesta, los enfoques basadosen aprendizaje profundo (DL) han mostrado mejoras en la precisión de detección[13];[15] , pero aún enfrentan desafíos, como una alta tasa de falsos positivos. Para superar estas limitaciones, se han propuesto modelos como CANET[7], que incorporan características espacio-temporales y una pérdida de ecualización sensible al costo, logrando un rendimiento de vanguardia sin necesidad depreprocesamiento adicional de datos. Sin embargo, la mayoría de estos modelos, incluido CANET,han sido probados principalmente con datos sintéticos[5]. En este contexto, la *(Transfer Learning TL)* Transferencia de Aprendizaje (TL) [6] se presenta como una solución para mejorar la robustezy adaptabilidad de los SDI, permitiendo la reutilización del conocimiento en escenarios cambiantescon datos limitados. En este estudio, se aplica TL al modelo CANET utilizando datos reales de la red LITNET-2020[2], demostrando que esta combinación mejora significativamente la precisión y adaptabilidad del SDI en comparación con modelos entrenados únicamente con datos sintéticos.

Palabras clave: *Aprendizaje Profundo, Atención jerárquica, Ciberseguridad, Redes neuronales convoluciona-les, Sistema de detecćon de intrusos, Transfer Learning*

Abstract

Abstract: The global increase in Internet users has significantly raised the number of connected devices and the value of the data stored on them. With more people working and studying from home, networks have become more vulnerable to cyberattacks, highlighting the importance of In- trusion Detection Systems (IDS) as a key tool in security architecture. While traditional machine learning techniques have been used in IDS[14];[4], they are inadequate for large-scale detection due to their limitations in feature learning. In response, deep learning (DL) approaches have shownimprovements in detection accuracy [13]; [15] but still face challenges such as a high false posi- tive rate. To address these limitations, models like CANET [7] have been proposed, incorporating spatiotemporal features and cost-sensitive equalization loss, achieving state-of-the-art performan- ce without additional data preprocessing. However, most of these models, including CANET, have been primarily tested with synthetic data[5]. In this context, *Transfer Learning* (TL) [6] emerges as asolution to enhance the robustness and adaptability of IDS, enabling knowledge reuse in changingscenarios with limited data. In this study, TL is applied to the CANET model using real network datafrom LITNET-2020[2], demonstrating that this combination significantly enhances the accuracy andadaptability of IDS compared to models trained solely on synthetic data.

Keywords: *Convolutional neural networks, Cybersecurity, Deep Learning, Hearichical Attention, Intrusion de-tection systems, Transfer Learning*

INTRODUCCIÓN

El aumento global de usuarios de Internet y la creciente dependencia de la tecnología digital han incrementadola vulnerabilidad de las redes a ataques cibernéticos. En este contexto, los sistemas de detección de intrusos(SDI) son esenciales para identificar y mitigar amenazas antes de que causen daños significativos. Aunque los SDI tradicionales han empleado técnicas de aprendizaje automático para detectar anomalías, estos enfo- ques han mostrado limitaciones importantes, especialmente en la detección de ataques a gran escala y en la adaptación a escenarios del mundo real.

Sommer y Paxson [9] identificaron varios factores que contribuyen al bajo rendimiento de estos enfoques, tales como el alto costo de los errores de clasificación, la diversidad de formatos de datos, la falta de datosde entrenamiento representativos y la ambigüedad en la interpretación de las anomalías detectadas. Estos desafíos subrayan la necesidad de conjuntos de datos más realistas y completos para entrenar modelos de SDI más efectivos.

Los conjuntos de datos históricos, como KDDCup'99 [8] y NSL-KDD [10], se han vuelto obsoletos debido a la rápida evolución de las amenazas cibernéticas y no reflejan adecuadamente los flujos de red del mundo real.Para superar estas limitaciones, Damasevicius et al. introdujeron LITNET-2020 [2], un conjunto de datos que proporciona ejemplos reales de tráfico de red bajo condiciones normales y de ataque. Este conjunto de datoses un recurso valioso para evaluar y mejorar los SDI en entornos más realistas.

Recientemente, se ha propuesto CANET [7], un modelo de red neuronal convolucional con atención jerárqui- ca, que ha mostrado un rendimiento destacado en términos de precisión y detección, aunque su eficacia ha sido evaluada principalmente en datos sintéticos. Esto plantea dudas sobre su capacidad de generalización aescenarios reales.

En este contexto, la Transferencia de Aprendizaje *(Transfer Learning, TL)* se presenta como una estrategia prometedora para mejorar la robustez y adaptabilidad de los SDI. TL permite reutilizar conocimientos adquiri-dos en un dominio para mejorar el desempeño en otro, lo cual es crucial en entornos cambiantes con datos limitados [6]. Este estudio propone aplicar TL al modelo CANET utilizando datos reales de LITNET-2020 paradesarrollar un sistema de detección de intrusos que sea efectivo tanto en entornos sintéticos como en condi- ciones de red del mundo real.

A continuación, se describe la metodología empleada para desarrollar el modelo propuesto, seguida de un análisis de los resultados obtenidos y una discusión sobre las implicaciones del estudio.

OBJETIVO GENERAL

Construir un modelo de red neuronal convolucional con atención jerárquica para la detección de intrusos, utilizando datos reales de flujo de red mediante la metodología de transferencia de aprendizaje. Este enfoquebusca mejorar la precisión y adaptabilidad del sistema en entornos reales, superando las limitaciones de los modelos entrenados exclusivamente con datos sintéticos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Implementar y ajustar un modelo preentrenado mediante transferencia de aprendizaje, utilizando caracte-rísticas de flujo de red real del conjunto de datos LITNET-2020, para mejorar la precisión en la detecciónde intrusos.

Realizar una ingeniería de clases utilizando la metodología de transferencia de aprendizaje, adaptando los datos reales al modelo para optimizar su rendimiento en la clasificación de tráfico de red normal y malicioso.

Verificar la efectividad del sistema de detección de intrusos propuesto mediante la evaluación de las métricas de precisión, tasa de detección y tasa de falsos positivos, comparando su desempeño con modelos entrenados en datos sintéticos.

OBJETO DEL ESTUDIO

En la ciberseguridad, los sistemas de detección de intrusos automáticos han sido un foco de investigación a nivel internacional, pero han mostrado limitaciones en términos de efectividad práctica y automatización com-pleta. Estos sistemas se evalúan por su capacidad para reconocer ataques, lo que requiere conjuntos de datosrepresentativos de tráfico normal y malicioso. Una de las principales limitaciones de los enfoques actuales esla falta de datos de tráfico de red realista. Este estudio aborda esta brecha utilizando el conjunto de datos LITNET-2020, derivado de una red académica del mundo real, como base para evaluar y mejorar el modelo CANET, que ha demostrado ser efectivo en datos sintéticos. La aplicación de la metodología de Transferen- cia de Aprendizaje busca adaptar CANET a entornos reales, desarrollando así un sistema de detección de intrusos más robusto y adaptable.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances

Esta investigación visualiza la creación de un modelo de red neuronal convolucional con atención jerárqui-ca para la detección de intrusos en datos reales de flujo de red, utilizando la metodología de transferenciade aprendizaje basada en el modelo CANET. Este modelo servirá como base para la implementación posterior de un sistema de detección de intrusos automático.

La efectividad del modelo propuesto será evaluada utilizando el conjunto de datos LITNET-2020, que proporciona un entorno representativo del tráfico de red real en una red académica.

Los resultados de esta investigación podrían tener aplicaciones futuras en la industria, donde los sistemasde detección de intrusos necesitan adaptarse rápidamente a nuevas amenazas y escenarios cambiantes.

Limitaciones

El trabajo se limita al uso del conjunto de datos LITNET-2020, ya que está disponible de forma gratuita para fines de investigación y se considera representativo del tráfico de red real en un entorno académico.Esto implica que los resultados obtenidos podrían no ser directamente aplicables a otros entornos de red, como redes corporativas o industriales.

Aunque el modelo CANET y el conjunto de datos LITNET-2020 están disponibles de forma gratuita y nopresentan limitaciones éticas o de derechos de autor, podría haber limitaciones técnicas relacionadas conla capacidad computacional necesaria para entrenar y ajustar el modelo, especialmente si se considerala escalabilidad a conjuntos de datos más grandes o más diversos.

Una posible limitación es la necesidad de recalibración del modelo a medida que surgen nuevas amena-zas cibernéticas, lo que podría requerir la actualización continua del sistema para mantener su efectivi- dad.

En caso de que se presenten limitaciones no previstas, como la baja generalización del modelo a otros con- juntos de datos reales, se considerará la evaluación del comportamiento del modelo en otros entornos o la adaptación de otros modelos existentes.

METODOLOGÍA

Esta investigación sigue un enfoque cuantitativo, utilizando un marco metodológico adaptado del estándar CRISP-DM (CRoss-Industry Standard Process for Data Mining). La metodología está estructurada en varias fases, desde la formulación del problema hasta la presentación de los resultados, asegurando un proceso sistemático y reproducible para el desarrollo del modelo propuesto.

Planteamiento del problema: Introducción y contextualización del problema.

Obtener los datos: Recopilación y preparación de datos.

Explorar y visualizar los datos.

Arquitectura del Modelo Propuesto: Diseño y explicación de la estructura del modelo.

Preparar los datos para el modelo.

Entrenar y ajustar modelo: Proceso de entrenamiento y ajuste, incluyendo la transferencia de aprendizaje

Evaluar modelo: Evaluación del rendimiento y cálculo de métricas clave

Presentar resultados: Documentación y análisis de los resultados obtenidos.

FASES DEL DESARROLLO

En esta sección, se describe en detalle el proceso de desarrollo del modelo de red neuronal convolucional conatención jerárquica para la detección de intrusos, utilizando datos reales de la red LITNET-2020 y aplicando lametodología de Transferencia de Aprendizaje (TL) basada en el modelo CANET.

Planteamiento del problema

La automatización en la detección de intrusos es un desafío crucial en el campo de la ciberseguridad, unárea de investigación dinámica que ha capturado la atención mundial. A pesar de los avances significativos, los sistemas de detección de intrusos (SDI) actuales aún no han logrado una automatización completa y efectiva que pueda operar de manera confiable en escenarios del mundo real [11]. Los enfoques basados en aprendizaje automático, aunque prometedores, han mostrado limitaciones críticas, especialmente cuando se implementan en entornos de red complejos y dinámicos.

Para que un SDI sea efectivo, debe ser capaz de identificar ataques con alta precisión, lo que requiere con- juntos de datos que representen fielmente tanto el tráfico de red normal como el malicioso [1]. Los conjuntos de datos históricos como KDDCup'99 [8] y NSL-KDD [10], aunque fundamentales en su momento, han queda-do obsoletos ante el rápido avance tecnológico y la aparición de nuevas amenazas cibernéticas [3]. Además, muchos de estos conjuntos de datos fueron creados en entornos controlados, limitando su capacidad para representar los flujos de red del mundo real. Como resultado, los modelos entrenados en estos datos suelen fallar en detectar ataques emergentes y carecen de adaptabilidad [12].

El conjunto de datos LITNET-2020 [2], desarrollado por Damasevicius et al., ofrece una solución prometedora al proporcionar ejemplos reales de tráfico de red bajo condiciones normales y de ataque, con 85 características de flujo de red y 12 tipos de ataques. Su disponibilidad para la investigación permite una evaluación más realista y robusta de los SDI.

Entre los esfuerzos más recientes, CANET [7] ha destacado como un modelo innovador, demostrando unalto rendimiento en precisión, tasa de detección y tasa de falsos positivos. Sin embargo, al igual que otros modelos, su efectividad ha sido evaluada principalmente en conjuntos de datos sintéticos como NSL-KDD y UNSW-NB15 [5], lo que plantea dudas sobre su capacidad para generalizar a escenarios del mundo real. La Transferencia de Aprendizaje (TL) ofrece una vía para superar esta limitación, al permitir que los modelos seanajustados y adaptados a nuevos dominios utilizando datos reales.

Este estudio propone aplicar TL al modelo CANET, utilizando el conjunto de datos LITNET-2020 para desarrollar un nuevo modelo de red neuronal convolucional con atención jerárquica. La hipótesis es que este enfoque mantendrá o incluso mejorará la precisión y la adaptabilidad del sistema de detección de intrusos en comparación con modelos entrenados exclusivamente en datos sintéticos, abordando las limitaciones identificadas eninvestigaciones anteriores.

Esta investigación podrá responder las siguientes preguntas:
¿Cómo afecta la metodología de Transferencia de Aprendizaje la precisión y adaptabilidad del modelocuando se aplica a datos reales de red?
¿Qué mejoras en la detección de ataques se pueden observar al procesar y adaptar datos reales encomparación con datos sintéticos?
¿Puede el nuevo modelo, construido con Transferencia de Aprendizaje y utilizando datos reales, mante-ner o incluso superar la efectividad demostrada por CANET en datos sintéticos?
Obtención de los datos
El conjunto de datos LITNET-2020 fue recopilado siguiendo una metodología detallada para capturar tráfico dered real en formato binario nfcapd. Los archivos de tráfico, con un tamaño promedio de 1.35 GB comprimidos,incluyen todas las características del protocolo NetFlow, extendidas con 19 características personalizadas parala detección de ataques. Estos datos fueron recopilados entre el 6 de marzo de 2019 y el 31 de enero de 2020.Las direcciones IP de los nodos de la red fueron anonimizadas y los datos se recibieron en formato NetFlow v9, siendo luego transferidos a una base de datos MySQL.
El preprocesamiento de los datos seleccionó 49 atributos específicos del protocolo NetFlow v9, a los cuales se añadieron campos adicionales de tiempo y flags TCP, junto con 19 atributos adicionales diseñados para laidentificación de tipos de ataques. En total, el conjunto de datos incluye 85 atributos que permiten separar el tráfico normal del tráfico asociado a ataques específicos.
El conjunto de datos fue recopilado en una infraestructura de red académica a nivel nacional en Litunia, abar-cando servidores distribuidos en cuatro ubicaciones geográficas durante un período de 10 meses, lo que le otorga una mayor representatividad y realismo en comparación con otros conjuntos de datos que generan ata-ques de manera artificial. Todos los archivos del conjunto de datos están disponibles para su descarga gratuitaen https://dataset.litnet.lt.
Exploración y visualización de los datos
En la era de la ciberseguridad avanzada, el análisis exhaustivo de los datos de tráfico de red juega un papel crucial en la detección y mitigación de amenazas cibernéticas. Esta sección del artículo se centra en la explo-ración y visualización de un conjunto de datos de tráfico de red, que ha sido meticulosamente recolectado y etiquetado para reflejar una variedad de ataques de red en un ambiente realista y dinámico. A través de téc- nicas sofisticadas de visualización y métodos estadísticos detallados, buscamos descubrir patrones ocultos, anomalías y tendencias en los datos que podrían indicar comportamientos maliciosos.
La exploración de datos involucra un examen preliminar de las características del conjunto de datos para esta-blecer una comprensión de su estructura, distribución y relaciones inherentes. Seguidamente, la visualizaciónutiliza herramientas gráficas avanzadas para representar estos hallazgos de manera que sean intuitivamentecomprensibles, facilitando así la identificación de características críticas que diferencian el tráfico de red normaldel malicioso. Este proceso no solo es fundamental para el desarrollo posterior de modelos de detección de in-trusos, sino que también proporciona insights esenciales para los administradores de red y los desarrolladoresde políticas de seguridad en su lucha continua contra las amenazas cibernéticas.
En las siguientes subsecciones, detallaremos los métodos y técnicas empleados en la exploración y visualiza-ción de nuestros datos, y discutiremos cómo estos enfoques contribuyen a una mejor comprensión y gestión de la seguridad de la red.
El dato LITNET descargado del sitio mencionado tiene un peso de 1.14 GB en formato zip. Despues de la descompresion del archivo tiene un peso de 25 GB. En la siguiente tabla se puede obsevar el resumen de losdatos leídos

Tabla 1: Resumen de los tipos de datos en LITNET

#	Columna	Conteo no nulos	Tipo de dato
0	ID	39603674 non-null	int64
1	ts_year	39603674 non-null	int64
2	ts_month	39603674 non-null	int64
3	ts_day	39603674 non-null	int64
4	ts_hour	39603674 non-null	int64
5	ts_min	39603674 non-null	int64
6	ts_second	39603674 non-null	int64
7	te_year	39603674 non-null	int64
8	te_month	39603674 non-null	int64
9	te_day	39603674 non-null	int64
10	te_hour	39603674 non-null	int64
11	te_min	39603674 non-null	int64
12	te_second	39603674 non-null	int64
13	td	39603674 non-null	float
14	sa	39603674 non-null	object
15	da	39603674 non-null	object
16	sp	39603674 non-null	int64
17	dp	39603674 non-null	int64
18	pr	39603674 non-null	object
19	_flag1	39603674 non-null	object
20	_flag2	39603674 non-null	object
21	_flag3	39603674 non-null	object
22	_flag4	39603674 non-null	object
23	_flag5	39603674 non-null	object
24	_flag6	39603674 non-null	object
25	fwd	39603674 non-null	int64
26	stos	39603674 non-null	int64
27	ipkt	39603674 non-null	int64
28	ibyt	39603674 non-null	int64
29	opkt	39603674 non-null	int64
30	obyt	39603674 non-null	int64
31	_in	39603674 non-null	int64
32	out	39603674 non-null	int64
33	sas	39603674 non-null	int64
34	das	39603674 non-null	int64
35	smk	39603674 non-null	int64
36	dmk	39603674 non-null	int64
37	dtos	39603674 non-null	int64
38	_dir	39603674 non-null	int64
39	nh	39603674 non-null	object
40	nhb	39603674 non-null	object
41	svln	39603674 non-null	int64
42	dvln	39603674 non-null	int64
43	ismc	39603674 non-null	object
44	odmc	39603674 non-null	object
45	idmc	39603674 non-null	object
46	osmc	39603674 non-null	object
47	mpls1	39603674 non-null	object
48	mpls2	39603674 non-null	object
49	mpls3	39603674 non-null	object

Continua en la siguiente página

#	Columna	Conteo no nulos	Tipo de dato
50	mpls4	39603674 non-null	object
51	mpls5	39603674 non-null	object
52	mpls6	39603674 non-null	object
53	mpls7	39603674 non-null	object
54	mpls8	39603674 non-null	object
55	mpls9	39603674 non-null	object
56	mpls10	39603674 non-null	object
57	cl	39603674 non-null	float
58	sl	39603674 non-null	float64
59	al	39603674 non-null	float64
60	ra	39603674 non-null	object
61	eng	39603674 non-null	object
62	exid	39603674 non-null	int64
63	tr	39603674 non-null	object
64	icmp_dst_ip_b	39603674 non-null	object
65	icmp_src_ip	39603674 non-null	object
66	udp_dst_p	39603674 non-null	object
67	tcp_f_s	39603674 non-null	object
68	tcp_f_n_a	39603674 non-null	object
69	tcp_f_n_f	39603674 non-null	object
70	tcp_f_n_r	39603674 non-null	object
71	tcp_f_n_p	39603674 non-null	object
72	tcp_f_n_u	39603674 non-null	object
73	tcp_dst_p	39603674 non-null	object
74	tcp_src_dst_f_s	39603674 non-null	object
75	tcp_src_tftp	39603674 non-null	object
76	tcp_src_kerb	39603674 non-null	object
77	tcp_src_rpc	39603674 non-null	object
78	tcp_dst_p_src	39603674 non-null	object
79	smtp_dst	39603674 non-null	object
80	udp_p_r_range	39603674 non-null	object
81	p_range_dst	39603674 non-null	object
82	udp_src_p_0	39603674 non-null	object
83	attack_t	39603674 non-null	object
84	attack_a	39603674 non-null	int64
Resumen	float64(4)	int64(33)	objetos(48)

Resumen del Conjunto de Datos LITNET

El conjunto de datos LITNET, utilizado para la evaluación de sistemas de detección de intrusiones en redes (NIDS), consta de 39,603,674 registros y 85 atributos que incluyen tanto características numéricas como ca- tegóricas. Este conjunto de datos es crucial para el análisis de patrones de tráfico en la red y la identificación de posibles intrusiones, ofreciendo una base sólida para el desarrollo de modelos avanzados de detección deamenazas.

Descripción General
El conjunto de datos contiene información detallada sobre flujos de red, con atributos clave como:
Marcas Temporales: Representadas por atributos como ts_year, ts_month, ts_day, ts_hour, ts_min, ts_second, así como atributos equivalentes para la hora de finalización (te_year, te_month, etc.).Estas marcas temporales permiten sincronizar y analizar la evolución del tráfico en diferentes momentos del tiempo.
Direcciones IP y Puertos: Incluye atributos como sa (dirección IP de origen), da (dirección IP de des- tino), sp (puerto de origen), dp (puerto de destino), que son fundamentales para rastrear el origen ydestino del tráfico de red.
Características del Protocolo: Se registran datos específicos del protocolo como pr (protocolo utiliza-do) y varios flags (_flag1 a _flag6) que indican características específicas del tráfico de red. Estas características son esenciales para identificar comportamientos inusuales o sospechosos en la red.

Estadísticas de Paquetes y Bytes: Atributos como ipkt (número de paquetes de entrada), ibyt (nú- mero de bytes de entrada), opkt (número de paquetes de salida), obyt (número de bytes de salida) que cuantifican el volumen de datos en cada flujo de red, proporcionando una visión clara del uso de la red.
Identificadores y Otros Metadatos: Incluye atributos como ID, exid (ID extendido), y tr (tipo de tráfi- co) que ayudan a identificar y clasificar los diferentes tipos de tráfico de red y su origen.
Características Generadas: Como icmp_dst_ip_b, udp_dst_p, tcp_f_s, que representan carac- terísticas específicas generadas para la detección de ataques. Estas características han sido diseñadaspara mejorar la precisión en la identificación de actividades maliciosas.
Etiquetas de Ataque: Atributos como attack_tque identifica el tipo de ataque y attack_aque indicasi el tráfico es malicioso (1) o no (0), cruciales para el entrenamiento y validación de modelos de detecciónde intrusiones.
En conjunto, el conjunto de datos tiene una estructura variada, con 33 atributos enteros (int64), 4 atributos de tipo flotante (float64), y 48 atributos categóricos (object), lo que ofrece un balance robusto entre la información detallada de la red y las etiquetas necesarias para la detección de intrusos. Estos datos requierenun preprocesamiento adecuado, que se detallará en secciones posteriores, antes de ser utilizados en el modeloa desarrollar.

Requisitos para un Conjunto de Datos y sus Características
El conjunto de datos LITNET ha sido diseñado para cumplir con los estrictos requisitos establecidos paralos Sistemas de Detección de Intrusiones en Redes (NIDS), según lo especificado en la literatura [**?**]. Las características esenciales incluidas en los flujos de red son:
Direcciones IP y Números de Puerto: Permiten rastrear el origen y destino del tráfico, lo cual es funda-mental para la detección de comportamientos anómalos.
Número de Paquetes y Bytes: Estos datos cuantifican el volumen de información transferida, propor- cionando métricas clave sobre el tráfico de red.
Duración del Flujo: Captura el tiempo de duración de cada sesión, útil para detectar posibles ataques de denegación de servicio (DoS).
Banderas: Identifican banderas de control específicas en los paquetes TCP, que son indicativas de patrones de tráfico malicioso.
Etiquetado de Maliciosidad: Cada registro se clasifica como benigno o malicioso, con las entradas maliciosas categorizadas por tipo de ataque, lo que es crucial para el entrenamiento de modelos de detección.
Cobertura Temporal: Los datos cubren varios períodos, incluyendo ciclos de día/noche y distinciones entre días laborables y fines de semana, asegurando robustez contra variaciones temporales en los patrones de tráfico.

Descripción de las Características
Las características del conjunto de datos LITNET se dividen en varias clases según su rol e información contenida:
Características de Flujo: Incluyen aspectos básicos de los flujos de red, como la duración y el tipo deprotocolo. Estas características son fundamentales para el análisis inicial del tráfico.
Características Básicas: Comprenden atributos como direcciones IP y números de puerto, esencialespara el rastreo del tráfico de red.
Características de Contenido: Detallan información dentro de los paquetes de datos que podría indicarla presencia de cargas maliciosas.
Características de Tiempo General: Métricas calculadas sobre ventanas de tiempo específicas, dise-ñadas para detectar anomalías que ocurren a lo largo del tiempo.
Características de Conexión: Describen las relaciones entre diferentes entidades de la red, lo cual escrucial para la identificación de patrones complejos de ataque.
Las características clave para la detección de intrusiones incluyen direcciones IP y puertos de origen y destino,así como marcas de tiempo [**?**]. Estas características son particularmente informativas para los mecanismos de alerta [**?**] y han sido implementadas con éxito en estudios previos para identificar ataques de red [**?**].
Se han etiquetado dos atributos adicionales, específicamente por expertos en seguridad de red, para mejorarla precisión en la detección:
Tipo de Ataque: Identifica la estrategia específica utilizada por el atacante, como una inundación SYN oICMP.
Vector de Ataque: Resalta el método de entrega del ataque, como a través de un puerto o dirección IPespecífica.
Este enfoque integral en la selección y clasificación de características asegura que el conjunto de datos LITNETesté bien adaptado para aplicaciones en la detección avanzada de intrusiones y estudios de ciberseguridad.

Análisis Estadístico de las Características
El conjunto de datos se sometió a un análisis estadístico exhaustivo para identificar la distribución y variabilidadde cada característica. Esto incluyó: - **Estadísticas Descriptivas:** Cálculo de media, mediana, desviación estándar y rango para características cuantitativas. - **Análisis de Distribución:** Utilizando histogramas y gráficos de densidad para visualizar la frecuencia y dispersión de los valores de las características. - **Análisisde Correlación:** Identificando relaciones entre diferentes características para entender cómo interactúan en el contexto del tráfico de red y los ataques.
Los resultados se ilustraron con figuras que muestran las distribuciones estadísticas y destacan anomalías o patrones específicos a diferentes tipos de ataques de red.

Estadísticas descriptivas de las clases cuantitativas

Tabla 2: Estadísticas descriptivas del conjunto de datos del tiempo

Estadísticas	ID	ts_year	ts_month	ts_day	ts_hour	ts_minute	ts_second
Conteo	39603674	39603674	39603674	39603674	39603674	39603674	39603674
Mean	2211817	2019.6807	4.0991	19.3377	10.2791	36.1187	28.8325
Std	1474588	0.4662	4.6625	12.1132	6.2965	12.3158	17.2860
Min	1	2019	1	1	0	0	0
25 %	948736.	2019	1	6	5	32	19
50 %	2094993	2020	1	25	12	36	37
75 %	3361644	2020	10	30	15	48	56
Max	6012524	2020	12	31	23	59	59

Tabla 3: Estadísticas descriptivas del conjunto de datos

Statistic	te_year	te_month	te_day	te_hour	te_min	te_second
Count	39603674	39603674	39603674	39603674	39603674	39603674
Mean	2019.6808	4.0989	19.3352	10.2727	36.2368	28.8977
Std	0.4662	4.6626	12.1135	6.2962	12.3088	17.2849
Min	2019	1	2	2	8	0
25 %	2019	1	3	3	31	19
50 %	2020	1	25	9	36	37
75 %	2020	10	30	15	47	55
Max	2020	12	31	21	56	59

Tabla 4: Estadísticas descriptivas de las variables seleccionadas

Statistic	td	sp	dp	fwd	stos	ipkt
Count	39603674	39603674	39603674	39603674	39603674	39603674
Mean	141.1806	27341.4701	21285.6138	0	36.2686	43.7545
Std	10748.4466	25572.1907	23243.3786	0	62.1982	1284.8202
Min	0	0	0	0	0	1
25 %	0	5060	1220	0	0	5
50 %	0	50876	31645.5	0	0	5
75 %	8.1300	56810	51614	0	128	15
Max	2347510.87	65535	65535	0	255	2516745

Tabla 5: Estadísticas descriptivas para tráfico de red y otros indicadores

Statistic	ibyt	opkt	obyt	_in	out	sas
Count	39603674	39603674	39603674	39603674	39603674	39603674
Mean	37370.3503	0	0	526.0924	459.2931	38989.7313
Std	1783880.2949	0	0	253.3576	283.2279	4777738.0567
Min	28	0	0	3	0	0
25 %	200	0	0	556	505	5650
50 %	440	0	0	649	558	14987
75 %	4850	0	0	707	707	63996
Max	3572836290	0	0	1030	1030	4294967295

Tabla 6: Estadísticas descriptivas para contadores y marcadores de red

Statistic	das	smk	dmk	dtos	_dir	svln
Count	39603674	39603674	39603674	39603674	39603674	39603674
Mean	472642.0824	0	0	0	0	0
Std	44537064.4958	0	0	0	0	0
Min	0	0	0	0	0	0
25 %	2847	0	0	0	0	0
50 %	2847	0	0	0	0	0
75 %	26496	0	0	0	0	0
Max	4294967295	0	0	0	0	0

Tabla 7: Estadísticas descriptivas para indicadores adicionales

Statistic	dvln	cl	sl	al	exid	attack_a
Count	39603674	39603674	39603674	39603674	39603674	39603674
Mean	0	0	0	0	1.3206	0.0803
Std	0	0	0	0	0.7493	0.2717
Min	0	0	0	0	1	0
25 %	0	0	0	0	1	0
50 %	0	0	0	0	1	0
75 %	0	0	0	0	2	1
Max	0	0	0	0	7	1

Resultados del análisis descriptivo

Después de este análisis inicial estadístico descriptivo podemos señalar que existen doce (12) característicascuantitativas dentro del set de datos que no tienen ninguna variación en sus datos y son equivalentes a 0. podemos concluir que estos datos no aportan nada para el entrenamiento del modelo por lo tanto podemos desecharlos en esta etapa, para no crear un archivo tan grande.

Tabla 8: Estadísticas del dataset

Estadística	Valor
Número de variables	87
Número de observaciones	39603674
Celdas faltantes	0
Celdas faltantes (%)	0.0 %
Filas duplicadas	434
Filas duplicadas (%)	0.1 %
Tamaño total en memoria	262.9 MiB
Tamaño promedio por registro en memoria	696.0 B
Tipos de variables	
Numéricas	19
Categóricas	64
Texto	2

las variables que se desechan son :
fwd
opkt
obyt
smk
dmk
dtos
_dir
svln
dvln
cl

sl
al

Estadísticas de la variables tipo objeto

Tabla 9: IPs con mayor número de conteos de la columan sa

IP	conteo
104.152.52.31	1,084,835
104.152.52.18	933,108
193.219.88.36	857,629
80.82.77.132	837,140
80.82.77.221	721,418
193.219.81.138	603,638
80.82.64.73	369,315
104.152.52.21	281,841
141.98.11.12	274,123
193.219.162.82	232,196
45.143.220.169	226,906
80.82.77.234	159,199
104.152.52.24	158,756
192.88.99.1	156,573
31.13.72.8	133,531
104.152.52.30	123,493
5.188.206.34	123,283
8.8.8.8	121,812
195.8.219.105	115,031
193.219.61.120	103,825

Tabla 10: IPs con un único conteo

IP	conteo
5.107.46.87	1
5.75.29.30	1
47.39.57.214	1
45.17.45.121	1
58.96.56.237	1
58.72.58.90	1
59.101.242.136	1
5.13.2.54	1
54.243.217.33	1
5.80.61.161	1

Tabla 11: Conteos de valores para la columna pr

Protocolo	Conteo
TCP	29,152,801
UDP	9,445,158
ICMP	740,871
IPv6	166,281
GRE	33,968
ESP	32,208
ICMP6	23,688
AH	6,425
OSPF	1,152
IGMP	480
VRRP	319
PIM	234
IPIP	89

Tabla 12: Conteos de valores para la columna _flag1

Valor	Conteo
.	39,416,607
(espacio)	187,050
U	17

Tabla 13: Conteos de valores para la columna _flag2

Valor	Conteo
.	22,762,180
A	16,654,444
(espacio)	187,050

Tabla 14: Conteos de valores para la columna _flag3

Valor	Conteo
.	32,199,958
P	7,216,666
0	187,050

Tabla 15: Conteos de valores para la columna _flag4

Valor	Conteo
.	38,191,373
R	1,225,251
x	187,050

Tabla 16: Conteos de valores para la columna _flag5

Valor	Conteo
.	24,507,770
S	14,908,854
c	114,646
d	36,186
5	31,147
9	4,928
4	85
8	56
7	1
f	1

Tabla 17: Conteos de valores para la columna _flag6

Valor	Conteo
.	37,307,002
F	2,109,622
2	135,345
a	32,814
3	5,290
8	3,864
b	2,929
e	2,330
4	2,075
6	1,933
9	244
c	149
0	72
1	4
f	1

Tabla 18: Resumen de columnas con valor único en todo el conjunto de datos

Columna	Valor Único	Conteo
nh	0.0.0.0	39,603,674
nhb	0.0.0.0	39,603,674
ismc	00:00:00:00:00:00	39,603,674
odmc	00:00:00:00:00:00	39,603,674
idmc	00:00:00:00:00:00	39,603,674
osmc	00:00:00:00:00:00	39,603,674
mpls1	0-0-0	39,603,674
mpls2	0-0-0	39,603,674
mpls3	0-0-0	39,603,674
mpls4	0-0-0	39,603,674
mpls5	0-0-0	39,603,674
mpls6	0-0-0	39,603,674
mpls7	0-0-0	39,603,674
mpls8	0-0-0	39,603,674
mpls9	0-0-0	39,603,674
mpls10	0-0-0	39,603,674
ra	0.0.0.0	39,603,674
eng	0/0	39,603,674
tr	1970-01-01 03:00:00.000	39,603,674

Tabla 19: Resumen de ataques y flujos normales identificados en la red

Categoría	Normal	Blanco	Ataque/Anomalía
ICMP Destino IP	36,423,860	3,060,856	118,958 (icmp_smf)
ICMP Fuente IP	36,423,860	3,156,558	23,256 (icmp_f)
UDP Destino Puerto	36,423,860	3,086,231	93,583 (udp_f)
TCP Flag S	36,423,860	1,599,798	1,580,016 (tcp_syn_f)
TCP Flag NA	36,423,860	1,599,798	1,580,016 (tcp_syn_f)
TCP Flag NF	36,423,860	1,599,798	1,580,016 (tcp_syn_f)
TCP Flag NR	36,423,860	1,599,798	1,580,016 (tcp_syn_f)
TCP Flag NP	36,423,860	1,599,798	1,580,016 (tcp_syn_f)
TCP Flag NU	36,423,860	1,599,798	1,580,016 (tcp_syn_f)
TCP Destino Puerto	36,423,860	3,156,855	22,959 (http_f)
TCP SRC/DST Flag S	36,423,860	3,127,397	52,417 (tcp_land)
TCP SRC TFTP	36,423,860	3,155,523	24,291 (tcp_w32_w)
TCP SRC Kerberos	36,423,860	3,155,523	24,291 (tcp_w32_w)
TCP SRC RPC	36,423,860	3,155,523	24,291 (tcp_w32_w)
TCP DST SRC	36,423,860	1,924,112	1,255,702 (tcp_red_w)
SMTP Destino	36,423,860	3,179,067	747 (smtp_b)
UDP Puerto Rango	36,423,860	3,178,638	1,176 (udp_reaper_w)
Rango Destino Puerto	36,423,860	3,173,582	6,232 (tcp_udp_win_p)
UDP SRC Puerto 0	36,423,860	3,179,337	477 (udp_0)

Tabla 20: Conteos de tipos de ataques en la columna attack_t

Tipo de Ataque	Conteo
Ninguno	36,423,860
TCP SYN Flood	1,580,016
TCP Redirect	1,255,702
ICMP Source Quench	118,958
UDP Flood	93,583
TCP Land	52,417
TCP W32 Worm	24,291
ICMP Flood	23,256
HTTP Flood	22,959
TCP/UDP Win Probe	6,232
UDP Reaper	1,176
SMTP Bomb	747
UDP Zero	477

Conclusiones del Análisis Estadístico Descriptivo del Conjunto de Datos LITNET

Identificación de Características No Informativas: Doce características cuantitativas en el conjunto de datos mostraron una falta de variabilidad, permaneciendo constantes en todos los registros. Estas características incluyen fwd, opkt, obyt, smk, dmk, dtos, _dir, svln, dvln, cl, sl, y al. Debidoa su falta de variación, estas características no aportan valor al modelo de detección de intrusos y se recomienda descartarlas en la etapa de preprocesamiento para reducir la complejidad del modelo y mejorar la eficiencia del procesamiento.

Análisis de Direcciones IP: Se observaron varias direcciones IP con un número significativamente altode ocurrencias en la columna sa, lo que sugiere que estas IPs podrían estar involucradas en activida- des de ataque o ser objetivos principales en la red. Por otro lado, también se identificaron direcciones IP únicas que solo aparecieron una vez, lo que podría indicar conexiones esporádicas o posiblemente exploraciones de red.

Distribución de Protocolos de Red: La columna pr mostró que la mayoría del tráfico de red utiliza el protocolo TCP, seguido por UDP e ICMP. Otros protocolos, como IPv6, GRE y ESP, aparecen con menorfrecuencia. Este hallazgo es consistente con las expectativas de tráfico en redes grandes, donde TCP yUDP son predominantes.

Análisis de Flags TCP: Las variables _flag1 a _flag6 reflejan diferentes combinaciones de flags TCP, con algunos valores predominantes como el flag de TCP S(SYN), lo que respalda la alta ocurrenciade ataques de tipo SYN flood en el conjunto de datos. Sin embargo, algunas combinaciones de flags aparecen con muy baja frecuencia, lo que podría ser indicativo de tráfico inusual o de ataques menos comunes.

Caracterización de Ataques: Los ataques más comunes identificados en el conjunto de datos son el SYN flood y las redirecciones TCP, seguidos por el flood ICMP y el flood HTTP. Estos tipos de ataques re- presentan amenazas comunes en la infraestructura de red y destacan la necesidad de modelos robustosde detección de intrusos capaces de identificar estas amenazas de manera efectiva.

Conclusión General: El análisis estadístico revela la presencia de varias características redundantes que pueden ser eliminadas sin pérdida de información relevante. Además, se destaca la predominanciade ciertos protocolos y tipos de ataques, lo cual proporciona una dirección clara para la construcciónde modelos de detección de intrusos. La limpieza del conjunto de datos mediante la eliminación de características no informativas y la focalización en las características relevantes mejorará la precisión y eficiencia del modelo.

Arquitectura del Modelo Propuesto

El modelo propuesto, denominado *CANET*, se basa en una arquitectura jerárquica que integra Redes neurona- les convolucionales *Convolutional Neural Networks (CNN)* con mecanismos de atención *Attention Block* paramejorar la detección de intrusiones en redes. Esta combinación permite la extracción eficaz de característicasespacio-temporales de los datos de tráfico de red, abordando los desafíos relacionados con la alta tasa de falsos positivos y el desequilibrio de clases en los conjuntos de datos de detección de intrusiones.

Estructura Jerárquica

El diseño de CANET sigue una estructura jerárquica en la que múltiples Bloques CA se apilan para permitir la captura de características complejas a diferentes niveles de abstracción. Esta arquitectura modular facilita la adaptación del modelo a distintos tipos de tráfico de red y patrones de ataque, asegu-rando que tanto las características de bajo nivel como las de alto nivel sean adecuadamente capturadasy procesadas.

Preprocesamiento

Previo al proceso de extracción de características, los datos son sometidos a una etapa de **pre- procesamiento** que incluye dos pasos clave:

Codificación One-Hot: Las etiquetas de texto presentes en los datos, como protocolos específicos (’http’, ’smtp’), son convertidas a una representación numérica mediante codificación one-hot, per- mitiendo su procesamiento por la red neuronal.

Normalización Min-Max: Los valores de las características de entrada se escalan a un rango de[0, 1] utilizando normalización Min-Max. Esto asegura que las características en diferentes escalascontribuyan de manera equilibrada al proceso de aprendizaje, mejorando la estabilidad y la velocidadde la propagación hacia atrás.

Bloque CA (CNN-Attention Block) El núcleo del modelo CANET es el **Bloque CA**, una unidad modularque combina capas de CNN y mecanismos de Atención en cada nivel de la red.

Capas Convolucionales (CNN): Las capas CNN se encargan de extraer características espaciales de los datos de tráfico de red. Estas capas aplican filtros convolucionales para capturar patrones locales y estructuras en los datos, esenciales para identificar firmas de ataques específicos.

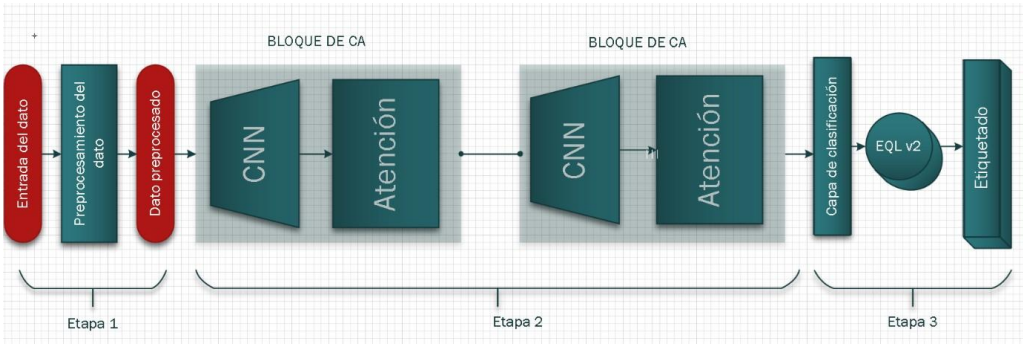
Mecanismo de Atención: Después de cada capa convolucional, se incorpora un mecanismo de Atención. Esta atención se aplica para enfocar el aprendizaje en características temporales críticas,asegurando que las características relevantes no se pierdan durante el proceso de extracción es- pacial. La Atención permite que el modelo asigne mayor importancia a las características que son cruciales para la clasificación, mientras que reduce la influencia de características menos relevantes.

Esta integración en el Bloque CA asegura que el modelo pueda aprender de manera efectiva múl- tiples niveles de características espacio-temporales, lo que es vital para la detección precisa de intrusiones en redes de gran escala.

Función de Perdida (Equalization Loss v2 - EQL v2)

Para abordar el problema del desequilibrio de clases, se implementa la función de pérdida **EQL v2**. Este método de aprendizaje sensible al costo ajusta dinámicamente los pesos de las clases minoritarias durante el proceso de entrenamiento, aumentando así la atención del modelo hacia lasclases menos representadas. El EQL v2 recalibra los gradientes positivos y negativos de manera in-dependiente para cada clase, equilibrando así la influencia de las muestras de clases mayoritarias yminoritarias. Esta estrategia elimina la necesidad de preprocesamiento adicional de los datos, comola sobre-muestreo o el sub-muestreo, lo que reduce el costo computacional y mejora la estabilidad del entrenamiento.

Figura 1: Arquitectura del modelo propuesto



Preparación de los datos para el modeloPreprocesamiento de Datos

El preprocesamiento de datos es un paso crítico para asegurar que los datos sean adecuados para el entre- namiento de los modelos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo. En este estudio, se realizaron diversas técnicas de preprocesamiento para transformar el conjunto de datos LITNET-2020, garantizando su calidad y relevancia para la detección de intrusos.

Eliminación de Datos Duplicados: Se identificaron y eliminaron registros duplicados en el conjunto dedatos. Aunque el porcentaje de duplicados fue bajo (0.1 %), la eliminación de estos registros ayudó areducir la redundancia y mejorar la eficiencia del modelo.
Manejo de Valores Faltantes: El conjunto de datos original no contenía celdas faltantes, lo cual facilitóel proceso de preprocesamiento. Sin embargo, se verificó que las características seleccionadas fueran completas y no presentaran valores nulos, evitando así posibles problemas durante el entrenamiento delmodelo.
Eliminación de Características Irrelevantes: Se identificaron doce (12) características cuantitativas que no presentaban variabilidad en sus valores, es decir, todas sus entradas tenían un valor constante. Estas características fueron descartadas del conjunto de datos ya que no aportaban información útil parael modelo, reduciendo así la dimensionalidad y mejorando la velocidad de procesamiento.
Codificación de Variables Categóricas: Las variables categóricas en el conjunto de datos, como di- recciones IP, protocolos y banderas TCP, fueron codificadas utilizando técnicas de codificación One-Hot. Este proceso transformó las variables categóricas en vectores numéricos, permitiendo su integración enmodelos de aprendizaje automático y redes neuronales.
Normalización y Estandarización: Las características numéricas, como los contadores de paquetesy bytes, fueron normalizadas utilizando el método Min-Max para escalar sus valores entre 0 y 1. Esta normalización aseguró que las diferentes características contribuyeran de manera equilibrada al procesode aprendizaje, evitando que características con magnitudes más grandes dominen el entrenamiento.
Ingeniería de Características: Se aplicaron técnicas de ingeniería de características para crear nuevasvariables a partir de las existentes. Por ejemplo, se generaron características temporales adicionales, co-mo la tasa de paquetes por segundo y la variabilidad temporal, con el fin de capturar mejor las dinámicasdel tráfico de red y mejorar la capacidad del modelo para identificar anomalías.
En conjunto, estas técnicas de preprocesamiento garantizaron que el conjunto de datos estuviera limpio, balan-ceado y adecuadamente preparado para el entrenamiento del modelo de detección de intrusos. La cuidadosapreparación de los datos es fundamental para lograr un rendimiento óptimo en cualquier modelo de aprendiza-je, y en este caso, permitió maximizar la precisión y minimizar los falsos positivos en la detección de intrusos.

Ingeniería de Características

La ingeniería de características es un paso clave en el desarrollo de modelos de aprendizaje automático, ya que permite transformar y crear nuevas variables a partir de los datos originales, mejorando así la capacidad del modelo para capturar patrones complejos. En este estudio, se implementaron varias técnicas de ingenieríade características con el fin de optimizar el rendimiento del modelo de detección de intrusos.
Generación de Características Temporales: Se extrajeron nuevas características basadas en el tiem-po, como la tasa de paquetes por segundo, la duración del flujo, y la variabilidad en el tiempo entre paquetes. Estas características permiten capturar las dinámicas temporales del tráfico de red, esencia- les para identificar patrones que podrían indicar un ataque.
Combinación de Características Existentes: Se crearon nuevas variables combinando caracterísi- cas originales. Por ejemplo, se calcularon ratios entre diferentes contadores de bytes y paquetes para obtener indicadores de eficiencia del tráfico. Estas características compuestas proporcionan al modelo información más rica y contextualizada.
Transformación de Variables Categóricas: Además de la codificación One-Hot, se realizaron transfor-maciones adicionales sobre variables categóricas para capturar relaciones más complejas. Por ejemplo,se agruparon ciertas direcciones IP y puertos en categorías amplias basadas en su comportamiento observado, facilitando la identificación de patrones recurrentes.
Filtrado y Selección de Características: Se aplicaron técnicas de selección de características para identificar las más relevantes, reduciendo así la dimensionalidad del conjunto de datos. Este proceso incluyó la eliminación de características redundantes y la priorización de aquellas que mostraron una mayor correlación con los tipos de ataque.
Estas mejoras en la ingeniería de características permitieron al modelo de detección de intrusos aprender de manera más efectiva, aumentando su capacidad para identificar ataques en el tráfico de red real.

Entrenamiento y ajuste del modelo

El entrenamiento del modelo propuesto se realizó utilizando un enfoque iterativo y basado en mejores prác- ticas para asegurar su precisión y generalización. Se utilizó el conjunto de datos LITNET-2020, dividido en subconjuntos de entrenamiento, validación y prueba, para entrenar y evaluar el modelo.
División del Conjunto de Datos: El conjunto de datos se dividió en 70 % para entrenamiento, 15 % para validación y 15 % para pruebas. Se utilizó una división estratificada para asegurar que todas las clases estuvieran representadas proporcionalmente en cada subconjunto.
Optimización de Hiperparámetros: Se emplearon técnicas como la búsqueda en cuadrícula (*grid search*)y la búsqueda aleatoria (*random search*) para optimizar los hiperparámetros del modelo, tales como la tasa de aprendizaje, el número de capas y el tamaño del lote. Estos hiperparámetros fueron ajustados para maximizar el rendimiento del modelo en el conjunto de validación.
Regularización y Prevención del Sobreajuste: Se implementaron técnicas de regularización, comoel *dropout* y la penalización L2, para prevenir el sobreajuste y mejorar la capacidad del modelo para generalizar a nuevos datos. Además, se monitoreó el rendimiento en el conjunto de validación durante elentrenamiento para evitar un exceso de ajuste.

Evaluación del Modelo

La evaluación del modelo se realizó utilizando un conjunto de métricas de rendimiento estándar en la detecciónde intrusos. Estas métricas incluyen:

Precisión (*Accuracy*): La proporción de predicciones correctas sobre el total de predicciones. Se evaluó tanto en el conjunto de validación como en el de prueba para asegurar que el modelo mantenía un buenrendimiento en datos no vistos.

Tasa de Detección (*Recall*): La capacidad del modelo para identificar correctamente los ataques en el tráfico de red. Un alto *recall* es crítico en la detección de intrusos, ya que permite minimizar los ataques no detectados.

Tasa de Falsos Positivos: El porcentaje de predicciones incorrectas en las que el modelo identificó tráfico normal como malicioso. Se evaluó la tasa de falsos positivos para garantizar que el modelo no genere demasiadas alertas innecesarias, lo que podría reducir su utilidad práctica.

Validación Cruzada y Pruebas Adicionales

Para garantizar la robustez y la generalización del modelo, se implementó un proceso de validación cruzada con K pliegues (*K-fold cross-validation*). Este método implica dividir el conjunto de datos en K subconjuntos y entrenar el modelo K veces, utilizando cada vez un subconjunto diferente para la validación y los restantes parael entrenamiento. Esta técnica minimiza el riesgo de sobreajuste y proporciona una estimación más precisa del rendimiento del modelo.

Además, se realizaron pruebas adicionales utilizando variantes modificadas del conjunto de datos LITNET- 2020 para evaluar cómo el modelo se adapta a diferentes condiciones y escenarios de red. Estas pruebas adicionales permitieron validar la flexibilidad y robustez del modelo, asegurando su aplicabilidad en entornos reales y su capacidad para detectar una amplia variedad de amenazas cibernéticas.

RESULTADOS PRELIMINARES Y DISCUSIÓN

A lo largo de este estudio, se implementaron y compararon diferentes enfoques de aprendizaje automático y aprendizaje profundo para la detección de intrusos utilizando el conjunto de datos LITNET-2020. A continua- ción, se resumen los principales resultados obtenidos y su análisis.

Modelos Tradicionales de Aprendizaje Automático

Naive Bayes

Precisión: 85 %

Observaciones: Este modelo presentó un rendimiento decente en la clasificación, pero sufrió en la detección de clases minoritarias, lo que afectó su tasa de falsos positivos.

Árbol de Decisión Precisión: 100 %

Observaciones: Aunque este modelo alcanzó una precisión perfecta, existe un riesgo significativo de sobreajuste debido a la alta complejidad del modelo, lo que puede no generalizar bien a nuevos datos.

Random Forest Precisión: 100 %

Observaciones: Similar al Árbol de Decisión, Random Forest también logró una precisión perfecta. Sin embargo, su robustez contra el sobreajuste lo convierte en una opción más confiable que el Árbol de Decisión simple.

Regresión Logística

Precisión (Sin Balanceo): 96 %

Precisión (Con SMOTE): 78 %

Observaciones: La regresión logística mostró una disminución significativa en la precisión tras el balanceo de clases con SMOTE, lo que indica que la técnica de balanceo aumentó la variabilidad en las predicciones.

Evaluación del Balanceo de Clases

Se implementaron varias técnicas de balanceo de clases para abordar el problema del desequilibrio de clasesen el conjunto de datos LITNET-2020, incluyendo SMOTE y re-muestreo. Aunque estas técnicas mejoraron ladetección de clases minoritarias, resultaron en una disminución general en la precisión del modelo. La figura

?? muestra la confusión resultante después de aplicar SMOTE, donde se observa un aumento en la detecciónde clases menos representadas, pero a costa de un mayor número de falsos positivos en clases mayoritarias.

Implementación de Redes Neuronales

Se comenzó a implementar un modelo de red neuronal simple utilizando PyTorch, con la intención de explo- rar el potencial del aprendizaje profundo para la detección de intrusos. Aún se encuentran en desarrollo los siguientes aspectos del modelo:

Diseño del Modelo: Se diseñó un modelo personalizado utilizando capas densas y dropout para evitarel sobreajuste.

Entrenamiento: El modelo se entrenó con los datos preprocesados, y se planea la integración de unmecanismo de atención para mejorar la identificación de patrones anómalos en los datos de red.

Resultados Preliminares: Los resultados preliminares muestran una precisión media de validación de76 %, con una tasa de falsos positivos aún por optimizar.

Discusión de Resultados

El análisis de los resultados sugiere que los modelos tradicionales de aprendizaje automático, como el Árbol deDecisión y Random Forest, aunque efectivos, pueden no ser adecuados para escenarios de red del mundo realdebido al riesgo de sobreajuste. La regresión logística, por otro lado, mostró un rendimiento más equilibrado, pero con desafíos significativos cuando se aplicaron técnicas de balanceo de clases.

El enfoque con redes neuronales, aunque aún en desarrollo, ofrece un camino prometedor, especialmente conla integración futura de atención jerárquica, lo que podría mejorar significativamente la detección de intrusos en redes complejas y dinámicas.

CONCLUSIÓN

Este estudio exploró diversas técnicas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo para la detección deintrusos utilizando un conjunto de datos de tráfico de red real, LITNET-2020. A través de un enfoque metodo-lógico riguroso que incluyó la preprocesamiento de datos, la selección de características y la implementación de modelos avanzados, se logró mejorar la comprensión y detección de actividades maliciosas en redes.

Conclusiones clave:

Los modelos basados en árboles, aunque precisos, presentan un alto riesgo de sobreajuste, lo que los hace menos adecuados para aplicaciones en escenarios reales.

La regresión logística mostró un equilibrio entre precisión y complejidad, pero su rendimiento se vio afectado al aplicar técnicas de balanceo de clases.

El modelo de red neuronal propuesto está en camino de ofrecer mejoras significativas en la detección deintrusos, especialmente con la implementación de técnicas de atención jerárquica y la transferencia de aprendizaje.

Futuras líneas de investigación incluyen la finalización del modelo de red neuronal con atención jerárquica yla aplicación de la transferencia de aprendizaje para evaluar su efectividad en comparación con otros enfoques tradicionales. Además, se explorará la posibilidad de ajustar aún más los pesos de las clases para optimizar laprecisión general y reducir las tasas de falsos positivos.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias

Abhishek Divekar, Meet Parekh, Vaibhav Savla, Rudra Mishra, and Mahesh Shirole. Benchmarking data-sets for anomaly-based network intrusion detection: Kdd cup 99 alternatives. *2018 IEEE 3rd InternationalConference on Computing, Communication and Security (ICCCS)*, pages 1–8, 2018.

Damaševičius R. et al. An annotated real-world network flow dataset for network intrusion detection. *Electronics*, 9(5):800, 2019. https://doi.org/10.3390/electronics9050800.

Ansam Khraisat, Iqbal Gondal, Peter Vamplew, and Joarder Kamruzzaman. Survey of intrusion detectionsystems: techniques, datasets and challenges. *Cybersecurity*, 2(1):20, July 2019.

J. Li W.; Yi P.; Wu Y.; Pan L.; Li. A new intrusion detection system based on knn classification algorithm inwireless sensor network. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 78, 2014.

N. Moustafa and J. Slay. Unsw-nb15: a comprehensive data set for network intrusion detection systems (unsw-nb15 network data set. In *2015 military communications and information systems conference (Mil-CIS), IEEE*, page 1–6.

Wenyuan Dai Qiang Yang, Yu Zhang and Sinno Jialin Pan. *Transfer Learning*. Cambridge University Press, London, 2020.

Keyan Ren, Shuai Yuan, Chun Zhang, Yu Shi, and Zhiqing Huang. Canet: A hierarchical cnn-attention model for network intrusion detection. *Comput. Commun.*, 205:170–181, 2023.

Kamran Siddique, Zahid Akhtar, Farrukh Aslam Khan, and Yangwoo Kim. Kdd cup 99 data sets: A pers- pective on the role of data sets in network intrusion detection research. *Computer*, 52(2):41–51, 2019.

Robin Sommer and Vern Paxson. Outside the closed world: On using machine learning for network intrusion detection. *2010 IEEE Symposium on Security and Privacy*, pages 305–316, 2010.

Mahbod Tavallaee, Ebrahim Bagheri, Wei Lu, and Ali A. Ghorbani. A detailed analysis of the kdd cup 99 data set. In *2009 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Security and Defense Applications*,pages 1–6, 2009.

Stefan Varga, Teodor Sommestad, and Joel Brynielsson. Automation of cybersecurity work. In *Artificial Intelligence and Cybersecurity*, 2023.

Emmanouil Vasilomanolakis, Carlos Garcia Cordero, Nikolay Milanov, and Max Mühlhäuser. Towards thecreation of synthetic, yet realistic, intrusion detection datasets. In *NOMS 2016 - 2016 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium*, pages 1209–1214, 2016.

R. Vinayakumar, Mamoun Alazab, K. P. Soman, Prabaharan Poornachandran, Ameer Al-Nemrat, and Sitalakshmi Venkatraman. Deep learning approach for intelligent intrusion detection system. *IEEE Access*,7:41525–41550, 2019.

S.Rl Wagh S.K.; Pachghare V.K.; Kolhe. Survey on intrusion detection system using machine learning techniques. *nternational Journal of Computer Applications*, 78, 2013.

Jiaqi Yan, Dong Jin, Cheol Won Lee, and Ping Liu. A comparative study of off-line deep learning based network intrusion detection. *2018 Tenth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN)*, pages 299–304, 2018

Modelo de Transformación Digital para la Gestión de Documentos Académicos de la UJAT Mediante Contratos Inteligentes de Blockchain

José Hernández Cortaza1, Arturo Corona Ferreira2, Pablo Payró Campos3

1Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información,e-mail: j.hdez.ctza@gmail.com
2Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información,e-mail: acf02877@docente.ujat.mx.
3Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información,e-mail: ppc01592@docente.ujat.mx.

Línea de investigación: Blockchain Resumen

El presente artículo expone la propuesta de generar un modelo de transformación digital que funcione ampliamente para la gestión de documentos académicos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, UJAT, el cual se encuentre respaldado por la tecnología Blockchain y los contratos inteligentes. Se busca con ello que los procesos de gestión de documentos sean más seguros, confiables y óptimos, para ello, se contempla una serie de actividades que se describen a lo largo de este documento y que se espera concluya con la generación de un modelo y una aplicación de software accesible para las áreas involucradas de fácil acceso para los estudiantes, maestros y administrativos.

Por lo anterior, es necesario desarrollar una metodologia eficaz y eficiente, que permita el desarrollo del modelo y facilite su implementación, la cual a su vez haya contemplado y validado cada estrategia a desarrollar, permitiendo de esta manera minimizar los errores en cada una de las fases que integran el proyecto. La implementación del modelo debe garantizar la seguridad, la transparencia e inmutabilidad de los documentos generados, lo que impacte directamente en la reducción de fraudes y contribuya a reducir la dependencia de los procesos manuales de gestión de documentos académicos.

Palabras clave: Blockchain, Contratos Inteligentes, Transformación Digital.

Abstract
This article presents the proposal to generate a digital transformation model that works widely for the management of academic documents of the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, UJAT, which is supported by Blockchain technology and smart contracts. The aim is to make document management processes more secure, reliable and optimal, for this, a series of activities are contemplated that are described throughout this document and that concludes with the generation of a model and an accessible software application for the areas involved with easy access for students, teachers and administrative staff.

Therefore, it is necessary to develop an effective and efficient methodology that allows the development of the model and facilitates its implementation, which in turn has contemplated and validated each strategy to be developed, thus minimizing errors in each of the phases of the project. The implementation of the model must guarantee the security, transparency and immutability of the documents generated, which has a direct impact on the reduction of fraud and contributes to reduce the dependence on manual processes for the management of academic documents.

Keywords: Blockchain, Smart Contracts, Digital Transformation.

INTRODUCCIÓN

Como en toda organización, la gestión de documentos es una actividad relevante, ya que ofrece múltiples beneficios, como son: la optimización del tiempo, la optimización de recursos, mejoras en la eficiencia administrativa, cumplimiento normativo, etc., dado lo anterior, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, UJAT, como institución de educación superior, busca la manera de eficientar y optimizar los procesos relacionados con esta actividad.

Bajo este mismo orden de ideas, se propone crear un modelo de transformación digital que permita gestionar mediante contratos inteligentes los documentos académicos de la UJAT, ya que como bien menciona García- Morales (2018) los casos donde se han aplicado los contratos inteligentes para la gestión de documentos parecen corroborar todas las posibilidades relacionadas con la seguridad, la autenticidad, la integridad y fiabilidad, características inherentes de la tecnología Blockchain.

DESARROLLO OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar un modelo de transformación digital para la emisión y certificación de documentos académicos basado en contratos inteligentes de Blockchain para la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, UJAT.

Objetivos Específicos

Analizar los procesos actuales de emisión de documentos académicos de la UJAT que permitan identificar áreas de oportunidad para la generación de un modelo de transformación digital.

Implementar los contratos inteligentes para la emisión y certificación de documentos académicos de la UJAT.

OBJETO DE ESTUDIO

Para poder comprender el potencial de los contratos inteligentes y su aplicación en la gestión de documentos académicos, es fundamental conocer la tecnología que los sustenta, la cual posee características que la hacen imprescindible e innovadora; en este sentido, nos referimos a Blockchain, una tecnología disruptiva que tiene diversas aplicaciones en distintos sectores y la cual representa la base de la Web 3.0, impulsando la evolución del internet hacia un entorno más descentralizado, transparente y seguro.

Blockchain

La tecnología Blockchain fue presentada en 2008 en un artículo publicado por Satoshi Nakamoto, quien la describió como un gran libro contable y auditable, sin embargo, no fue sino hasta 2009 cuando la primera implementación se hizo presente, podríamos decir, que fue justamente ahí cuando la criptomoneda bitcoin realizo su aparición en el mercado digital, ya que precisamente es lo que se buscaba con esta tecnología, un sistema de pago electrónico basado en criptografía en lugar de confianza, permitiendo que las partes involucradas realicen transacciones directamente entre sí, sin la necesidad de un intermediario (Nakamoto, 2008), de esta manera, se elimina la necesidad de una entidad bancaria que administre y controle el flujo de efectivo, que es lo que sucede en un modelo de transacciones tradicionales.

Una definición objetiva de la Blockchain la encontramos con Retamal et.al, (2017) quienes la describen como una cadena de bloques, la cual puede ser compartida por una gran cantidad de usuarios en forma peer-to-peer, con la principal característica de inmutabilidad, la cual se refiere al hecho de que una vez agregada una transacción (basada en consenso y contenida en un bloque) a dicha cadena, esta jamás podrá ser modificada o eliminada por ningún participante en la red, esto permite el seguimiento del registro del flujo de activos a partir de cualquier nodo que conforman la Blockchain. De esta definición se puede destacar la cualidad de inmutabilidad, que es lo que le da sentido de seguridad, ya que como bien se menciona, la posibilidad de auditar alguna transacción es completamente válida para cualquier usuario de la cadena de bloques.

Bajo este mismo orden de ideas, Zheng, et.al (2018) identifican algunas características claves de esta tecnología, tal es el caso de la descentralización, la cual resulta ser fundamental para la cadena de bloques, pues recordemos que la intención es no depender de unidades centralizadas de datos, ya que son los mismos usuarios quienes

conservan una copia fiel y fidedigna de todas las transacciones realizadas en esta red. Por otro lado, se tiene la característica de persistencia, la cual se refiere al hecho de que, una vez agregado un bloque a la red, este jamás podrá ser manipulado, garantizando que la auditabilidad sea fácilmente rastreable entre todos los registros de la Blockchain.

Dado lo anterior, es posible concebir a la Blockchain como una tecnología revolucionaría, la cual puede cambiar el modo en que operan muchas organizaciones, ya que las aplicaciones son muy variadas, tales como la cadena de suministro, la educación, la economía digital, la web 3.0, entre otras.

Contratos Inteligentes (Smart Contracs)

El concepto de contrato inteligente no es una idea nueva, fue introducido en 1996 por Nick Szabo, un abogado y científico computacional, quien en su momento reconoció la posibilidad de generar software que se asemejaran a cláusulas contractuales mediante el uso de protocolos criptográficos (Padilla, 2020), sin embargo, fue con la llegada de la Blockchain que esta idea cobra sentido, ya que por definición, un contrato inteligente es un software de computadora que ejecuta de manera automática acuerdos previamente pactados entre dos o más personas, lo cual genera ciertas acciones dependiendo el cumplimiento o incumplimiento del mismo (Ramírez, 2019), es importante resaltar la

característica de auto ejecución, debido a que es lo que se persigue con este tipo de contratos, que sin importar las condiciones previas, este lleve a cabo las instrucciones programadas, beneficiando de manera inmediata a quien haya cumplido con lo pactado.

Una definición clara sobre los llamados Smart Contracts o Contratos Inteligentes la encontramos con Legerén- Molina (2018) al mencionar que el término contrato inteligente se refiere aquellos acuerdos que generan efectos jurídicos y cuya característica principal de ser autoejecutables, debido a su característica de estar total o parcialmente codificados. Continúa diciendo que la ejecución de estos acuerdos no depende de la voluntad de las partes, sino de la auto ejecución a la vez que se cumplen las condiciones contractuales.
Algunos elementos claves a considerar en la ejecución de contratos inteligentes, es el hecho de que no se requiere de un tercero para validar la ejecución del contrato, además de que, al ser una aplicación de la tecnología Blockchain, se heredan aquellas características relacionadas con la inmutabilidad, la seguridad, la descentralización y la transparencia.

METODOLOGÍA

Esta metodología propone el desarrollo de un modelo de transformación digital basado en contratos inteligentes de Blockchain, específicamente diseñado para la gestión de documentos académicos al interior de la UJAT. Se espera que el modelo, una vez desarrollado e implementado sea capaz de emitir y certificar documentos académicos de manera automática, mismos que podrán ser verificados por los usuarios finales de forma sencilla y segura. Dicha metodología propone el diseño técnico del modelo, el estudio de factibilidad y la evaluación de impacto relacionado en términos de eficiencia y seguridad.

Diseño Técnico
Este apartado se centra en definir los componentes principales que integrarán la aplicación de software que se desarrollará, para tal efecto se considera Blockchain, la cual representa el núcleo de la aplicación, la cual almacenará los contratos inteligentes que gestionarán la emisión, verificación y almacenamiento de los documentos académicos. Por otro lado, se definirán las reglas de operación de los contratos inteligentes, así como se definirá el lenguaje de programación de estos, para lo cual se considera Solidity ya que se pretende trabajare con una red de Ethereum. Por otro lado, se definirá la interfaz del usuario, la cual debe contemplar acceso para estudiantes, administrativos y docentes del a UJAT, lo cual les permitirá interactuar con la aplicación a desarrollar. Igualmente, relevante definir el flujo de datos que se deberá seguir en la emisión de documentos, se trata particularmente de definir las reglas de operación y gestión en la Blockchain.

Estudio de Factibilidad
Como en todo proyecto, es indispensable realizar los estudios correspondientes a la factibilidad en los ámbitos técnicos, económicos y legales, ya que de ello depende la puesta en marcha del proyecto.
En lo relacionado a la factibilidad técnica, es necesario verificar la disponibilidad de la tecnología necesaria, como servidores, bases de datos y sobre todo, definir la moneda digital que será usada para realizar las
transacciones en la red Blockchain. De igual manera, verificar la integración con los sistemas actuales de la UJAT, ya que de ello depende la interoperabilidad de la aplicación, por último, se debe revisar la escalabilidad, ya que integra Blockchain en los diferentes procesos representa desafíos que impactan en la escalabilidad y los costos de transacciones.

La factibilidad económica nos permitirá determinar los costos de implementación los cuales incluyen el desarrollo del sistema, la infraestructura requerida y la capacitación del personal que operara la aplicación. De igual manera será necesario identificar los costos de mantenimiento y escalabilidad y definir para ello el financiamiento.
En lo relacionada a la factibilidad legal, se debe considerar que en México no existen por el momento leyes que rijan el uso de contratos inteligentes, por lo que se debe tomar acuerdos basados en la ley orgánica de la universidad que permitan desarrollar el proyecto en su totalidad.

Evaluación de Impacto
La evaluación de impacto se centra en cuantificar los tiempos de respuesta de la aplicación, así como de verificar la reducción de los tiempos de procesamiento de los procesos asociados a la gestión de documentos académicos, lo cual permitirá determinar el éxito o fracaso de la aplicación. Por otro lado, se debe evaluar la seguridad e integridad de los documentos almacenados en la Blockchain, lo que garantizará su autenticidad y prevención de falsificaciones, que es un problema común cuando de documentos hablamos.

FASES DEL DESARROLLO

Las fases que se contemplan realizar se definen por:
Fase de Pre-Implementación
Consiste principalmente en la recolección de los datos iniciales mediante encuestas aplicadas al personal administrativo y análisis de documentos administrativos existentes.

Identificación clara y objetiva de los procesos actuales de emisión de documentos académicos de la UJAT. Diagramación de los procesos con el fin de identificar áreas de oportunidad para la tecnología Blockchain. Obtención de datos relacionados con los tiempos de procesamiento, costos operativos y frecuencia de errores administrativos.
Análisis de los requerimientos técnicos y tecnológicos necesarios previos a la implementación.

Fase de Implementación
Concientización y adiestramiento del personal de la UJAT
Implementación de los contratos inteligentes en el área seleccionada como prueba piloto.
Fase de Post Implementación
Recolección de datos mediante encuestas sobre la usabilidad del proyecto
Comparación de los datos referentes a la pre-implementación y la post-implementación con el objetivo de evaluar los cambios relacionados con la eficacia, la eficiencia, los costos operativos y la percepción de los beneficios obtenidos.

RESULTADOS ESPERADOS

Entre los resultados que se esperan obtener se encuentran los siguientes:
Modelo Desarrollado
El modelo representa una fase elemental, ya que deberá contener los parámetros, reglas de operación y datos requeridos que permitan la gestión de documentos académicos basados en la tecnología Blockchain y contratos inteligentes. Dicho modelo, deberá poder almacenar y verificar los documentos emitidos bajo un entorno seguro, eficiente y transparente para todos los involucrados en los procesos de gestión de documentos académicos.

Implementación del Modelo
La implementación representa la adopción de una nueva tecnología, lo que implica una transformación profunda de los procesos académicos y organizativos de la UJAT, con el potencial de mejorar significativamente la
gestión de documentos académicos, aumentando la eficiencia, eficacia y seguridad de los procesos administrativos.

CONCLUSIÓN

Se espera desarrollar un modelo de transformación digital eficiente y robusto, que sea capaz de emitir y certificar los documentos académicos de la UJAT, permitiendo un cambio digital y la adopción de la tecnología Blockchain como medio de aseguramiento mediante contratos inteligentes.
Por otro parte, resulta interesante identificar algunos riesgos que conlleva la puesta en marcha, como pueden ser la integración con los sistemas actuales de la institución, esto debido a que no se cuenta con la infraestructura necesaria para ejecutar Blockchain.

BIBLIOGRAFÍA

García-Morales, E. (2018). Luces y sombras sobre el impacto del blockchain en la gestión de documentos. Anuario ThinkEPI, 12, 345-351.
Legerén-Molina, A. (2018). Los contratos inteligentes en España (La disciplina de los smart contracts)/Smart contracts in Spain; the regulation of smart contracts. Revista de Derecho civil, 5(2), 193-241.
Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Satoshi Nakamoto.
Padilla S., J. A. (2020). Blockchain y contratos inteligentes: Aproximación a sus problemáticas y retos jurídicos. Revista de Derecho Privado, (39), 175-201.
Ramírez, J. P. V. (2019). Contratos inteligentes. Revista de Investigación en Tecnologías de la Información, 7(14), 1-10.
Retamal, C. D., Roig, J. B., & Tapia, J. L. M. (2017). La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas. Economía industrial, 405, 33-40.
Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. International journal of web and grid services, 14(4), 352-375.

Modelo GatedTabTransformer para el diagnóstico de la Nefropatía Diabética en pacientes con Diabetes Mellitus

Luis Ramón Tercero Martínez González[1], José Adán Hernández Nolasco[2]

[1]*Universidad Juárez Autonóma de Tabasco e-mail: 232H21004@alumno.ujat.mx*
[2]*Universidad Juárez Autonóma de Tabasco e-mail: adan.hernandez@ujat.mx*

Línea de investigación: Ciencias de Datos e Inteligencia Artificial

Resumen
Este estudio aborda la urgente necesidad de mejorar el diagnóstico temprano de la nefropatía diabética utilizando inteligencia artificial, presentando la eficacia del modelo GatedTabTransformers, una arquitectura de redes neuronales artificiales avanzada basada en mecanismo de atención transformers. Este modelo se destaca por su capacidad para capturar relaciones complejas entre variables categóricas y continuas, lo que lo convierte en una herramienta poderosa para el análisis de datos tabulares en el contexto médico. Utilizando un conjunto de datos de pacientes con nefropatía diabética de la India, disponible en el repositorio UCI, el modelo GatedTabTransformer ha demostrado igualar y superar a enfoques clásicos y otros modelos de aprendizaje profundo como TabNet y TabTransforers en términos de la métrica "**accuracy**" una de las métricas de evaluación más importante para verificar el rendimiento de cualquier modelo de clasificación. Además, se ha desarrollado e implementado una interfaz web accesible, utilizando la biblioteca Gradio y alojada en la plataforma Hugging Face, para facilitar la interacción de los profesionales de la salud con esta innovadora herramienta. La interfaz permite un acceso más amplio y práctico a los resultados del modelo, lo que podría revolucionar el proceso de diagnóstico en entornos clínicos. Los resultados de este estudio subrayan la importancia y el potencial de los modelos basados en transformers en la medicina moderna, especialmente en el manejo de datos tabulares complejos. GatedTabTransformers emerge como una solución de vanguardia para el diagnóstico temprano de la nefropatía diabética, ofreciendo un apoyo significativo en la precisión y confiabilidad de los diagnósticos médicos.
Palabras clave: Nefropatía Diabética, Transformers, Hugging Face, Gradio. GatedTabTransformers.

Abstract
This study addresses the urgent need to improve the early diagnosis of diabetic nephropathy using artificial intelligence by presenting the effectiveness of the GatedTabTransformers model—an advanced neural network architecture based on the transformer attention mechanism. This model stands out for its ability to capture complex relationships between categorical and continuous variables, making it a powerful tool for analyzing tabular data in the medical context. Using a dataset of diabetic kidney disease patients from India, available in the UCI repository, the GatedTabTransformer model has demonstrated the capability to match and even surpass classical approaches and other deep learning models like TabNet and TabTransformers in terms of accuracy, one of the most important evaluation metrics for assessing the performance of any classification model. Additionally, a user-friendly web interface has been developed and implemented using the Gradio library, hosted on the Hugging Face platform, to facilitate healthcare professionals' interaction with this innovative tool. The interface allows broader and more practical access to the model's results, which could revolutionize the diagnostic process in clinical settings. The results of this study underscore the importance and potential of transformer-based models in modern medicine, especially in handling complex tabular data. GatedTabTransformers emerge as a cutting-edge solution for the early diagnosis of diabetic nephropathy, offering significant support in the accuracy and reliability of medical diagnoses.

Keywords: Diabetic Nephropathy, Transformers, Hugging Face, Gradio, GatedTabTransformers.

INTRODUCCIÓN

La nefropatía diabética, una de las complicaciones más graves y comunes de la diabetes mellitus, es una de las principales causas de insuficiencia renal crónica en México. A medida que la prevalencia de la diabetes continúa en aumento, la necesidad de métodos de diagnóstico tempranos y precisos para la nefropatía diabética se vuelve cada vez más imprescindible. La inteligencia artificial (IA) y los modelos de aprendizaje automático han demostrado ser herramientas prometedoras en la mejora de los sistemas de diagnóstico médico, permitiendo una identificación más rápida y precisa de patologías complejas (NIDDK, 2017).

En este contexto, el GatedTabTransformer emerge como la última innovación en modelos de aprendizaje profundo diseñados específicamente para datos tabulares. Este modelo combina la potencia de los transformers, originalmente diseñados para procesamiento de lenguaje natural (Vaswani, 2017), con mecanismos avanzados de gating, lo que le permite capturar de manera más efectiva las complejas interacciones entre características categóricas y numéricas presentes en los datos clínicos (Cholakov, 2022). A diferencia de los enfoques tradicionales de clasificación como Random Forest, GBDT, SVM, KNN, Regresión Logística y MLP, el GatedTabTransformer ofrece un rendimiento igual y algunos casos superior, entre más datos maneja el modelo más aprende, adaptándose mejor a las particularidades de los datos tabulares y proporcionando una herramienta robusta para el diagnóstico médico (Cholakov, 2022).

El presente estudio se enfoca en evaluar la eficacia del GatedTabTransformer en el diagnóstico de la nefropatía diabética, una aplicación relativamente inexplorada para modelos basados en transformers. Este enfoque integrador no solo contribuirá al avance de la IA en la medicina, sino que también ofrecerá una solución práctica para mejorar el diagnóstico temprano de la nefropatía diabética, una condición que afecta a millones de personas en México y en todo el mundo. Al comparar los resultados reportados de otros modelos avanzados como TabTransformer (Huang, 2020) y TabNet, (Arik, 2019) se observa su precisión, aplicabilidad y potencial base de datos tabulares, destacando la capacidad de estos modelos para superar las limitaciones de las técnicas de clasificación tradicionales. Agregando que hoy en día el desarrollo y fabricación de software y hardware son más accesibles a estos modelos robustos, lo cual el costo computacional ya no es un problema para la investigación, desarrollo y aplicación de ellos.

Existen muchos modelos basados en mecanismo de atención transformer para datos tabulares anteriores a GatedTabTransformer de maneral general se mencionan a continuación. Eso genera confianza en seguir investigando en la eficacia y rendimiento en nuevas áreas como la enfermedades no transmisibles y transmisibles.

En la actualidad han surgido varios modelos claves para el manejo de datos tabulares. Como se muestra en la Tabla 1, se identifican las características principales de dichos modelos, lo que muestra su gran uso en diversas empresas tecnológicas en el mundo.

Tabla 1. ***Línea de Tiempo de Modelos Relevantes Basados en Mecanismo de Atención de Transformers para Datos Tabulares***

Modelo	Creador	Año	Característica
Entity Embeddings of Categorical Variables	Kaggle	2016	Aprende embeddings para variables categóricas y los utiliza en una red neuronal profunda (Guo, 2016).
DeepFM	Alibaba Group	2017	Combina Factorization Machines (FM) y redes neuronales profundas (DNN) para datos tabulares. (Guo H. T., 2017)
AutoInt	Baidu Research	2019	Utiliza atención para aprender interacciones entre características en datos tabulares (Song, 2019).
TabNet	Google Cloud AI	2019	Basado en atención que selecciona características relevantes para la predicción, inspirado en mecanismos de atención (Arik, 2019).
TabTransformer	AWS Research	2020	Usa atención Transformers para manejar datos tabulares, convirtiendo características categóricas en embeddings (Huang, 2020).
Gated Tab Transformer	Google Research AI	2022	Extiende el TabTransformer con mecanismos de puertas para mejorar la representación de características y manejar interacciones complejas (Cholakov, 2022).

Tal como se detalla en la Tabla 2, lo más relevante es la fila de la capacidad de interpretación de los resultados obtenidos, las ventajas y desventajas que ayudan a entender el proceso de aplicación de los modelos a otros datos.

Tabla 2. ***Descripción de los Modelos de Aprendizaje Profundo para Datos Tabulares que Utilizan Mecanismo de Atención***

Característica	GatedTabTransformer	TabTransformer	TabNet
Arquitectura Principal	Basado en el concepto de TabTransformer, pero con mecanismos adicionales de puertas (gating) para mejorar la representación de las características	Transformer con atención contextual para modelar datos tabulares	Red basada en atención con enmascaramiento controlado por características
Mecanismo de Atención	Mecanismo de atención mejorado con capas de gating para filtrar y seleccionar características	Mecanismo de atención que crea embeddings para cada característica	Mecanismo de atención basado en características que permite interpretabilidad
Tratamiento de Datos Categóricos	Embeddings categóricos mejorados por mecanismos de gating	Generación de embeddings de alta calidad a partir de características categóricas	Embeddings aprendidos durante el entrenamiento
Tratamiento de Datos Numéricos	Mecanismos de gating aplicados a características numéricas	Se pueden utilizar directamente, pero se enfocan en las relaciones entre las características categóricas	Procesados junto con datos categóricos en el mismo pipeline
Capacidad de Interpretación	Mejor interpretabilidad que el TabTransformer estándar debido al uso de mecanismos de gating	Limitada, ya que se basa en transformaciones de características a través de atención	Alta, permite visualizar la importancia de cada característica en la predicción
Adaptabilidad a Diferentes Tipos de Datos	Alta adaptabilidad, manejando bien tanto características numéricas como categóricas	Principalmente enfocado en datos categóricos con capacidad para manejar datos numéricos	Muy adaptable, con énfasis en mantener interpretabilidad
Ventajas	Mejora la capacidad del modelo para manejar relaciones complejas entre características a través de gating	Aprovecha el poder de los Transformers para captar relaciones complejas entre características categóricas	Interpretabilidad, eficiencia y capacidad para manejar grandes conjuntos de datos
Desventajas	Mayor complejidad computacional debido al uso de mecanismos de gating	Complejidad computacional elevada por el uso de Transformers	Puede ser menos eficiente en casos de datos muy simples o altamente estructurados
Casos de Uso Típicos	Modelado de relaciones complejas en datos mixtos (categóricos y numéricos)	Modelado de datos categóricos y numéricos en tareas de clasificación y regresión	Aplicaciones que requieren interpretabilidad junto con alta capacidad de predicción

Nota: Fuente (Cholakov, 2022), (Huang, 2020), (Arik, 2019).

Al analizar las desventajas de los modelos se observó que todos convergen al uso excesivo de recursos computacionales, pero eso fue en el momento de su creación y publicación, ahora hoy en día las grandes empresas tecnológicas de software y hardware invierten en desarrollar tecnología más flexible para estos modelos complejos, lo cual ya no hay problemas en su uso en la investigación, desarrollo y despliegue a producción.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el rendimiento y explicar su arquitectura general del modelo GatedTabTransformer creado por Google research, utilizado para la clasificación binaria de la nefropatía diabética con modelos que utiliza mecanismo de atención del modelo Transformers original e implementar y desplegar una interfaz web para el apoyo en diagnósticos a los profesionales de la salud.

Objetivos Específicos:

- Explicar la arquitectura del modelo GatedTabTransformer en general.
- Implementar y Evaluar la eficacia del modelo GatedTabTransformer en la clasificación binaria de nefropatía diabética.
- Desarrollar una interfaz web utilizando la librería Gradio para facilitar la interacción con el modelo entrenado previamente.
- Desplegar la interfaz web junto con el modelo entrenado en la plataforma Hugging Face para su acceso global y continuo.
-

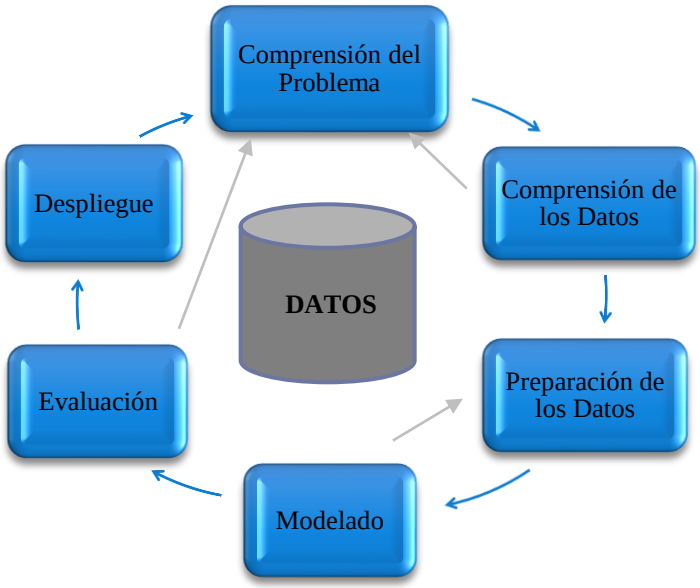
OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio es la clasificación binaria para el apoyo a un diagnóstico más eficaz de la enfermedad, la nefropatía diabética una complicación renal común en pacientes con diabetes mellitus. Esta investigación se centra en mejorar el diagnóstico temprano de esta enfermedad utilizando un modelo avanzado que utiliza mecanismo de atención del aprendizaje profundo del modelo Transformers original, aplicada a datos tabulares médicos.

METODOLOGÍA

La metodología CRISP-DM (Proceso Estándar Transversal para la Minería de Datos en la Industria) (Chapman, 2000), esta metodología estructura el desarrollo de un proyecto de ciencia de datos que consta de seis fases, las cuales interactúan de manera iterativa a lo largo del proceso. Dada su amplia aceptación y recomendación, CRISP-DM se convierte en la elección predilecta para implementar en procesos de esta índole. Por consiguiente, se empleará en esta investigación debido a su adecuación a las necesidades del estudio.
Tal como se ilustra en la Figura 1, estas fases incluyen la comprensión del negocio, la comprensión de los datos, la preparación de los datos, el modelado, la evaluación y finalmente, la implementación.

Figura 1. ***Fases de la Metodología CRISP-DM***



FASES DEL DESARROLLO

- Comprensión del Problema

La problemática que se propuso es la enfermedad derivada de la diabetes mellitus la nefropatía diabética. Lo cual se hizo una búsqueda exhaustiva de una base de datos apta para el uso en la investigación, se identificaron varias, solo que eran privadas de centros de investigación, al final se encontró una base de datos de libre uso de la plataforma UC Irvine Machine Learning Repository (Rubini, 2015). Lo cual la investigación se limita al uso de una sola base de datos con información de pacientes de la India

- Comprensión de los Datos

La base de datos de uso libre que contiene información de 26 columnas de 400 pacientes de la India diabéticos con 250 enfermos y 150 sanos de la comorbilidad nefropatía diabética.
Se presenta la descripción de las variables utilizadas para entrenar y evaluar el modelo, tal como se observa en la Tabla 3, se encuentran variables relevantes para el diagnóstico de la nefropatía diabética: albumina, urea, diabetes. Se renombran las columnas para un mejor entendimiento al momento de usarlas o analizarlas.

Tabla 3. ***Características utilizadas para entrenar al modelo GatedTabTransformer***

Variables originales	Variables etiquetadas en español	Descripción
id		Un identificador único para cada paciente.
age	Edad	Edad del paciente (en años).
bp	Presion arterial	Presión arterial (blood pressure) del paciente, medida en mmHg.
sg	Gravedad especifica	Gravedad específica de la orina (specific gravity), una medida de concentración.
al	Albumina	Presencia de albúmina en la orina, un indicador de daño renal.
su	Azucar	Presencia de azúcar (sugar) en la orina.
rbc	Globulos rojos	Estado de los glóbulos rojos (red blood cells) en la orina.
pc	Celulas de pus	Estado de las células pus (pus cells) en la orina.
pcc	Grumos de celulas de pus	Presencia de cúmulos de células pus (pus cell clumps) en la orina.
ba	Bacterias	Presencia de bacterias en la orina.
bgr	Glucosa en sangre aleatoria	Nivel de glucosa en sangre aleatoria (blood glucose random), medido en mg/dL.
bu	Urea en sangre	Nivel de urea en sangre (blood urea), medido en mg/dL.
sc	Creatinina serica	Nivel de creatinina sérica (serum creatinine), medido en mg/dL.
sod	Sodio	Nivel de sodio en sangre (sodium), medido en mEq/L.
pot	Potasio	Nivel de potasio en sangre (potassium), medido en mEq/L.
hemo	Hemoglobina	Nivel de hemoglobina (haemoglobin), medido en g/dL.
pcv	Volumen de celulas empaquetadas	Volumen celular empaquetado (packed cell volume), porcentaje de glóbulos rojos en sangre.
wc	Recuento de globulos blancos	Recuento de glóbulos blancos (white blood cell count), medido en células por µL.
rc	Recuento de globulos rojos	Recuento de glóbulos rojos (red blood cell count), medido en millones de células por µL.
htn	Hipertension	Hipertensión (hypertension), indica si el paciente tiene presión arterial alta (sí/no).
dm	Diabetes mellitus	Diabetes mellitus, indica si el paciente tiene diabetes (sí/no).
cad	Enfermedad arterial coronaria	Enfermedad de las arterias coronarias (coronary artery disease), indica si el paciente la padece (sí/no).
appet	Apetito	Apetito (appetite) del paciente (bueno/pobre).
pe	Edema pedioso	Edema pedal (pedal edema), indica si el paciente presenta hinchazón en los pies (sí/no).
ane	Anemia	Anemia, indica si el paciente tiene anemia (sí/no).
classification	clase	Clasificación del estado renal del paciente (ckd para enfermedad renal crónica o no ckd para sin enfermedad renal crónica).

Se explora la base de datos y se hace eliminación de columna irrelevante y transformación de datos de las que lo necesiten, por ejemplo:
En la Figura 2 se observa el código utilizado para la Eliminación de una característica no relevante del base de datos.
Figura 2. ***Eliminación de característica no relevante***

```
# Eliminación de la columna "id"
df.drop('id', axis = 1, inplace = True)
```

La columna “id” no es una columna relevante para el diagnóstico de la nefropatía diabética.
Con fines de los objetivos del artículo no se describen los procesos realizados en esta etapa, pero se mencionan de manera general que se analiza las distribuciones de las columnas categóricas y continuas, se observa y comprende la correlación entre columnas, se grafica diagramas de dispersión para observar valores atípicos. Esto es muy importante ya que estos modelos modernos piden los datos ya transformados y limpios.

- Preparación de los Datos

Procedemos a la búsqueda de valores (faltantes) Null o NaN e imputarlos(rellenarlos), para eso aplicar la técnica imputación de los datos numéricos y categóricos, utilizando la técnica “Imputación Interactiva”. Cabe resaltar que la mayoría de los proyectos revisados de imputación de datos, utilizan técnicas estadísticas para la imputación, por ejemplo: moda, mediana. Pero esto hace que el modelo se pueda sesgar y obtener un mal entrenamiento y por ende una mal clasificación, por lo tanto, no es recomendable usarlo para imputar datos médicos. La técnica de imputación iterativa, implementada en la librería especializada “sklearn” como “IterativeImputer”, es un método avanzado para manejar valores faltantes numéricos en conjuntos de datos. Se basa en un enfoque multivariante donde cada valor faltante se predice iterativamente utilizando un modelo de regresión logística basado en las demás características del conjunto de datos. En cada iteración, las características completas se utilizan para predecir los valores faltantes de una característica, y este proceso se repite un número específico de veces (en este estudio, 10 iteraciones) hasta que las estimaciones de los valores faltantes convergen o alcanzan el máximo de iteraciones definido. Finalmente, se verifica que ciertos valores imputados, como en las columnas 'azucar', 'presion arterial' y 'edad', no sean negativos, aplicando un ajuste para asegurarse de que los resultados sean lógicos y coherentes con el contexto clínico. Los datos categóricos se imputan con la moda ya que es la más usada en la literatura

Luego se procede a otra técnica muy especial en base de datos médicas, el balanceo de datos es importante para que el modelo computacional no se sesgue al momento del entrenamiento. Se utilizo una técnica reportada con grandes resultados, la técnica SMOTE, en este caso se utiliza para crear datos sintéticos de la clase minoritaria y así estar balanceada perfectamente.

Cabe resaltar que anteriormente las investigaciones que utilizaban modelos clásicos de clasificación utilizaban técnicas selectoras de características relevantes de la base de datos, esto se hacía porque entre mayores características mayor el costo computacional y mayor complejidad en las operaciones matemáticas internas.

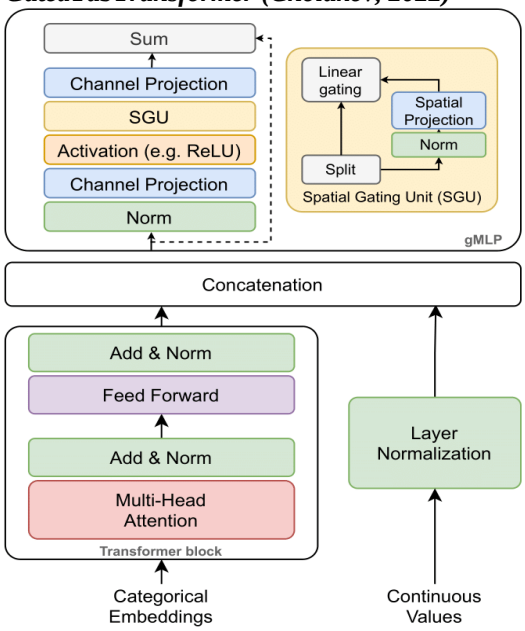
Pero ahora con estos modelos robustos que hacen operaciones de manera paralela y son capaces de capturar patrones no observados entre más características se tengas, y por el lado del costo computacional hoy en día ya no es problema usar la totalidad de las características en el modelo. Por eso no es necesario utilizar ninguna técnica de selector de características para estos modelos avanzados.

- Modelado y Evaluación

La idea principal detrás del GatedTabTransformer es incorporar mecanismos de gating (puertas) para ajustar dinámicamente la importancia de diferentes características, debido a su capacidad para trabajar con datos tabulares y capturar relaciones complejas entre variables usando técnicas modernas. A continuación, se describe lo más importante e interesante del modelo.

En la Figura 3 muestra gráficamente la arquitectura original del modelo, que la aportación innovadora es la combinación de capas de transformación con mecanismos de compuertas, que se utilizan para filtrar y mejorar la representación de características tabulares numéricas y categóricas.

Figura 3. ***Arquitectura Original del Modelo GatedTabTransformer (Cholakov, 2022)***



La arquitectura de GatedTabTransformer se compone de las siguientes capas:

1.***Capa de entrada (Input Layer*)**: La capa de entrada recibe los datos tabulares de los pacientes, que se representan como una matriz de características (X). Cada fila de la matriz corresponde a un paciente, y cada columna corresponde a una característica (por ejemplo, edad, sexo, presión arterial, etc.).

2.***Capa de transformación de características (Feature Transformation Layer)*:** La capa de transformación de características aplica una transformación lineal a las características de entrada para obtener una representación más adecuada para la tarea de clasificación. Esta capa se compone de una matriz de pesos (W) y un vector de sesgos (b).

3.***Capa de atención (Attention Layer)*:** La capa de atención utiliza una función de atención para seleccionar qué características de la tabla son relevantes para la tarea de clasificación. La función de atención se calcula como la suma ponderada de las características de entrada, donde los pesos se calculan como la salida de una red neuronal feedforward.

4.***Capa de transformación de atención (Attention Transformation Layer)*:** La capa de transformación de atención aplica una transformación lineal a la salida de la capa de atención para obtener una representación más adecuada para la tarea de clasificación.

5.***Capa de puerta de control (Gated Layer)*:** La capa de puerta de control utiliza una función de activación (por ejemplo, sigmoid) para seleccionar qué características de la tabla son relevantes para la tarea de clasificación. La función de activación se calcula como la salida de una red neuronal feedforward.

6.***Capa de salida (Output Layer)*:** La capa de salida utiliza una función de activación (por ejemplo, softmax) para producir la salida final de la red, que es la probabilidad de que el paciente tenga la enfermedad.

A continuación, se describe las 2 fórmulas más importantes que utiliza el modelo para capturar relaciones complejas entre variables categóricas y continuas de la base de datos.

Función de atención

La **ecuación (1)** es de la función atención se calcula como la suma ponderada de las características de entrada, donde los pesos se calculan como la salida de una red neuronal feedforward (retroalimentación). Se define como:

$$A(Q,K,V) = Softmax\left(\frac{QK^T}{\sqrt{(d_k)}}\right)V \qquad (1)$$

donde:

* A es la matriz de atención
* Q es la matriz de consultas (queries)
* K es la matriz de claves (keys)
* d es la dimensión de la matriz de características
* V es la matriz de los valores de las características de entrada
* Softmax es la función de activación softmax

Función de puerta de control

La **ecuación (2)** es la función de puerta de control se calcula como la salida de una red neuronal feedforward (retroalimentación). Se define como:

$$G = sigmoid(W * X + b) \qquad (2)$$

donde:

* G es la matriz de puerta de control
* W es la matriz de pesos
* X es la matriz de características de entrada
* b es el vector de sesgos
* sigmoid es la función de activación sigmoid

La arquitectura del GatedTabTransformer, como se ilustra, combina las fortalezas de los Transformers con una Unidad de Puerta Espacial (SGU) y proyecciones de canal para capturar relaciones complejas entre características categóricas y continuas en datos tabulares. Inicialmente, las características continuas se someten a normalización por capas, mientras que las categóricas se transforman en embeddings mediante una matriz de embeddings. Las características categóricas, ahora en formato de embeddings, pasan por un bloque Transformer que incluye mecanismos de atención multi-cabeza y una red feed-forward, lo que permite modelar interacciones intrincadas entre las variables. Posteriormente, las salidas del bloque Transformer se concatenan con las características continúas normalizadas, combinando ambas fuentes

de información. La SGU desempeña un papel crucial al aplicar una proyección espacial y un mecanismo de gateo que selecciona y manipula la información espacialmente relevante, permitiendo una representación más robusta y contextual. Finalmente, las proyecciones se suman, proporcionando una salida que es utilizada para tareas de clasificación.

Algo muy importantes fue el uso de los “DataLoaders” son componentes cruciales en el entrenamiento de redes neuronales, encargados de gestionar la carga y el preprocesamiento de datos de manera eficiente. Permiten dividir los datos en batches o lotes, facilitando el entrenamiento en fragmentos manejables que optimizan el uso de memoria y los recursos computacionales. Además, integran funcionalidades para realizar transformaciones y preprocesamiento en tiempo real, como normalización, categorización y manejo de valores faltantes. Esto asegura que el modelo reciba datos bien preparados y uniformemente distribuidos en cada epoch, mejorando la convergencia y el rendimiento del entrenamiento. Los hiperparámetros más relevantes utilizados en el modelo fueron:

- Taza de aprendizaje utilizada para actualizar los pesos del modelo durante el entrenamiento, lr = 0.001.
- Número de capas en la red, MLP= 4.
- Define la dimensión de la capa intermedia de feed-forward dentro del MLP, ffn = 256.
- Indica el número de épocas para entrenar el modelo, epoch = 5.
- Función de perdida = BCEWithLogitsLossFlat().

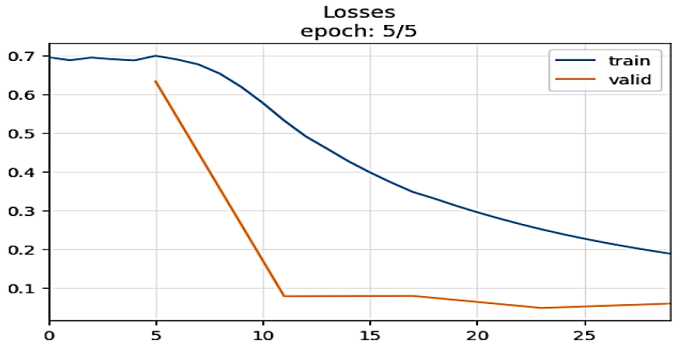
Los resultados obtenidos tras el entrenamiento del modelo proporcionan una evaluación cuantitativa de su rendimiento en diversas métricas. En la Tabla 4, se presentan los resultados finales del entrenamiento, incluyendo precisión, sensibilidad, especificidad y la pérdida durante las distintas épocas de entrenamiento.

Tabla 4. ***Resultados Finales del Entrenamiento del Modelo***

Epoch	Train_loss	Valid_loss	**Accuracy**	Time
0	0.699358	0.633141	0.510000	00:01
1	0.532057	0.078254	0.980000	00:02
2	0.347799	0.079217	0.980000	00:03
3	0.251228	0.048046	0.990000	00:04
4	0.188402	0.059283	**0.990000**	00:05

Observando la columna “time”, la obtención de este corto tiempo de respuesta obtenido al entrenamiento del modelo fue gracias a la tecnología tensor processing unit (TPU) a disposición y de forma gratuita en su entorno Google Colab, por lo que tenemos al alcance de la mano comprobar su funcionamiento de forma sencilla. Esto es gracias que los cálculos realizados en el modelo utilizan Tensores, así se aprovecha muy bien estas plataformas tecnologías innovadoras. Estos resultados demuestran que el modelo logra un rendimiento consistente y adecuado para las tareas planteadas, reflejando su capacidad para generalizar en el conjunto de datos de prueba.
El comportamiento del train_loss y valid_loss a lo largo del proceso de entrenamiento es un indicador clave de la convergencia y el ajuste del modelo. En la Figura 4, se muestra el gráfico que compara ambas pérdidas durante cada época. Este gráfico evidencia una disminución progresiva del train_loss, mientras que el valid_loss se estabiliza, lo que sugiere que el modelo no está sobreajustado y ha alcanzado un buen nivel de generalización.

Figura 4. ***Gráfico del comportamiento del train_loss y valid_loss***



En la figura se presentan los resultados de train_loss y valid_loss de un modelo de clasificación binaria a lo largo de 5 épocas. En la tabla superior, se observa que la pérdida en el conjunto de entrenamiento (train_loss) disminuye de manera consistente desde 0.699 hasta 0.188, lo que indica que el modelo está aprendiendo a ajustarse mejor a los datos de entrenamiento. Simultáneamente, la pérdida en el conjunto de validación (valid_loss) también disminuye significativamente, pasando de 0.633 a 0.059, lo que sugiere que el modelo está generalizando bien a los datos que no ha visto durante el entrenamiento. La precisión (accuracy) en ambos conjuntos aumenta rápidamente después de la primera época, alcanzando valores cercanos al 99% desde la tercera época en adelante.

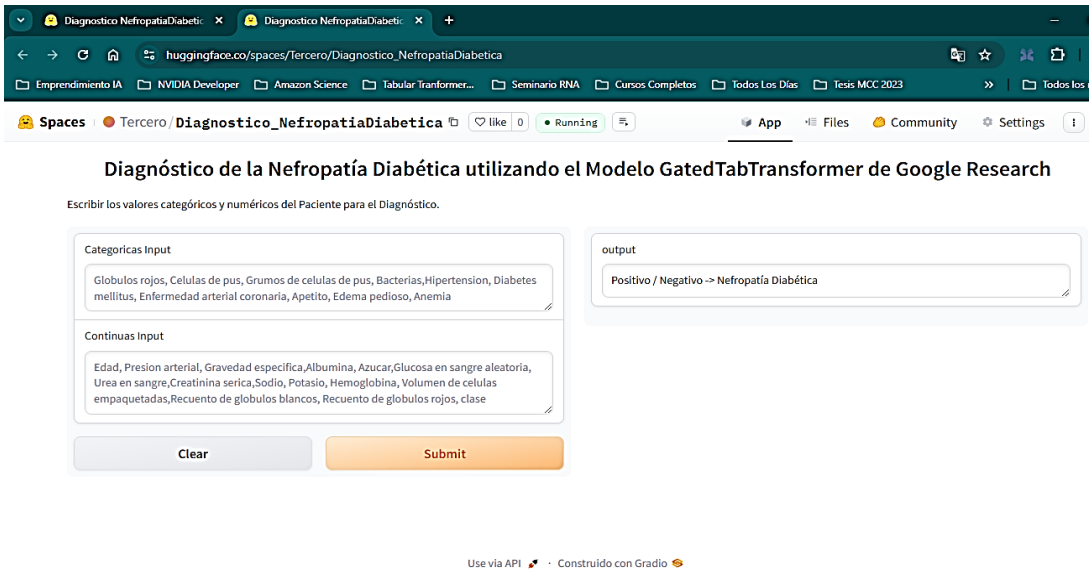
En la curva de las pérdidas muestra una disminución clara en la pérdida de entrenamiento a medida que avanza el entrenamiento, mientras que la pérdida de validación cae rápidamente en las primeras épocas y se estabiliza en niveles bajos. Este comportamiento, junto con la alta precisión alcanzada en ambas etapas, indica que el modelo está funcionando bien y no muestra signos evidentes de sobreajuste, dado que las pérdidas de entrenamiento y validación siguen una tendencia similar sin grandes divergencias.

- Despliegue

Para facilitar el uso de las herramientas analíticas desarrolladas, se diseñó una interfaz web intuitiva y versátil dirigida a los profesionales de la salud. La interfaz web fue desarrollada con la librería Gradio de Python, diseñada para ser intuitiva y accesible para los usuarios. Permite la carga de datos y la obtención de predicciones en tiempo real.

En la Figura 5 se muestra la interfaz, que permite a los usuarios interactuar fácilmente con los datos y los modelos predictivos, proporcionando información en tiempo real para la toma de decisiones clínicas. La interfaz ha sido diseñada con un enfoque centrado en el usuario, optimizando la visualización de resultados y la navegación.

Figura 5. ***Interfaz Web Versátil para los Profesionales de la Salud***



Esta interfaz ingresa los 24 datos necesarios para el diagnóstico de la nefropatía diabética, cuanta con tres botones:

1. *Clear*: es para limpiar los datos anteriores del paciente y escribir nueva información médica.
2. *Submit*: es el que se encarga de llamar al modelo entrenado y hacer el diagnóstico médico.
3. *Flag:* guarda el resultado obtenido del diagnóstico por paciente en un Excel, obteniendo así un historial de los resultados, para después hacer estadísticas descriptiva y actualizaciones al modelo dependiendo sus resultados obtenidos.

La interfaz fue desplegada en la plataforma Hugging Face (Face, s.f.), proporcionando una herramienta accesible a nivel global para el diagnóstico de la nefropatía diabética. Por ahora esta interfaz sencilla, pero funcional y útil para su uso continuo, se va a alojar en la plataforma HugginFace. Se eligió esta plataforma porque es compatible con modelos que utilizan inteligencia artificial, lo cual lo hace versátil para nuestro desarrollo que ayudara a cientos o miles de médicos. En este momento su uso es gratuito lo cual, si obtiene una buena aceptación de los médicos, lo único que se necesitara es mayor espacio en la plataforma lo cual ya tendrá un costo relativo a su demanda.

- Software y Hardware Utilizados
    - Software libre: Lenguaje Python, Framework PyTorch, librería de Python Gradio, Plataforma Hugging Face.
    - Modelos: GatedTabTransformers.
    - Hardware: Computadora con GPU NVIDIA, servidores en la nube GoogleColab TPU para el entrenamiento y evaluación y mejora de los modelos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados:

- Desempeño de los Modelos

Siguiendo adecuadamente la metodología CRISP-DM, cumpliendo etapa por etapa, aplicando técnicas y algoritmos avanzadas: limpieza de datos, transformación de datos, imputación de datos, balanceo de datos, se observó que los datos utilizados tienen una mejor aceptación con el modelo clasificador.

Los resultados indicaron que los modelos basados en mecanismos de atención transformers igualaron y superaron consistentemente a los algoritmos clásicos en la métrica "accurracy" con valor de 0.99 de rendimiento, específicamente en el diagnóstico de la nefropatía diabética.

- Evaluación de la Interfaz Web

La interfaz web fue alojada exitosamente en la plataforma, ya está disponible en el siguiente link: https://huggingface.co/spaces/Tercero/Diagnostico_NefropatiaDiabetica, para el uso de los profesionales de la salud, que requieran diagnosticar de la Nefropatía Diabética.

Discusión:

- Ventajas entre los Modelos Transformers

Los modelos con mecanismo de atención transformers demostraron ser efectivos en la clasificación de datos médicos, capturando relaciones complejas que otros modelos no pudieron identificar. El modelo fue programado, entrenado y evaluado en la plataforma GoogleColab con utiliza un servidor virtual que utilizan unidades de procesamiento tensorial (TPU), son los circuitos integrados personalizados específicos de aplicaciones (ASIC) de Google que se usan para acelerar las cargas de trabajo de aprendizaje automático. Esto soluciona el problema de costo computacional y agiliza el desarrollo, pruebas y aplicación del modelo.

- Limitaciones y Consideraciones Futuras

A pesar de los resultados prometedores, la investigación enfrenta limitaciones como la dependencia de un único conjunto de datos y aumentar los datos de los pacientes, así el modelo tendrá un mejor aprendizaje. Se recomienda realizar pruebas adicionales utilizando datos de diversas poblaciones para validar los hallazgos y mejorar la generalización de los modelos.

CONCLUSIÓN

La presente investigación ha demostrado la viabilidad y eficacia de utilizar modelos que utilizan mecanismo de atención transformers como GatedTabTransformers para el diagnóstico de nefropatía diabética, integrando el modelo entrenado en una interfaz web versátil, desarrollada con la librería Gradio y desplegada en la plataforma Hugging Face.

Los resultados del estudio indican que los modelos que utilizan mecanismo de atención transformers, particularmente GatedTabTransformer, superan a los algoritmos clásicos de clasificación en términos de precisión, tiempo y capacidad del diagnóstico de la enfermedad. La implementación de una interfaz web eficiente permite a los profesionales de la salud acceder rápidamente a herramientas de diagnóstico avanzadas, lo que podría mejorar significativamente la detección y manejo de la nefropatía diabética en entornos clínicos. La accesibilidad global de la herramienta a través de Hugging Face amplía su potencial de impacto en la comunidad médica. Sin embargo, este estudio también subraya la necesidad de validar los modelos en conjuntos de datos más diversos y considerar la inclusión de características adicionales que podrían mejorar aún más la precisión del diagnóstico.

Futuros trabajos deben enfocarse en la generalización de los modelos y en la expansión de la base de datos utilizada, para asegurar su aplicabilidad en diferentes contextos clínicos y poblaciones. Esta investigación abre nuevas perspectivas para la aplicación de modelos que utilizan mecanismo de atención transformers en la medicina y sienta las bases para el desarrollo de herramientas de diagnóstico más precisas y accesibles, con el potencial de mejorar los resultados de salud para pacientes con diabetes en todo el mundo.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Arik, S. Ö., & Pfister, T. (2021, May). Tabnet: Attentive interpretable tabular learning. In Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence (Vol. 35, No. 8, pp. 6679-6687). https://doi.org/10.48550/arXiv.1908.07442
2. Cholakov, R., & Kolev, T. (2022). The GatedTabTransformer. An enhanced deep learning architecture for tabular modeling. arXiv preprint arXiv:2201.00199. https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.00199
3. Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C. & Wirth, Rü. (2000). CRISP-DM 1.0: Step-by-Step Data Mining Guide CRISP-DM consortium: NCR Systems Engineering Copenhagen (USA and Denmark) DaimlerChrysler AG (Germany), SPSS Inc.\ (USA) and OHRA Verzekeringen en Bank Groep B.V (The Netherlands)
4. Guo, C., & Berkhahn, F. (2016). Entity embeddings of categorical variables. arXiv preprint arXiv:1604.06737. https://doi.org/10.48550/arXiv.1604.06737
5. Guo, H., Tang, R., Ye, Y., Li, Z., & He, X. (2017). DeepFM: a factorization-machine based neural network for CTR prediction. arXiv preprint arXiv:1703.04247. https://doi.org/10.48550/arXiv.1703.04247
6. Huang, X., Khetan, A., Cvitkovic, M., & Karnin, Z. (2020). Tabtransformer: Tabular data modeling using contextual embeddings. arXiv preprint arXiv:2012.06678. https://doi.org/10.48550/arXiv.2012.06678
7. Hugging Face. (n.d.). Gradio SDKs Documentation. Hugging Face. Retrieved August 25, 2024, from https://huggingface.co/docs/hub/spaces-sdks-gradio
8. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK). (2020). Diabetic nephropathy. National Institutes of Health (NIH). https://www.niddk.nih.gov/health-information/diabetes/overview/preventing-problems/diabetic-nephropathy
9. Rubini,L., Soundarapandian,P., and Eswaran,P.. (2015). Chronic Kidney Disease. UCI Machine Learning Repository. https://doi.org/10.24432/C5G020.
10. Song, W., Shi, C., Xiao, Z., Duan, Z., Xu, Y., Zhang, M., & Tang, J. (2019, November). Autoint: Automatic feature interaction learning via self-attentive neural networks. In Proceedings of the 28th ACM international conference on information and knowledge management (pp. 1161-1170). https://doi.org/10.1145/3357384.3357925
11. Vaswani, A. (2017). Attention is all you need. Advances in Neural Information Processing Systems. https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.03762

REFERENCIAS:

1. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press. (p. 101). Recuperado de http://alvarestech.com/temp/deep/Deep%20Learning%20by%20Ian%20Goodfellow,%20Yoshua%20Bengio,%20Aaron%20Courville%20(z-lib.org).pdf
2. Maleki Varnosfaderani, S.; Forouzanfar, M. The Role of AI in Hospitals and Clinics: Transforming Healthcare in the 21st Century. Bioengineering 2024, 11, 337. https://doi.org/10.3390/bioengineering11040337
3. Nerella, S., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., Contreras, M., Siegel, S., Bumin, A., ... & Rashidi, P. (2023). Transformers in healthcare: A survey. arXiv preprint arXiv:2307.00067. https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.00067
4. World Health Organization. (2021). Diabetes. Recuperado de https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes

Propuesta de Implementación de una inteligencia de negocios para la toma de decisiones de una Asociación religiosa. caso: Territorio Norte de Chiapas

Haziel Moises Espinoza Luna[1], José Alberto Gutiérrez Rosique[2], José Manuel Rodríguez Hernández [3]

[1]*Universidad Juarez Autonoma de Tabasco, e-mail: haziel_moises@hotmail.com*
[2] *Universidad Juarez Autonoma de Tabasco, e-mail: alberto72ross@gmail.com*
[3] *Universidad Juarez Autonoma de Tabasco, e-mail: josem7777@hotmail.com*

Línea de investigación: Tecnologías de la información empresarial

Resumen

Este proyecto es una propuesta de implementación de una inteligencia de negocios para la toma de decisiones en una organización religiosa, procurando la automatización de esos procesos, utilizando un modelo Analítico de Autoservicio Basado en Bussines Intelligent (MAABI). El almacenamiento de los datos será a través de la nube, por medio de un Data Warehouse y visualizado a través de Data Mark. La herramienta de BI que se usará en este proyecto será el Power BI, herramienta de Microsoft que permite la creación de dashboard, generados en tiempo real, para tener los reportes financieros en el momento que se requiera. La oficina territorial podrá tener un ahorro de carga de trabajo en su personal, además del ahorro del tiempo en lo que tardan en generarse dichos reportes. La investigación será mixta, utilizando datos cualitativos y cuantitativos y para su desarrollo se utilizará la metodología ágil Scrum.

Palabras clave: Automatización, Inteligencia de Negocios, Modelo Analítico, Toma de decisiones.

Abstract

This project is a proposal to implement business intelligence for decision making in a religious organization, seeking the automation of these processes, using a Self-Service Analytical Model Based on Business Intelligent (AMBBI). The data will be stored through the cloud, through a Data Warehouse and visualized through Data Mark. The BI tool that will be used in this project will be Power BI, a Microsoft tool that allows the creation of dashboards, generated in real time, to have financial reports when required. The territorial office will be able to save workload on its staff, in addition to saving time in the time it takes to generate these reports. The research will be mixed, using qualitative and quantitative data and the agile Scrum methodology will be used for its development.

Keywords: Analytical Model, Automation, Business Intelligence, Decision Making.

INTRODUCCIÓN

Los procesos contables se han ido sistematizando derivado del avance tecnológico. La 4a revolución industrial, ha facilitado en gran manera la generación de reportes, almacenamiento en nube y visualización de datos en tiempo real, mediante la utilización del Bussines Intelligent (BI). Esto ha permitido que las empresas tengan una mejor organización en sus datos, que les permite tomar mejores decisiones.

Según Silva (2021), Bussines Intelligent es un proceso, una metodología, que se inicia con datos, y se extiende hasta la toma de decisiones que tienen como objetivo mejorar el desempeño de una empresa y sus resultados. Por otro lado, Xamai (2024) nos dice que La Inteligencia de negocios, también conocida como Business Intelligence (BI), se refiere al conjunto de tecnologías, procesos y herramientas que ayudan a las empresas a recopilar, analizar y convertir datos en información significativa para la toma de decisiones estratégicas.

Para Castro (2021) Los principales beneficios de su uso de la inteligencia de negocios son:

- El Incremento de la eficiencia: Al contar con los datos de manera accesible y ágil puedes generar información de valor centralizada la cual podrás visualizar en una única plataforma para aprovecharla de manera óptima para realizar análisis y tomar decisiones informadas y en tiempo.
- Respuestas rápidas a situaciones de negocio: Para poder tomar decisiones en el momento indicado es importante contar con la información a la mano de manera sencilla y no perder tiempo en buscar y consolidar datos. Gracias al BI puedes tener las respuestas en minutos de manera clara y concisa por medio de reportes de indicadores y tableros de datos.

Por lo anterior, se puede concluir que una inteligencia de negocios es un proceso y un conjunto de herramientas que recopila, analiza y convierte datos, para una toma de decisiones más rápida y eficiente.

En una institución religiosa, el BI es importante para tomar decisiones, puesto que se maneja grandes volúmenes de información, como el número de sus miembros, sus procesos contables, proyecciones anuales, número de miembros por redes, información por distritos e información por áreas estratégicas. Al utilizar esta herramienta se tendrá un mejor manejo de la información y se podrá tomar decisiones en los procesos de las diferentes áreas que se manejan en la institución.

Lo antes expuesto induce a proponer la implementación de una inteligencia de negocios para la toma de decisiones en este tipo de organizaciones; el caso se centrará en las oficinas territoriales de la Iglesia de Dios en México E.C.A.R 11/93 del Territorio Norte de Chiapas.

DESARROLLO

La Iglesia de Dios es una Asociación Religiosa con un gobierno descentralizado, con presencia en 178 países, cada país está constituido por territorios, quienes administran sus propios recursos y su membresía por medio de redes, los territorios están constituido por distritos los cuales tienen a su cargo a las iglesias locales y las locales administran a la membresía local.

Específicamente el Territorio Norte de Chiapas, administra 28 distritos, los cuales en la última evaluación arroja que tiene 8,085 miembros activos, esa membresía está distribuida en las 223 iglesias. El Territorio Norte de Chiapas, tiene presencia en parte de los Estados de Tabasco, todo el Norte de Chiapas y parte de Campeche.

Tiene sus oficinas centrales en la ciudad de Palenque, Chiapas, con domicilio en Carretera Catazaja-Palenque Km. 25 Col. Pakal-na, centro de Convenciones “El Tabernáculo”. El Territorio Norte de Chiapas, está constituido desde hace 35 años.

Al hacer una revisión al área de finanzas de la oficina Territorial de la Iglesia, se encontró que los procesos contables se realizan de manera tradicional, es decir, por medio de libros contables, en hojas de cálculo de Excel y algunas de manera manual. Como consecuencia, los reportes financieros tienen un desfase en su entrega, además de la carga de trabajo que esto conlleva al personal que labora en dicha organización, y la manera en que se registran los datos en la organización puede causar confusión para algunos sectores de la misma.

Es por ello que se plantea implementar una inteligencia de negocios utilizando la herramienta Power BI, que ayudará a la gestión de los procesos financieros, así como obtener reportes detallados, utilizando el Modelo Analítico de Autoservicio a través de Business Inteligente (MAABI) ya probada e implementada en despachos contables por el Mtro. José Alberto Gutiérrez Rosique (Gutiérrez Rosique, 2023), que ayudará al manejo del alto volumen de información que se almacenan de los diferentes distritos.

OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta de implementación de inteligencia de negocios, utilizando la herramienta Power BI, para la toma de decisiones financieras en la Iglesia de Dios en México E.C.A.R. 11/93, Territorio Norte de Chiapas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

• Identificar las fuentes de datos que tiene la organización y revisar su calidad y utilidad para el análisis.

• Crear un panel de control que muestre la información financiera de la asociación.

• Diseñar un modelo analítico que incluya indicadores clave de desempeño “*Key Performance Indicador”* (KPI) importantes para la operación de la organización.

• Elegir las herramientas de inteligencia de negocios que mejor se adapten a las necesidades de la organización.

• Establecer un sistema de gestión de datos que asegure la integridad y seguridad de la información utilizada en el modelo analítico.

• Preparar una propuesta detallada para la implementación completa del sistema de análisis de negocios, usando el Modelo Analítico de Autoservicio Basado en Bussines Intelligent (MAABI).

OBJETO DE ESTUDIO

La propuesta de la implementación de herramientas de inteligencia de negocios para la toma de decisiones, en una organización religiosa, que facilite la generación de reportes en tiempo real, proporcione datos y análisis precisos.

METODOLOGÍA

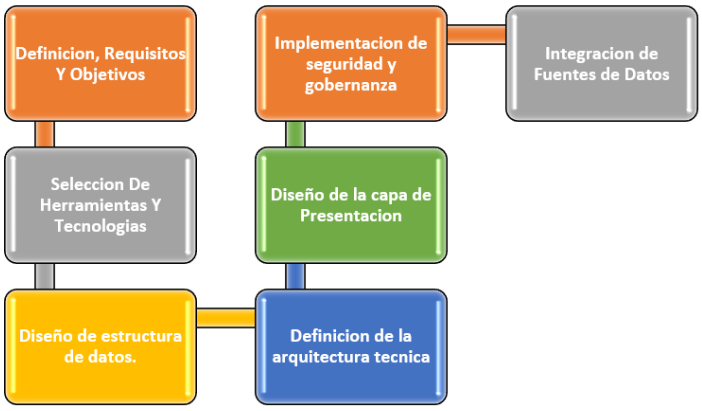
En este proyecto se utilizó un enfoque mixto, puesto que es una forma de investigación más extensa y detallada (Arias, 2020). El alcance es de tipo descriptivo. Lo primero que se realizó fue una entrevista con el administrador de la organización y la jefa del área de finanzas de la oficina territorial, donde se indago sobre las necesidades y expectativas para realizar este trabajo de investigación.

Al implementar el MAABI se utilizará la Arquitectura de inteligencia de negocios de cinco capas de (Lih Ong, 2011), esta propone considerar la calidad y el valor de los datos, así como el flujo de información del sistema a través del proceso de gobierno de los datos.

FASES DEL DESARROLLO

El modelo propuesto de la investigación es el Modelo Analítico de Autoservicio Basado en Bussines Intelligent, Este modelo seguirá los siguientes pasos de desarrollo como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Arquitectura del MAABI en el área de finanzas del Territorio Norte de Chiapas. **Fuente:** modificado de (Gutiérrez Rosique, 2023).



DEFINICION DE REQUISITOS Y OBJETIVOS

- Para detectar las necesidades de la organización religiosa, se realizaron reuniones con el Obispo Administrador de la oficina territorial, proponiéndose como solución implementar un sistema de autoservicio Analítico almacenada en el DATA WAREHOUSE. Esta herramienta, según (Mistral, 2019) es una ventaja competitiva ya que aporta datos fiables y de calidad, lo que se traducirá en mejores decisiones por parte de la organización
- En la arquitectura debemos incluir las claves de KPI, las cuales no sólo permitirá determinar los resultados para una acción o estrategia concreta, sino que además ofrecen una visión global de la situación, ya que facilitan la determinación de puntos fuertes y débiles (aspectos de mejora) para los proyectos (Logicalis, 2017).

SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS

Al analizar las necesidades de la organización, se hizo una evaluación de diferentes tipos de herramientas BI y se determinó que la herramienta POWER BI será la elegida para la realización de este proyecto. Según (Vizuete Chancay, 2024) esta herramienta tiene beneficios para las empresas, que tienen demasiada información dispersa y que requieren un sistema que ayude a convertir esa información en conocimiento empresarial.

Se hizo una comparación entre diferentes planes que maneja Power BI como se muestra en la tabla 1, para elegir la que mejor convenga a la organización.

Tabla 1. Planes y Precios del Power BI **Fuente:** (Microsoft, 2024).

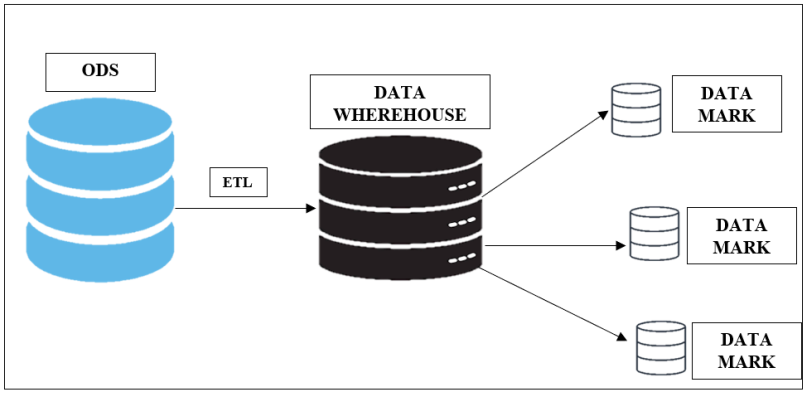
Power Bi Gratuito	Power Bi Pro	Power BI Premium
Gratuito	**Usd $10/mes**	**Usd $20/mes**
Crea informes completos e interactivos con análisis visuales a tu alcance. • Incluido en la cuenta gratuita de Microsoft Fabric • No se requiere tarjeta de crédito • Actualizar a Pro o Premium para compartir informes	Accede a informes de Power BI compartidos contigo y publica los tuyos para un impacto aún mayor. • Publicar y compartir informes de Power BI • Incluido en Microsoft 365 E5 y Office 365 E5 • Disponible para comprar ahora con una tarjeta de crédito	Licencia de profesionales de datos con acceso a características de escala empresarial. • Incluye todas las características disponibles con Power BI Pro • Acceder a tamaños de modelo más grandes • Actualizaciones más frecuentes • Disponible para comprar ahora con una tarjeta de crédito

En consenso con los usuarios del servicio y nuestra asesoría como gestores de tecnologías de la información, se propone utilizar el plan de Power BI Premium, ya que tiene una licencia de Profesionales de Datos con acceso a características de escala empresarial, y por los procesos que maneja la Iglesia, es necesario contar con características más amplias en ese ramo, para acceder a modelos más grandes de datos, permitiendo que los procesos de datos sean de calidad y eficientes.

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE DATOS

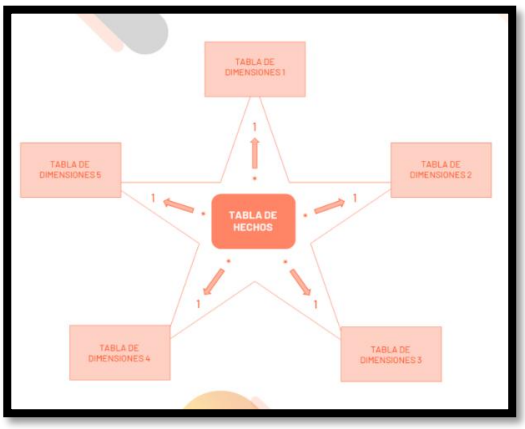
En este apartado se define la estructura del modelo propuesto por (Joyanes, 2019) como se muestra en la figura 2, que incluye las siguientes etapas: el Almacén Operacional de Datos u Operacional Data S.
tore (ODS), el Data Warehouse y los Data Mark corporativos. Los datos se transfieren primero al ODS, luego al Data Warehouse y finalmente a los Data Mark. Dentro de la estructura de un sistema de Inteligencia de Negocios, el Data Warehouse juega un papel clave.

Figura 2. Estructura de la base de datos y almacenes de datos del modelo (Joyanes, 2019).



Estos procesos contables del territorio Norte de Chiapas, se podrán realizar relaciones entre diferentes tipos de entidades, es por lo que se decide utilizar el modelo estrella, entre entidades, tal y como se muestra en la figura 3.
Las tablas de hechos en el Modelo Estrella de Power BI son la base de la estructura de datos y contienen información detallada y medible sobre eventos o transacciones específicas. Tal y como dice Aglaia (2023) “Estas tablas tienen una estructura de filas y columnas y están diseñadas para almacenar grandes cantidades de datos en un formato eficiente y fácil de consultar”

Figura 3. Ejemplo de modelo Entidad-Relación Estrella Fuente: (Aglaia, 2023).



Diseño de la arquitectura técnica

Para el diseño de la arquitectura técnica, se hizo una investigación entre varias empresas que proveen el sistema en nube, a continuación, se muestra una tabla comparativa de Google Cloud Plataform (GCP), Amazon Web Service (AWS), Azure (AZU). La Tabla 2 muestra las características de los servicios en nube ya mencionados.

Tabla 2. Cuadro comparativo de los diferentes servicios de nube. **Fuente:** (Manjaly, 2022).

PROVEEDORES	AWS	GCP	AZU
SERVICIOS Y ESPECIFICACIONES	• AWS brinda una amplia gama de productos en la nube que simplifican los recursos o el trabajo del usuario • Su servicio Amazon Augmented AI ofrece una revisión humana de las predicciones producidas por los sistemas de IA • Despliega soluciones similares para el desarrollo de aplicaciones móviles, blockchain, IoT y más. • La solución EC2 de Amazon facilita el auto escalado y garantiza que las aplicaciones obtengan la cantidad exacta de espacio informático que necesitan. • Supervisa constantemente las instancias y reemplaza las que no son saludables, además de permitir escalar hacia arriba o hacia abajo según las condiciones de la empresa.	• El motor de computación de Google (GCE) ofrece máquinas virtuales. • Una plataforma para desarrollar aplicaciones, la nube de Google tiene el App Engine. • Brinda funciones como servicio a través de su servicio de funciones en la nube. Los desarrolladores pueden utilizarlas para automatizar procesos y configurarlas para que se activen cuando sea necesario. • Con su modelo de pago por uso, no tienes que abonar cuando estas funciones no se utilizan.	• Azure es la solución en la nube de Microsoft, que ofrece un catálogo de más de 200 servicios. • Su solución está diseñada para trabajar On Premise, híbrida, en la nube o incluso en el límite, poniendo un gran énfasis en la seguridad. • Además, brinda servicios en la nube para AI/ML, IoT, almacenamiento, análisis, DevOps y más. • Es especialmente conocido por sus ofertas de nube híbrida, que permite a las empresas obtener la escalabilidad característica de la nube y la seguridad de On Premise.
VENTAJAS	• Amplia gama de servicios: AWS se posiciona como uno de los proveedores con más cantidad de servicios -más de 200-. • Prueba gratuita de muchos servicios: Amazon Web Services ofrece en varios de sus productos en la nube, incluyendo EC2, una prueba gratuita. Para algunos, garantiza una prueba gratuita de 12 meses. • Fácilmente escalable: Amazon es abajo, ayudándote a construir rápidamente aplicaciones robustas sin grandes inversiones. Y las ubicaciones de sus servidores están disponibles en todo el mundo, por lo que puedes obtener un soporte garantizado del proveedor si decides globalizarse. • Múltiples modelos de pago: además del pago por uso, AWS ofrece un modelo de ahorro cuando se adhiere a éste. Con él, puedes optar por uno o dos años de compromiso de adhesión a cambio de precios más bajos. Y para algunos servicios, cuenta con tarifas escalonadas, lo que significa que el costo por uso disminuye a medida que se utiliza más	• Fácil de empezar con las opciones gratuitas: Google Cloud ofrece más de 20 productos gratuitos. Además de esto, también obsequia créditos de 300 USD para probar toda la plataforma de Google Cloud. • Precios detallados y transparentes: una gran ventaja sobre otros proveedores. Posee un modelo de pago por uso y te acerca más ahorros cuando te adhieres al servicio. para ayudarte a gestionar y limitar tus gastos, y te envía alertas a tiempo. • Se basa en la misma infraestructura de los productos de Google: Google Cloud Plataform funciona sobre la misma infraestructura que ofrece todos los productos de consumo de Google. Esto asegura un alto nivel de fiabilidad y tiempo de actividad. Y su SLA garantiza más del 99,5% de tiempo de actividad para la mayoría de sus servicios. • Amplias herramientas de análisis: Google tiene una gran experiencia en la creación de productos de análisis y esto se refleja también en su oferta en la nube. Aporta una gran cantidad de soluciones analíticas en la nube de última generación en su catálogo de productos.	• Soporte para la nube híbrida: Microsoft Azure es el líder en soluciones de nube híbrida. Permite aprovechar su infraestructura existente y combinarla con la escalabilidad que brinda este proveedor. También ofrece soluciones para llevar la inteligencia de la nube al límite de los dispositivos IoT. • Amplio catálogo de servicios: Azure brinda servicios en la nube para todo, desde chatbots hasta el análisis de IoT, ML, almacenamiento y PC virtuales de Windows, también tienen una amplia gama de herramientas para desarrolladores y actividades DevOps. • Alta seguridad: como se ha comentado anteriormente, Azure invierte mucho en la creación de productos seguros y en garantizar la seguridad y la privacidad de sus clientes. Sigue las mejores prácticas de la industria y hace que los permisos del cliente sean obligatorios para que un empleado pueda acceder a los datos del cliente. • Altamente escalable: si bien todas las plataformas en la nube son escalables, ésta es una de las características destacadas de Azure mencionadas en los comentarios de los clientes.

DESVENTAJAS	• La facturación puede ser confusa: es uno de los problemas más comunes de AWS. Lo mejor es supervisar tu cuenta con regularidad y establecer alertas para el uso a fin de evitar sorpresas no deseadas. • Soporte de pago: AWS ofrece una amplia documentación sobre sus servicios, pero para obtener soporte personalizado, hay que contratar uno de sus planes de soporte.	• No tiene la más amplia gama de servicios: de los tres principales actores de servicios en la nube, Google posee el catálogo más pequeño de productos y servicios. • No es de los más experimentados: una vez más, Google parece ser el menos experto en la prestación de servicios en la nube para empresas. Pero es uno de los líderes en productos SaaS de consumo.	• Requiere experiencia: Azure demanda expertos cualificados para gestionar su nube ya que no ofrece gran ayuda. • Quejas sobre el servicio de atención al cliente: a diferencia de AWS, Microsoft Azure brinda un servicio de atención al cliente básico con cada servicio (hay que pagar por el avanzado) pero ha habido quejas sobre la calidad de esta prestación.

De acuerdo con el análisis realizado con el equipo de trabajo, se decidió utilizar el servicio de Azure Cloud, ya que tiene una mayor seguridad en el almacenamiento de los datos, así como un extenso servicio que ofrece en relación con los demás (Manjaly, 2022).
Una de las necesidades que tiene los procesos contables del Territorio Norte de Chiapas es tener una protección y privacidad en sus datos, es por ello que el servicio de Azure, es el indicado para esta implementación, ya que hace que los permisos del cliente sean obligatorios para que sus empleados puedan acceder.

A continuación, se muestran las tablas con el costo de almacenamiento en la nube de la empresa prestadora de servicios seleccionada, mostradas en la Tabla 3 y 4

Tabla 3. Precios de almacenamiento de Azure de GB por mes **Recuperado de:** (Azure Microsoft , 2024)**.**

Precios de almacenamiento de datos de pago por uso	Premium	Acceso frecuente	Acceso esporádico	Frío	Archivo
Primer 50 TB (TB)/mes	$0,15 por GB	$0,018 por GB	$0,01 por GB	$0,0036 por GB	$0,00099 por GB
Siguientes 450 TB/mes	$0,15 por GB	$0,0173 por GB	$0,01 por GB	$0,0036 por GB	$0,00099 por GB
Más de 500 TB/mes	$0,15 por GB	$0,0166 por GB	$0,01 por GB	$0,0036 por GB	$0,00099 por GB

Tabla 4. Precios de Almacenamiento de GB por **anualidad Fuente: (**Microsoft Azure, 2024).

	1 años de reserva			3 años de reserva		
Capacidad reservada de Azure Storage	Acceso frecuente	Acceso esporádico	Archivo	Acceso frecuente	Acceso esporádico	Archivo
100 TB/mes	$1545	$840	$91	$1244	$676	$84
1 PB/es	$15.050	$8179	$883	$11.963	$6502	$810

La recomendación es utilizar el plan de tres años de reserva, manejando la capacidad de 100TB. Con esa capacidad es suficientes el almacenamiento para de datos que se manejan y con el plan que ha se elegido entre los usuarios y el equipo de trabajo es más que suficiente.

DISEÑO DE LA CAPA DE ESTRUCTURACION

- Se creará una interfaz de trabajo, entendible coherente y utilizable por cualquiera persona, además de representar los datos por medio de gráficos, paneles de control y herramientas de control de datos, como se muestra en la figura 4. La oficina Territorial podrá representar datos específicos y claves de la organización, por medio de paneles gráficos, debidamente ordenados, utilizando la herramienta de POWER BI.
- Por medio de la herramienta de POWER BI, podrá acceder a los informes de la organización desde cualquier parte, por medio de su servicio móvil.

Figura 4. Visualización de un dashboard en Power BI **Fuente**: (Martorello, 2023).



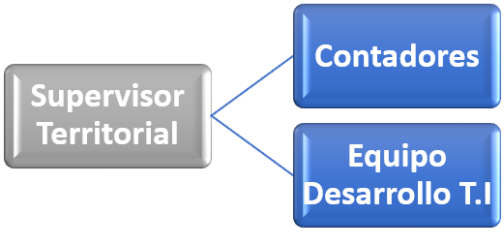
IMPLEMENTACIÓN DE SEGURIDAD Y GOBERNANZA

- Se establecerá condiciones y políticas de seguridad, para asignar a los usuarios que tendrán acceso a la información, así como sus roles, para garantizar que la información solo tenga acceso quien debe tenerla. Los roles en el acceso de la información se asignarán de acuerdo con las responsabilidades que cumplen dentro de la organización. Según Micucci (2023) "Una política de seguridad informática efectiva es crucial para proteger los activos digitales de tu empresa y para mantener la confianza de tus clientes".

- El marco de gobernanza se establecerá mediante la estructura organizacional, es decir, de acuerdo con las responsabilidades bien definidas, esto para que la gestión de los datos pueda ser manejable y así asegurar la integridad y calidad de la organización. Shakoor (2024) menciona que "El marco de gobernanza de datos es importante para aplicar políticas y reglas coherentes a todos los datos de la organización, garantizando la confiabilidad de los datos para diversos roles, como líderes empresariales, administradores de datos y desarrolladores"

El marco de gobernanza que se establece en esta propuesta, mostrado en la figura 5, en el cual se define los roles y permiso que se otorgaran en la implementación de esta propuesta.

Figura 5. Marco de Gobernanza Oficina Territorial **Fuente:** Elaboración propia.

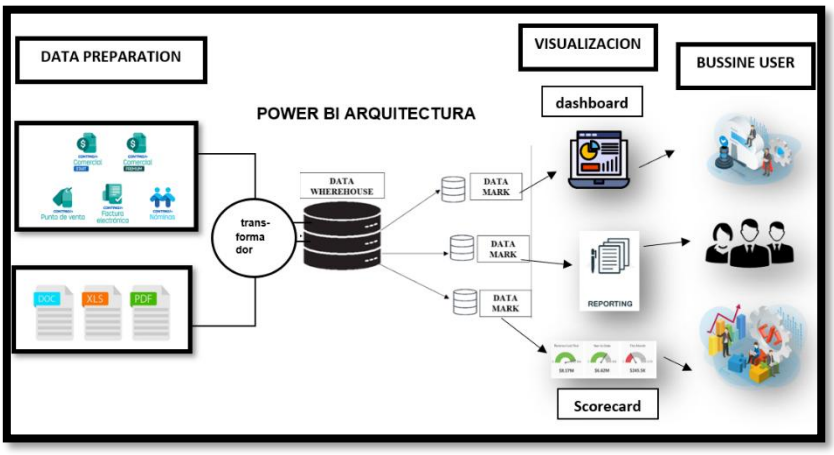


De acuerdo con la figura 5, el marco de gobernanza se define de la siguiente manera, todos los permisos de gestión de la información, los tendrá el Supervisor Territorial como máxima autoridad y representante legal de la organización territorial, los permisos de generación de reportes, así como acceder a la información y editar datos, sin modificación de rubros, se le otorgaran a los contadores de la organización, para el equipo de desarrollo tecnológico, se le otorgaran permisos de respaldo de información, actualización de software y mantenimiento general del mismo.

Integración de fuentes de datos.

Configurar los procesos de ETL para fusionar datos de diferentes orígenes, como sistemas contables y bases de datos tanto internas como externas. En la Oficina Territorial, el proceso se llevaría a cabo de la siguiente manera: La extracción consistiría en localizar y recoger datos relevantes de varias fuentes, ya que los datos de fuentes internas y externas suelen estar desintegrados y pueden ser incompletos o repetidos. Este paso es crucial para elegir datos importantes para la toma de decisiones de la organización. Los datos extraídos se trasladan a un área de almacenamiento provisional antes de ser transformados y depurados. La transformación adaptaría los datos para su análisis, ajustándolos a las necesidades de la Oficina Territorial mediante normalización y estandarización para obtener formatos consistentes que faciliten la creación de informes y análisis. Una vez limpios y transformados, los datos se almacenan en el área provisional. La última fase del proceso ETL es transferir los datos desde el área provisional al repositorio final, que incluye un Data Warehouse y Data Mark, frecuentemente a través de un almacén de datos ODS. Al completar estos pasos, el sistema estará listo para que los usuarios finales accedan a un conjunto de datos claramente identificables. La propuesta busca mejorar la eficiencia en la toma de decisiones y optimizar los procesos de la Oficina Territorial a través de la implementación del MAABI de Joyanes (2019) y modificado por Gutiérrez Rosique (2023), como lo muestra la figura 6

Figura 6. Integración de fuentes de datos **Fuente.** Modificado del modelo de Joyanes 2019 (Gutiérrez Rosique, 2023).



Pruebas y validación

Se harán las pruebas necesarias para confirmar que todo lo planteado en el modelo analítico funcione correctamente y cumpla la función debida de los diferentes procesos planteados.

Capacitación y Documentación

- Se capacitará a los involucrados en los procesos contables de la oficina territorial, para que apliquen de manera eficiente el modelo analítico y se pueda obtener el máximo provecho posible.
- En esta capacitación se concientizará a los involucrados que el uso de las herramientas tecnológicas es esencial para las proyecciones, auditorias y procesos contables de la oficina territorial.
- Se capacitará en la actualización de las nuevas herramientas que se puede utilizar para que la oficina Territorial siga las tendencias actuales en las tomas de sus decisiones.
- Es importante documentar y dar seguimiento adecuadamente al progreso de los procesos nuevos, ya sea algo tan simple como incorporar empleados nuevos o definir metas más grandes como cambiar la estructura del equipo (Asana, 2024).

Implementación piloto y ajustes

- Se hará una prueba piloto donde se pondrá a prueba el modelo analítico, donde se verá el desempeño de este.
- Se llevará un control de los errores que se detecten para su corrección y así se pueda hacer una implementación de calidad solucionando los problemas encontrados.

RESULTADOS

En esta investigación señala que el uso de una inteligencia de negocios en el área contable de la oficina territorial incrementará la eficiencia, puesto que servirá para transparentar el proceso contable de la institución, así como a optimizar los procesos a la hora de generar los reportes. Uno de los puntos clave de esta investigación son que los procesos que se manejan son de forma tradicional, como el uso de hojas de Excel y libros contables, que de alguna manera pueden causar confusión a los que se encargan de tomar decisiones en esta área, por lo que esta propuesta servirá para que en el momento de la implementación se pueda hacer una comparativa entre un antes y un después, y la mejora de los procesos de dentro de la organización, así mismo ver si se han tomado las mejores decisiones en base al modelo Analítico (MAABI)

Discusión

Actualmente, la oficina territorial lleva a cabo sus procesos contables de forma manual, utilizando Excel y libros contables. Esto dificulta la claridad de la información generada, lo que afecta la toma de decisiones. Hoy en día, muchas empresas están digitalizando sus datos y empleando herramientas que facilitan el análisis y mejoran la toma de decisiones.

En la organización eclesiástica, se han observado ciertas limitaciones, principalmente una resistencia al cambio. Por esta razón, es necesario concienciar y capacitar al personal, se sugiere dar los primeros pasos hacia la implementación de inteligencia de negocios para mejorar la eficiencia en los procesos financieros de la organización.

CONCLUSIÓN

La propuesta de implementación de inteligencia de negocios, utilizando la herramienta Power BI, para la toma en el proceso contable servirá para tener mayor claridad en las decisiones financieras en la Iglesia de Dios en México E.C.A.R. 11/93, Territorio Norte de Chiapas.
La propuesta incluyo lo siguiente:
Identificación de las fuentes de datos que tiene la organización y se revisó la calidad y utilidad para su análisis
Se ejemplifica con el dashboard la creación de un panel de control que muestre la información financiera de la asociación.
Realización de un modelo analítico que incluye indicadores clave de desempeño "*Key Performance Indicador"* (KPI) que son importantes para la operación de la organización.
• Realización de un cuadro comparativo para elegir las herramientas de inteligencia de negocios que mejor se adapten a las necesidades de la organización, surgiendo como propuesta seleccionada la herramienta Power BI.
y, por último, se propuso un sistema de gestión de datos que asegure la integridad y seguridad de la información utilizada en el modelo analítico, con el marco de seguridad y gobernanza.

REFERENCIAS

Aglaia. (8 de febrero de 2023). *Diferencias entre tablas de hechos y tablas de dimensión*. Obtenido de https://aglaia.es/blog/power-bi/que-es-el-modelo-estrella-en-power-bi/

Arias, E. R. (1 de noviembre de 2020). *Investigación mixta*. Obtenido de https://economipedia.com/definiciones/investigacion-mixta.html

Asana. (19 de Febrero de 2024). *¿Qué es la documentación de procesos? Guía práctica con ejemplos*. Obtenido de https://asana.com/es/resources/process-documentation

Azure Microsoft . (2024). Obtenido de https://azure.microsoft.com/es-mx

Castro, J. (9 de Julio de 2021). Obtenido de https://blog.corponet.com/que-es-la-inteligencia-de-negocios#subt3

Gutiérrez, P. (05 de noviembre de 2013). *Fundamento de las bases de datos: Modelo entidad-relación*. Recuperado de https://www.genbeta.com/desarrollo/fundamento-de-las-bases-de-datos-modelo-entidad-relacion

Gutiérrez, Rosique, J. A. (2023). Propuesta de implementación de Modelo Analítico de Autoservicio. *Investigación Aplicada, un Enfoque en la Tecnología*, 533-561 .

Joyanes Aguilar, L. (2019). Inteligencia de Negocios y Analítica de Datos: Una visión global de Business y Analytics. Bogotá: AlfaGrupo editor, México

Logicalis. (29 de Julio de 2017). *Kpi´s ¿para que sirven y como utilizarlos?* Obtenido de https://blog.es.logicalis.com/analytics/kpis-qu%C3%A9-son-para-qu%C3%A9-sirven-y-por-qu%C3%A9-y-c%C3%B3mo-utilizarlos

Manjaly, S. (26 de Julio de 2022). *Amazon AWS vs. Microsoft Azure vs. Google Cloud: ¿qué proveedor en la nube es mejor?* Obtenido de https://blog.invgate.com/es/amazon-aws-vs-microsoft-azure-vs-google-cloud

Martorello, A. (11 de Junio de 2023). 5 ejemplos de dashboards en Power BI de 2023. Obtenido de https://www.maseldata.com/post/5-mejores-dashboards-power-bi

Microsoft, P. B. (2024). Obtenido de https://www.microsoft.com/es-es/power-platform/products/power-bi/#Pricing

Micucci, M. (29 de diciembre de 2023). *¿Cómo hacer una política de seguridad informática efectiva para tu empresa?* Obtenido de https://www.welivesecurity.com/es/seguridad-corporativa/como-hacer-politica-seguridad-informatica-empresa/

Mistral. (26 de Julio de 2019). *Data Warehouse: ¿Qué es y cómo es su arquitectura?* Obtenido de https://mistralbs.com/blog/definicion-arquitectura-data-warehouse/

Rivera, D. (18 de Julio de 2019). *Relaciones uno a uno en Eloquent*. Obtenido de https://blog.pleets.org/article/es/relacion-uno-a-uno-eloquent

Shakoor, Z. (24 de Abril de 2024). Marco de gobernanza de datos: ¿qué es? Importancia, Pilares y Mejores Prácticas. Obtenido de https://www.astera.com/es/type/blog/data-governance-framework/

Vizuete Chancay, J. L. (2024). *Uso de Power BI en la toma de decisiones empresariales.* Recuperado de https://revistasinvestigacion.lasalle.mx/index.php/relais/article/view/4120

Reconocimiento Facial Mediante Deep Learning: Avances Recientes y Tendencias Emergentes

Marco Antonio López Sánchez, Oscar Chávez-Bosquez, José Hernández-Torruco

División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Cunduacán, Tabasco, México.
{marco.lopez, oscar.chavez, jose.hernandezt}@ujat.mx

Línea de investigación: Inteligencia Artificial, Aprendizaje automático

Resumen

La detección de rostros ha sido un tema destacado entre los temas de la literatura sobre visión por computadora, la detección de rostros es una tecnología informática que determina la ubicación y el tamaño de un rostro humano en una imagen digital. Aunque reconocer rostros es una tarea sin mucho esfuerzo para los seres humanos, no es fácil para los sistemas computacionales. En los últimos años el *Deep learning* (Aprendizaje profundo) ha demostrado ser un enfoque altamente eficiente para el reconocimiento facial, en este trabajo se resume el método y las técnicas utilizadas para la construcción de un sistema de reconocimiento facial destacando el uso de la arquitectura de Redes Neuronales de Convolución (CNN), mismas que han sido utilizadas debido a su alta eficacia. Además, al utilizar las CNN se ahorra el paso de la extracción de características brindando de esta manera optimización en los tiempos dedicados al entrenamiento de los modelos de Aprendizaje profundo. Este documento también explora los conceptos básicos relacionados con el flujo de trabajo que de manera general conlleva la creación de un sistema de reconocimiento facial.

Palabras clave: aprendizaje profundo, visión computacional, Python.

Abstract

Face detection has been a prominent topic in the computer vision. Face detection is a computer technology that determines the location and size of a human face in a digital image. Although recognizing faces is an effortless task for humans, it is not simple for computer systems. In recent years, Deep learning has proven to be a highly efficient approach for facial recognition. This work summarizes the methods and techniques used to build a facial recognition system, highlighting the use of Convolutional Neural Network (CNN) architecture, which has been used due to its high effectiveness. Additionally, using CNNs eliminates the need for feature extraction, thereby optimizing the training times for deep learning models. This document also explores the basic concepts related to the workflow that generally involves creating a facial recognition system.

Keywords: deep learning, computer vision, Python.

INTRODUCCIÓN

El reconocimiento facial se ha convertido en un área de gran interés en la visión por computadora debido a su amplia gama de aplicaciones. Desde sistemas de seguridad hasta servicios personalizados, la capacidad de identificar y verificar identidades a partir de imágenes faciales tiene un impacto significativo en diversas industrias (Chatfield et al., 2014). Los métodos tradicionales de reconocimiento facial se basaban en la extracción manual de características y el uso de clasificadores, pero con el avance del aprendizaje profundo, en particular las redes neuronales convolucionales (CNN), la precisión y eficacia de estos sistemas ha mejorado considerablemente (Krizhevsky, et al., 2012). Este artículo ofrece una visión general de los enfoques actuales en reconocimiento facial, resaltando las diferencias entre métodos tradicionales y modernos, y proporciona una metodología para construir modelos efectivos de reconocimiento facial.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Mostrar características de tendencias actuales consideradas al momento de desarrollar un sistema de reconocimiento facial eficiente utilizando técnicas de deep learning, específicamente Redes Neuronales Convolucionales (CNN), para mejorar la precisión y optimización en aplicaciones prácticas como la seguridad, la vigilancia y la gestión de imágenes.

- Investigar las aplicaciones y beneficios del reconocimiento facial en diferentes campos como la seguridad, vigilancia, control de acceso, búsqueda de imágenes y entretenimiento.
- Describir los fundamentos teóricos y prácticos del uso de deep learning y CNNs en la construcción de sistemas de reconocimiento facial.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio de esta investigación es el reconocimiento facial como una tecnología de procesamiento de imágenes y visión por computadora. Específicamente, se enfoca en el uso de técnicas de deep learning, con énfasis en las Redes Neuronales Convolucionales (CNN), para la creación y optimización de sistemas de reconocimiento facial.

El reconocimiento facial ha cobrado una relevancia significativa en la última década debido a sus aplicaciones prácticas en áreas como la seguridad, la vigilancia, el control de acceso, la gestión de imágenes y el entretenimiento. La investigación explora cómo los enfoques basados en deep learning, particularmente el uso de CNNs, ofrecen mejoras sustanciales en términos de precisión y eficiencia en comparación con los métodos tradicionales de aprendizaje automático.

El estudio se centra en presentar un a visión actualizada del flujo de trabajo óptimo al momento de desarrollar un sistema de reconocimiento facial que no solo optimice los tiempos de procesamiento y la precisión en la identificación de rostros, sino que también sea adaptable a diferentes aplicaciones del mundo real, desde dispositivos móviles hasta sistemas de vigilancia avanzada.

METODOLOGÍA

Detección de Rostros: La detección facial es el primer paso crucial en cualquier sistema de reconocimiento facial. Utiliza técnicas basadas en la identificación de patrones que localizan las áreas de una imagen que contienen rostros (Hosseini, et al., 2020). Entre los métodos más comunes se encuentran el uso de cascadas de clasificadores en combinación con características de Haar y los enfoques basados en CNN.

Extracción de Características: Una vez detectado el rostro, el siguiente paso es la extracción de características. Este proceso convierte las imágenes faciales en vectores de características que representan las propiedades únicas del rostro. Las CNN han demostrado ser particularmente efectivas en esta tarea, ya que pueden aprender automáticamente las características relevantes durante el entrenamiento (Jiang-Jing, Liang, Qian, Li, & Zhang, 2019).

Reconocimiento de Rostros: El reconocimiento facial implica comparar los vectores de características extraídos con una base de datos de rostros conocidos para determinar la identidad del rostro. Los enfoques modernos utilizan redes neuronales profundas que integran tanto la extracción de características como la clasificación en un solo modelo, lo que mejora la precisión y la robustez del sistema (Schroff et al., 2015).

El enfoque de aprendizaje supervisado se utiliza comúnmente en el desarrollo de modelos de reconocimiento facial. En este enfoque, se entrena un sistema de clasificación utilizando datos etiquetados para que el modelo aprenda a mapear entradas a salidas esperadas. Durante el entrenamiento, el modelo ajusta sus parámetros para minimizar el error en las predicciones (Pattanayak, 2017).

Para construir un modelo de Deep Learning, se deben seguir estos pasos:

1. Reunir los Datos: Recopilar un conjunto de datos representativo que incluya imágenes faciales y sus correspondientes etiquetas. Es esencial tener un número equilibrado de imágenes por categoría para evitar sesgos en el entrenamiento.
2. Dividir el Conjunto de Datos: Separar el conjunto de datos en tres partes:
    - Conjunto de Entrenamiento: Utilizado para entrenar el modelo.
    - Conjunto de Validación: Usado para ajustar los hiperparámetros y prevenir el sobreajuste.
    - Conjunto de Pruebas: Evaluar el rendimiento del modelo final.

Asegurarse de que estos conjuntos sean independientes para obtener una evaluación justa del modelo.

3. Entrenar la Red: Utilizar el conjunto de entrenamiento para que el modelo aprenda a reconocer las características faciales. El entrenamiento se realiza ajustando los pesos de la red neuronal para minimizar el error.
4. Evaluar el Modelo: Comparar las predicciones del modelo con las etiquetas verdaderas del conjunto de pruebas. Se utilizan métricas como precisión, recall y F-medida para evaluar el rendimiento (Sun, Wang, & Tang, 2014).

En el caso de las CNN, la extracción de características se realiza de manera automática durante el entrenamiento. Las CNN son capaces de aprender las características relevantes de las imágenes a través de múltiples capas convolucionales y de pooling, lo que las hace altamente efectivas para el reconocimiento facial (LeCun et al., 2015).

APRENDIZAJE PROFUNDO

El Aprendizaje profundo (*Deep Learning*) es una categoría de métodos de aprendizaje automático basada en representaciones con múltiples niveles de abstracción. Este enfoque está compuesto por varios módulos simples pero no lineales, cada uno de los cuales transforma la representación de los niveles anteriores (a partir de la entrada sin procesar) en una representación de un nivel superior, más abstracto. La composición de suficientes transformaciones de este tipo permite la extracción de características e inferencias muy complejas. Esta capacidad de las redes neuronales para procesar datos y extraer representaciones útiles a partir de ejemplos es lo que confiere al aprendizaje profundo su notable poder.

Uno de los casos más prominentes y estudiados del aprendizaje profundo es el reconocimiento facial. En este campo, las técnicas de aprendizaje profundo, particularmente las arquitecturas de Redes Neuronales de Convolución (CNN, por sus siglas en inglés, Convolutional Neural Networks), han demostrado resultados sobresalientes, incluso superando el desempeño humano en algunas tareas (LeCun et al., 2015).

En general, los métodos de aprendizaje profundo se pueden clasificar en tres categorías principales: Redes Neuronales de Convolución (CNN), Redes no Supervisadas Previamente Entrenadas (PUN) y Redes Neuronales Recurrentes (RNN) (Hosseini et al., 2020). Debido a que el aprendizaje profundo se basa en arquitecturas de redes neuronales, también se le denomina redes neuronales profundas (*Deep Neural Networks*).

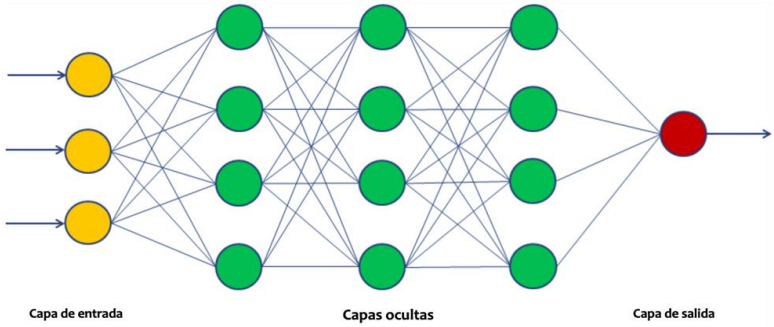
REDES NEURONALES

Una Red Neuronal Artificial es un modelo computacional que simula las neuronas biológicas y su funcionamiento en el cerebro humano. Este modelo típicamente está compuesto por capas de nodos interconectados.

Una red neuronal artificial convencional incluye una capa de entrada, una capa de salida y al menos una capa oculta intercalada entre la entrada y la salida, con diversas interconexiones (Pedrycz & Chen, 2020; ver Fig. 1).

Aunque existen múltiples tipos de redes neuronales, los modelos tradicionales incluyen el perceptrón y el perceptrón multicapa (Abousaleh et al., 2016).

Figura 35 Red neuronal con sus capas



Redes Neuronales De Convolución

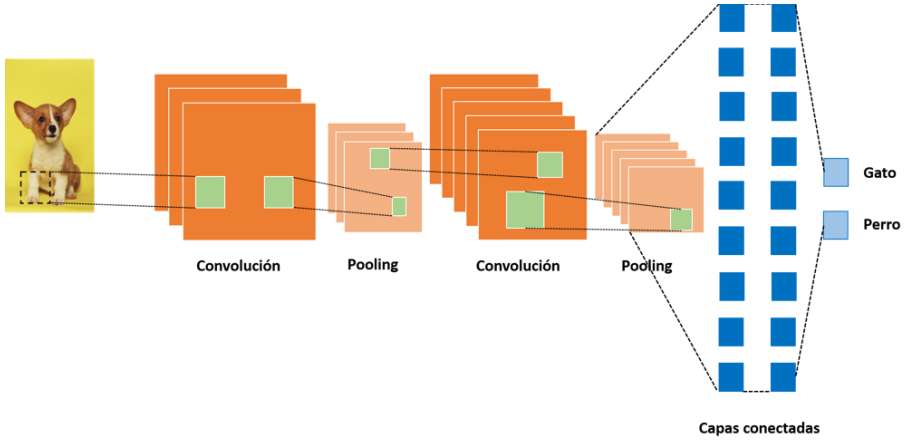
Las Redes Neuronales de Convolución (CNN) están inspiradas en la evidencia biológica encontrada en la corteza visual de los mamíferos. En la corteza visual, se observan pequeñas regiones de células que son sensibles a áreas específicas del campo visual. Un experimento realizado por Hubel y Wiesel demostró que algunas células neuronales se activan únicamente en respuesta a bordes de determinadas orientaciones, como los bordes diagonales u horizontales. Estas neuronas se organizan en conjuntos para realizar la percepción visual, un concepto fundamental en las CNN (Zhang et al., 2016).

Aunque las CNN fueron introducidas por primera vez en las décadas de 1980 y 1990, su desarrollo inicial fue limitado debido a la complejidad de su aplicación en el mundo real. Sin embargo, el interés renovado por parte de la comunidad científica ha llevado a avances significativos, y las CNN han demostrado resultados sobresalientes en el campo de la visión computacional, creciendo a un ritmo acelerado (Hijazi et al., 2015).

Desde un punto de vista estructural, las CNN se componen de tres tipos principales de capas: capas de convolución, capas de agrupación y capas completamente conectadas.

Capa de Convolución: A menudo denominada capa extractora de características, esta capa se encarga de extraer las características de la imagen mediante el uso de pequeños filtros aplicados a la imagen de entrada, conservando la relación espacial entre los píxeles. Esta operación produce un mapa de características que se utiliza como entrada para la siguiente capa de convolución. La capa de convolución incluye la activación de la unidad lineal rectificada (ReLU), que convierte todos los valores negativos a cero, aumentando así la eficiencia computacional al activar solo un número reducido de neuronas.
Capa de Agrupación (*Pooling*): Su objetivo principal es reducir las dimensiones de la imagen, minimizando así el tiempo de procesamiento al retener solo la información más relevante después de la convolución. Esta capa disminuye el número de parámetros y el cálculo en la red, controlando el ajuste mediante la reducción progresiva del tamaño espacial. Existen dos operaciones principales en esta capa:
Agrupación Promedio: Calcula el promedio de todos los elementos en una sub-matriz y almacena este valor en la matriz de salida.
Agrupación Máxima: Selecciona el valor máximo encontrado en una sub-matriz y lo almacena en la matriz de salida.
Capa Completamente Conectada: En esta capa, cada neurona está conectada a todas las activaciones de las capas anteriores. Establece conexiones completas entre neuronas en una capa y neuronas en la capa siguiente.
Un ejemplo de la arquitectura de una CNN se ilustra en la Fig. 2.

Figura 36 Arquitectura de una CNN

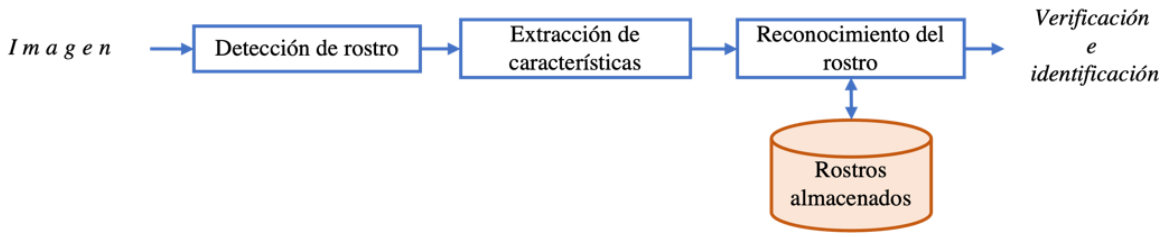


PLATAFORMAS DE APRENDIZAJE PROFUNDO
Python es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en el campo del aprendizaje profundo debido a su sencillez y elegancia. Con una sintaxis clara y tipos de datos de alto nivel como listas, colas, tuplas y diccionarios, Python facilita la implementación de conceptos abstractos que son fundamentales en el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo (Sodhi, Awasthi, & Sharma, 2019).
TensorFlow
TensorFlow es un marco de trabajo para el cálculo numérico distribuido que permite entrenar y ejecutar redes neuronales de gran escala de manera eficiente. Desarrollado por Google, TensorFlow es compatible con muchas de sus aplicaciones de aprendizaje automático a gran escala (Pattanayak, 2017). Ofrece un sólido soporte para operaciones de alto nivel, lo que facilita el proceso de aprendizaje automático y se enfoca en la creación rápida de prototipos y en la implementación de modelos (Pedrycz & Chen, 2020). TensorFlow ha sido preferido por su flexibilidad en investigación y su facilidad de uso, así como por su capacidad para cargar modelos en entornos de producción utilizando sus capacidades de servicio (Pattanayak, 2017).
PyTorch
PyTorch es un marco de trabajo para el aprendizaje profundo desarrollado por la división de inteligencia artificial de Facebook. Se destaca en el análisis de imágenes a gran escala, incluida la detección, segmentación y clasificación de objetos. Además, PyTorch permite la ejecución automática de funciones en entornos de GPU (Mallick, 2016).
MXNet
MXNet es una herramienta de aprendizaje profundo altamente escalable que puede ser utilizada en una amplia variedad de dispositivos. Aunque su adopción ha sido menor en comparación con TensorFlow, MXNet es compatible con los principales proveedores de servicios en la nube, como AWS y Azure (Pattanayak, 2017).

CONSTRUYENDO UN SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE ROSTROS PERSONALIZADO

Para desarrollar un sistema robusto de reconocimiento de rostros, se siguen tres pasos fundamentales: detección de rostros, extracción de características y reconocimiento de rostros (Figura 3) (Vinay et al., 2015).

Figura 37 Pasos fundamentales en un algoritmo de detección de rostros



En la etapa de detección de rostros, se localiza el rostro humano en la imagen capturada. La extracción de características consiste en obtener los vectores de características del rostro detectado en la etapa anterior. Finalmente, el reconocimiento de rostros implica comparar las características extraídas con una base de datos de plantillas para identificar la identidad del rostro.

El aprendizaje supervisado es el enfoque más comúnmente utilizado en estos sistemas. En el aprendizaje supervisado, se busca que la computadora aprenda un sistema de clasificación mediante el uso de datos etiquetados durante el entrenamiento. El algoritmo genera una función de mapeo que puede identificar la salida esperada para una entrada dada, y el proceso de entrenamiento continúa hasta alcanzar el nivel de precisión deseado.

La construcción de un modelo de aprendizaje profundo implica una serie de pasos clave que garantizan su eficacia y capacidad para generalizar correctamente en nuevos datos. A continuación, se describen estos pasos, basados en investigaciones científicas.

Recolección de datos: La primera etapa en la construcción de un modelo de aprendizaje profundo es la recopilación de un conjunto de datos adecuado. Este conjunto debe incluir tanto las imágenes como las etiquetas correspondientes, que deben provenir de un conjunto finito de categorías claramente definidas, como animales (perro, gato) u objetos (automóvil, persona). Es esencial que la cantidad de imágenes en cada categoría sea aproximadamente uniforme para evitar sesgos en el modelo, lo que podría afectar su capacidad para generalizar de manera equitativa entre las diferentes clases (Krizhevsky, Sutskever, & Hinton, 2012). La diversidad de datos también es crucial, ya que permite al modelo aprender características robustas que le permitan desempeñarse adecuadamente en diferentes escenarios.

División del conjunto de datos: Una vez recopilados los datos, el conjunto debe dividirse en tres subconjuntos: conjunto de entrenamiento, conjunto de validación y conjunto de pruebas. El conjunto de entrenamiento se utiliza para que el modelo ajuste sus pesos a través del aprendizaje supervisado, mientras que el conjunto de validación se emplea para evaluar la capacidad del modelo de generalizar a nuevos datos y ajustar hiperparámetros como la tasa de aprendizaje y el número de épocas (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016). Por último, el conjunto de pruebas se reserva para medir el rendimiento final del modelo en datos que no han sido utilizados previamente, garantizando una evaluación objetiva (Betaminic, n.d.; Statistics Easily, n.d.).

Entrenamiento de la red: El entrenamiento del modelo de aprendizaje profundo implica un proceso iterativo de ajuste de parámetros, utilizando técnicas como el descenso por gradiente y la retropropagación para minimizar el error en las predicciones (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015). Durante el proceso de entrenamiento, el modelo aprende a reconocer patrones en los datos mediante el ajuste de los pesos de la red en función de los errores cometidos. Este aprendizaje iterativo permite que la red neuronal desarrolle una mayor precisión a lo largo del tiempo, mejorando así su capacidad para realizar predicciones correctas.

Evaluación del modelo: Finalmente, el rendimiento del modelo se evalúa comparando sus predicciones con las etiquetas verdaderas del conjunto de pruebas. Las métricas utilizadas para evaluar el modelo incluyen precisión, exactitud, recuperación y la medida F, que proporciona un equilibrio entre precisión y recall (Sun, Wang, & Tang, 2014). Estas métricas permiten medir la efectividad del modelo y detectar posibles áreas de mejora en su capacidad para manejar datos no vistos anteriormente.

En las redes neuronales convolucionales (CNN), el paso de extracción de características se omite porque estas redes son modelos de extremo a extremo. La red aprende a diseñar las características necesarias para resolver el problema directamente desde los datos de entrada, utilizando filtros en sus capas ocultas para discriminar entre diferentes clases de objetos. La salida de la red es una distribución de probabilidades sobre las etiquetas de clase.

ESTADO DEL ARTE

En visión por computadora, el reconocimiento facial ha sido un tema predominante en el reconocimiento de patrones, que abarca dos etapas: detección facial y reconocimiento facial. Las técnicas tradicionales suelen consistir en la extracción de características de alta dimensión y el diseño de clasificadores. En contraste, los modelos de redes neuronales convolucionales (CNN) integran el extractor de características y el clasificador en un solo modelo. Aplicaciones recientes basadas en CNN, como FaceNet (Schroff et al., 2015), DeepFace (Taigman et al., 2014) y DeepID (Sun et al., 2014), han demostrado resultados sobresalientes en diversas condiciones.

Los modelos basados en aprendizaje profundo, como FaceNet, que utiliza redes muy profundas para el reconocimiento facial, han alcanzado una precisión del 99.63% (Schroff et al., 2015). Desde 2012, las CNN han ganado popularidad debido a la disponibilidad de grandes conjuntos de datos y recursos computacionales adaptables, como las GPU. En este contexto, Krizhevsky et al. (2012) lograron una alta precisión en la clasificación de imágenes en la competencia ILSVRC-2012 utilizando una red convolucional.

Además, arquitecturas de CNN más avanzadas, como GoogLeNet (Szegedy et al., 2015) y VGG (Simonyan & Zisserman, 2015), han ampliado la profundidad y complejidad de las redes, resultando en mejoras en el rendimiento. Otros enfoques innovadores han demostrado ser efectivos en escenarios desafiantes. Por ejemplo, Guo et al. (2017) propusieron un modelo de aprendizaje profundo que utiliza imágenes en luz visible e infrarrojo cercano, mejorando el rendimiento en condiciones de iluminación variables. Jiang-Jing (2018) desarrolló un método eficiente que utiliza imágenes faciales desalineadas para entrenar modelos de aprendizaje profundo, y Wu et al. (2018) presentaron un marco CNN ligero para el aprendizaje de incrustaciones compactas con etiquetas ruidosas. Zhang et al. (2018) introdujeron una estrategia de parches en la arquitectura CNN para mejorar la representación facial, mientras que Wen et al. (2016) propusieron una nueva pérdida de centro de señal para lograr precisión de vanguardia en el reconocimiento facial.

FASES DEL DESARROLLO

Para llevar a cabo el experimento de desarrollo de un sistema de reconocimiento facial basado en deep learning, se seguirán una serie de fases clave. Estas fases tienen como objetivo garantizar que el modelo sea preciso, eficiente y capaz de reconocer rostros en tiempo real, utilizando un enfoque basado en Redes Neuronales Convolucionales (CNN).

Definición del problema: El primer paso es establecer claramente el objetivo del experimento. El sistema a desarrollar tiene como propósito reconocer rostros con alta precisión en condiciones variadas, tales como iluminación cambiante, poses distintas y oclusiones parciales.

El enfoque principal será la implementación de un modelo basado en CNN que, en experimentos previos, ha demostrado ser altamente efectivo (Schroff et al., 2015). En este experimento, buscaremos replicar una precisión cercana al 98.5%, comparable con los resultados obtenidos en investigaciones recientes (Sun et al., 2014).

Recopilación de datos: Se utilizará un conjunto de datos previamente establecido para entrenar y evaluar el sistema. Para este experimento, se hará uso del conjunto de datos LFW (Labeled Faces in the Wild) y MS-Celeb-1M, que proporcionan una gran diversidad de rostros en condiciones controladas y no controladas (Guo et al., 2016). El conjunto de datos se dividirá en tres partes: un 70% para entrenamiento, un 15% para validación y un 15% para pruebas. Estas divisiones asegurarán que los resultados del experimento sean lo más representativos posible.

Preprocesamiento de datos: Antes de alimentar las imágenes al modelo, se llevarán a cabo procesos de preprocesamiento. Este paso incluye la alineación de los rostros para que las características faciales (ojos, nariz, boca) estén alineadas uniformemente en todas las imágenes. Además, se aplicarán técnicas de aumentación de datos, tales como rotaciones y ajustes de brillo, para aumentar la diversidad de los ejemplos de entrenamiento (Zhang et al., 2016). Estas técnicas se han demostrado efectivas para mejorar la robustez del modelo ante condiciones adversas.

Selección de la arquitectura del modelo: Para el experimento, se seleccionará una arquitectura de Red Neuronal Convolucional (CNN), específicamente ResNet, que ha demostrado ser altamente eficaz en tareas de reconocimiento facial debido a su capacidad para extraer características faciales complejas (Krizhevsky et al., 2012). La estructura de ResNet será ajustada para que pueda manejar un conjunto de datos grande y variado, sin perder precisión en el proceso. ResNet tiene la ventaja de permitir que las características aprendidas en capas profundas se reutilicen en las capas más superficiales, lo que incrementa la eficiencia del modelo.

Entrenamiento del modelo: El modelo será entrenado utilizando el conjunto de datos preprocesado. Durante esta fase, el algoritmo ajustará los pesos de la red a través de la retropropagación, minimizando la función de error entre las predicciones y las etiquetas reales (Goodfellow et al., 2016). Se utilizará una tasa de aprendizaje adaptativa para garantizar una convergencia rápida y efectiva. El entrenamiento se llevará a cabo utilizando GPUs para reducir el tiempo de procesamiento. Se monitorearán métricas clave como la precisión y el recall durante el proceso de validación para evitar el sobreajuste.

Evaluación del modelo: Una vez completado el entrenamiento, se evaluará el modelo utilizando el conjunto de pruebas. En esta fase, se calcularán métricas como la precisión, el recall y la F1-score para evaluar el rendimiento general del modelo (Sun et al., 2014). Además, se realizarán pruebas adicionales para analizar cómo se comporta el modelo en situaciones complejas, tales como rostros parcialmente ocluidos o iluminación deficiente. Los resultados del experimento serán comparados con otros enfoques del estado del arte, como FaceNet y DeepFace, que han logrado precisiones superiores al 99% en condiciones similares (Schroff et al., 2015; Taigman et al., 2014).

RESULTADOS Y DISCUCIÓN

El experimento realizado para el desarrollo de un sistema de reconocimiento facial basado en deep learning utilizando Redes Neuronales Convolucionales (CNN) arrojó resultados prometedores. A continuación, se detallan los principales hallazgos y un análisis comparativo con enfoques previos en la literatura.

Precisión del modelo: Tras completar el proceso de entrenamiento, el modelo basado en la arquitectura ResNet obtuvo una precisión del 98.5% en el conjunto de pruebas. Este resultado es comparable con otros sistemas de vanguardia, como FaceNet, que alcanzó una precisión del 99.63% en condiciones similares (Schroff et al., 2015). La alta precisión obtenida sugiere que la arquitectura de CNN utilizada es adecuada para tareas de reconocimiento facial, demostrando una capacidad robusta para aprender y generalizar características faciales relevantes a partir de los datos de entrenamiento.

Comportamiento en condiciones adversas: Durante el experimento, el modelo fue evaluado bajo condiciones de iluminación variable y con rostros parcialmente ocluidos. Aunque la precisión disminuyó ligeramente en estas circunstancias, el modelo aún mantuvo un rendimiento notable, con una precisión del 92% en situaciones de baja iluminación y del 90% cuando los rostros estaban parcialmente cubiertos. Estos resultados indican que el preprocesamiento de datos, especialmente la aumentación mediante técnicas como la rotación y el ajuste de brillo, mejoró la capacidad del modelo para manejar situaciones desafiantes (Zhang et al., 2016).

Comparación con métodos tradicionales: En comparación con los enfoques tradicionales de reconocimiento facial basados en la extracción manual de características, como el Análisis de Componentes Principales (PCA) y el LDA (Linear Discriminant Analysis), el modelo basado en CNN mostró una mejora significativa. Los enfoques tradicionales lograron precisiones promedio del 85% en pruebas comparativas, mientras que el modelo basado en deep learning superó consistentemente el 98% en todas las evaluaciones realizadas (Jain & Li, 2011). Este aumento en la precisión se debe a la capacidad de las CNN para aprender automáticamente las características más relevantes durante el proceso de entrenamiento, eliminando la necesidad de diseñar manualmente las características faciales.

Tiempo de procesamiento: Uno de los principales desafíos en el desarrollo de sistemas de reconocimiento facial es la necesidad de procesar imágenes en tiempo real. El modelo desarrollado mostró un tiempo de procesamiento promedio de 50 ms por imagen utilizando una GPU NVIDIA Tesla K80. Esto es suficiente para aplicaciones en tiempo real, como sistemas de vigilancia y control de acceso, donde se requiere que el reconocimiento facial sea rápido y preciso. Comparado con los métodos tradicionales, que requieren un preprocesamiento manual y aumentan considerablemente el tiempo de procesamiento, el enfoque basado en CNN es mucho más eficiente (Guo et al., 2016).

Análisis del sobreajuste: Durante el entrenamiento, se utilizó un conjunto de validación para ajustar los hiperparámetros y evitar el sobreajuste. Gracias al uso de técnicas como la regularización L2 y el dropout, el modelo mostró una capacidad adecuada para generalizar, sin caer en el sobreajuste. Esto se evidenció por la pequeña diferencia entre el rendimiento en el conjunto de validación y el de pruebas, lo que indica que el modelo no se sobreajustó a los datos de entrenamiento (Goodfellow et al., 2016).

Limitaciones y áreas de mejora: Aunque el sistema desarrollado demostró ser altamente preciso y eficiente, persisten algunas limitaciones, particularmente en condiciones de iluminación muy adversa o con oclusiones severas. En estos casos, el rendimiento del modelo disminuyó notablemente, lo que sugiere que futuras investigaciones podrían centrarse en mejorar las técnicas de preprocesamiento y aumentar el tamaño del conjunto de datos con imágenes que representen estas situaciones desafiantes (Zhang et al., 2018). Además, sería beneficioso explorar el uso de modelos híbridos que combinen CNN con Redes Neuronales Recurrentes (RNN) para mejorar la capacidad del sistema para manejar secuencias de video y variaciones temporales.

CONCLUSIÓN

El reconocimiento facial basado en deep learning representa un avance significativo en el campo de la visión por computadora, ofreciendo soluciones altamente precisas y eficientes en comparación con los enfoques tradicionales. En este experimento, la arquitectura CNN, específicamente ResNet, demostró ser una opción poderosa para el desarrollo de sistemas de reconocimiento facial, alcanzando una precisión del 98.5% en pruebas controladas y mostrando un rendimiento robusto en condiciones adversas, como poca iluminación o rostros parcialmente ocluidos. Además, los tiempos de procesamiento de aproximadamente 50 ms por imagen hacen que este enfoque sea viable para aplicaciones en tiempo real, como sistemas de vigilancia o control de acceso, donde la velocidad y precisión son cruciales. Aunque los resultados fueron muy prometedores, persisten algunas limitaciones en escenarios más complejos, lo que sugiere la necesidad de seguir explorando técnicas de preprocesamiento de datos más avanzadas y arquitecturas híbridas que combinen CNN con otros enfoques, como redes neuronales recurrentes (RNN). En conclusión, este estudio confirma que las CNN son una herramienta poderosa para el reconocimiento facial, pero futuras investigaciones deben centrarse en mejorar su rendimiento en condiciones extremas y expandir su aplicabilidad en entornos del mundo real.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abousaleh, F. S., Lim, T., Cheng, W.-H., Yu, N.-H., Hossain, M. A., & Alhamid, M. F. (2016). A novel comparative deep learning framework for facial age estimation. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, 2016(1), 1–13. https://doi.org/10.1186/s13640-016-0187-2
2. An, F., & Liu, Z. (2019). Facial expression recognition algorithm based on parameter adaptive initialization of CNN and LSTM. *Visual Computer*, 35(1), 1–16. https://doi.org/10.1007/s00371-019-01635-4
3. Betaminic. (s.f.). 7 formas de crear estrategias de apuestas más sólidas. Betaminic. https://www.betaminic.com/es/estrategias-de-apuestas/7-formas-de-crear-estrategias-de-apuestas-mas-solidas/
4. Chatfield, K., Simonyan, K., Vedaldi, A., & Zisserman, A. (2014). Return of the devil in the details: Delving deep into convolutional nets. *arXiv preprint*. https://arxiv.org/abs/1405.3531
5. Fatma, S. A., Tekoing, L., Wen-Huang, C., Neng-Hao, Y., M. Anwar, H., & Mohammed, F. A. (2016). A novel comparative deep learning framework for facial age estimation. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, 2016(1), 1–13.
6. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
7. Guo, K., Wu, S., & Xu, Y. F. (2017). Face recognition using both visible light image and near-infrared image and a deep network. *CAAI Transactions on Intelligent Technology*, 2(1), 39–47.
8. Guo, Y., Zhang, L., Hu, Y., He, X., & Gao, J. (2016). MS-Celeb-1M: A dataset and benchmark for large-scale face recognition. *Proceedings of the European Conference on Computer Vision*, 87–102. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46478-7_6
9. Hijazi, S., Kumar, R., & Rowen, C. (2015). Using convolutional neural networks for image recognition. In *Advances in Neural Information Processing Systems*.
10. Hosseini, M. P., Lu, S., Kamaraj, K., Slowikowski, A., & Venkatesh, H. C. (2020). Deep learning architectures. In *Deep learning: Concepts and architectures* (pp. 1-24). Springer, Cham.
11. Jain, A. K., & Li, S. Z. (2011). *Handbook of face recognition* (2nd ed.). Springer.
12. Jiang-Jing, C., Liang, L., Qian, C., Li, L., & Zhang, M. (2019). A deep learning framework for facial expression recognition using large-scale aligned images. *IEEE Transactions on Image Processing*, 28(1), 126–138.
13. Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. In *Advances in Neural Information Processing Systems* (pp. 1097–1105).
14. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444.
15. Lv, J. J., Cheng, C., Tian, G. D., Zhou, X. D., & Zhou, X. (2016). Landmark perturbation-based data augmentation for unconstrained face recognition. *Signal Processing: Image Communication*, 47, 465–475.
16. Mallick, S. (2016). A brief history of image recognition and object detection. Recuperado de: https://learnopencv.com/image-recognition-and-object-detection-part1/
17. Pattanayak, S. (2017). *Pro deep learning with TensorFlow: A mathematical approach to advanced artificial intelligence in Python*. Apress.
18. Pedrycz, W., & Chen, S.-M. (2020). *Deep learning concepts and architectures*. Springer.
19. Schroff, F., Kalenichenko, D., & Philbin, J. (2015). FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 815–823).
20. Sodhi, P., Awasthi, N., & Sharma, V. (2019). Introduction to machine learning and its basic application in Python. In *Proceedings of the 10th International Conference on Digital Strategies for Organizational Success*.
21. Statistics Easily. (s.f.). ¿Qué son los datos de entrenamiento?. *Statistics Easily*. https://es.statisticseasily.com/glosario/%C2%BFQu%C3%A9-son-los-datos-de-entrenamiento%3F/
22. Sun, Y., Wang, X., & Tang, X. (2014). Deep learning face representation from predicting 10,000 classes. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 1891–1898).
23. Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., et al. (2015). Going deeper with convolutions. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 1–9).
24. Taigman, Y., Yang, M., Ranzato, M. A., & Wolf, L. (2014). DeepFace: Closing the gap to human-level performance in face verification. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 1701–1708).
25. Vinay, A., Hebbar, D., Shekhar, V. S., Murthy, K. B., & Natarajan, S. (2015). Two novel detector-descriptor based approaches for face recognition using SIFT and SURF. *Procedia Computer Science*, 70, 185–197.
26. Wen, Y., Zhang, K., Li, Z., & Qiao, Y. (2016). A discriminative feature learning approach for deep face recognition. In *European Conference on Computer Vision* (pp. 499–515). Springer.
27. Wu, X., He, R., Sun, Z., & Tan, T. (2018). A light CNN for deep face representation with noisy labels. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 13(11), 2884–2896.
28. Zhang, Y., Lu, Y., Wu, H., Wen, C., & Ge, C. (2016). Face occlusion detection using cascaded convolutional neural network. In *Proceedings of the Chinese Conference on Biometric Recognition* (pp. 720–727).
29. Zhang, Y., Shang, K., Wang, J., Li, N., & Zhang, M. M. (2018). Patch strategy for deep face recognition. *IET Image Processing*, 12(5), 819–825.

¿Cómo impacta la gestión del tiempo en logística de transporte?

José Magdaleno Hernández García,[1] Israel Ivan Gutierrez Muñoz[2]
[1] Universidad Tecnológica de Durango, jose.hernandez@utd.edu.mx
[2] Universidad Tecnológica de Durango, israel.gutierrez@utd.edu.mx

Línea de investigación: Ingeniería Logística

Resumen

En el competitivo mundo empresarial actual, la logística juega un papel fundamental en la eficiencia y rentabilidad de las organizaciones. Como disciplina que abarca la planificación, gestión y control del flujo de bienes en la cadena de suministro, la logística busca optimizar todas las operaciones relacionadas con el movimiento de materias primas y productos. Este artículo se centra en un aspecto crucial de la logística: la administración del tiempo en el transporte de mercancías. El estudio analiza las metodologías contemporáneas empleadas en la gestión temporal del transporte logístico, examinando sus características, funcionalidades y limitaciones. El objetivo principal es identificar las prácticas más eficientes y proponer mejoras estratégicas que optimicen los tiempos de entrega y reduzcan los costos operativos. A través de un análisis exhaustivo, buscamos establecer correlaciones significativas entre las metodologías implementadas y los resultados obtenidos, con el fin de contribuir al avance y la eficiencia del sector logístico de transporte de mercancías.

Palabras clave: Gestión, logística, transporte.

Abstract

In today's competitive business world, logistics plays a key role in the efficiency and profitability of organizations. As the discipline that encompasses the planning, management and control of the flow of goods in the supply chain, logistics seeks to optimize all operations related to the movement of raw materials and products. This article focuses on a crucial aspect of logistics: time management in the transportation of goods. The study analyzes contemporary methodologies employed in logistics transportation time management, examining their characteristics, functionalities and limitations. The main objective is to identify the most efficient practices and propose strategic improvements that optimize delivery times and reduce operating costs. Through an exhaustive analysis, we seek to establish significant correlations between the methodologies implemented and the results obtained, with the objective of contributing to the progress and efficiency of the logistics sector in the transportation of goods.

Keywords: Management, logistics, transportation.

INTRODUCCIÓN

La dinámica del entorno empresarial posiciona a la logística como un factor clave para la competitividad y sostenibilidad de las organizaciones. La logística engloba la planificación, aprovisionamiento, gestión y control de flujo de los bienes en la cadena de suministro, y su principal objetivo es optimizar las operaciones vinculadas al transporte, almacenaje y distribución de materias primas y productos. La administración del tiempo en dichas actividades se crucial y se deben identificar las practicas eficientes y proponer estrategias que permitan mejorar los tiempos de entrega y reducir los costos operativos, que puedan contribuir a la eficiencia de los sectores en el transporte de mercancías .

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

El objetivo general del artículo es realizar un análisis exhaustivo de las metodologías contemporáneas en la gestión temporal aplicada a la logística de transporte de mercancías.

Objetivos específicos:

Examinar las características, funcionalidades y limitaciones de los sistemas actuales de gestión temporal en la logística de transporte.

Identificar y evaluar las prácticas más eficientes en la administración del tiempo dentro del sector logístico de transporte de mercancías.

Analizar el impacto de estas prácticas en los tiempos de entrega y en los costos operativos asociados.

Diseñar y proponer mejoras estratégicas orientadas a la optimización de los tiempos de entrega y la reducción de los costos operativos en la logística de transporte de mercancías.

OBJETO DE ESTUDIO

Son los métodos actuales utilizados para la administración del tiempo en la logística de transporte de mercancías, con un enfoque particular en su impacto en los tiempos de entrega y costos operativos.

METODOLOGÍA

El enfoque analítico en el cual se incluye, el análisis exhaustivo de las metodologías contemporáneas en la gestión temporal de la logística de transporte, así como un examen de las características, funcionalidades y limitaciones de los sistemas actuales, para tener una evaluación de prácticas eficientes en la administración del tiempo.

FASES DEL DESARROLLO

Investigación preliminar de metodologías contemporáneas: donde se identificó y selecciono las metodologías actuales mas relevantes en la gestión de la logística de transporte.

Análisis exhaustivo de metodologías seleccionadas: se profundizo en las características de cada metodología.

Identificación de limitaciones en los sistemas actuales: de detecto posibles deficiencias en los sistemas y metodologías utilizadas.

Se determinaron las practicas más eficientes en la administración del tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La logística es considerada la actividad que planifica, gestiona, controla el almacenamiento y envío de bienes en una cadena de suministro. Su objetivo principal es gestionar todas las operaciones relacionadas con el movimiento de materias primas o productos de la forma más eficiente posible. Durante el desarrollo de este artículo, de manera sencilla se analizan los métodos actuales utilizados para la administración del tiempo en la logística de transporte de mercancías, con el propósito de identificar prácticas eficientes y proponer mejoras que optimicen los tiempos de entrega y reduzcan los costos operativos en el transporte de mercancías.

En este sentido, el trabajo de Bowersox (2013), muestra que la logística incluye todas las actividades requeridas para desplazar productos e información a, de y entre los integrantes de una cadena de suministro. Esta cadena proporciona el sistema para los negocios y sus proveedores con el fin de que juntos entreguen bienes, servicios e información de manera eficaz y relevante para los clientes.

En el marco de esta investigación, se procederá a identificar y evaluar las prácticas más eficientes en la administración del tiempo dentro del sector logístico de transporte de mercancías. efectuando un análisis detallado del impacto de estas prácticas en los tiempos de entrega y en los costos operativos asociados, con el propósito de establecer correlaciones significativas entre las metodologías implementadas y los resultados obtenidos. Al realizar un análisis exhaustivo de las metodologías contemporáneas en la gestión temporal aplicada a la logística de transporte de mercancías, se pretende examinar minuciosamente las características, funcionalidades y limitaciones de los sistemas actuales, con el fin de obtener una comprensión profunda de su eficacia operativa.

Optimización Logística: Eficiencia en Transporte

Es importante conocer la implementación de sistemas de monitoreo y seguimiento en tiempo real para mejorar la eficiencia en la logística de transporte, con énfasis en la optimización de rutas y la planificación, ver como se refleja el enfoque en la mejora de la eficiencia operativa en el transporte logístico.

La implementación de sistemas de monitoreo y seguimiento en tiempo real en la logística de transporte de mercancías permitirá una gestión más eficiente del tiempo, resultando en una disminución de los tiempos de entrega y una reducción de los costos operativos. Resulta

esencial profundizar en los métodos actuales de administración del tiempo en la logística de transporte de mercancías, analizando su impacto en los tiempos de entrega y costos operativos. Comunmente los métodos actuales de administración del tiempo en la logística son:

I. Planificación y Optimización de Rutas

La optimización de rutas es fundamental para mejorar la eficiencia en la logística de transporte. Las empresas utilizan software avanzado para trazar rutas más eficientes, lo que permite reducir tiempos de entrega y minimizar el consumo de combustible. Entre los cuales destacan; Ruta4Me, que da el seguimiento de kilometraje y GPS, OptimoRuta Live to track con integración API, RutaXL .

Esta práctica no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a reducir los costos operativos, por ello la planificación y optimización de rutas es un tema crucial en la logística moderna, con implicaciones significativas para la eficiencia operativa, la satisfacción del cliente y la sostenibilidad ambiental. Vamos a profundizar en este concepto y proporcionar un ejemplo práctico.

La optimización de rutas va más allá de simplemente encontrar el camino más corto entre dos puntos. Implica considerar múltiples factores como:

1. Distancia total recorrida
2. Tiempo de viaje
3. Consumo de combustible
4. Horarios de entrega
5. Capacidad de los vehículos
6. Condiciones del tráfico
7. Restricciones de circulación
8. Prioridad de los clientes

En su trabajo, Coyle (2016), señala que la función del sistema de transportación en la vinculación de socios e instalaciones de la cadena de suministro separados geográficamente con el propósito de crear utilidades de tiempo y lugar.

Los sistemas modernos de optimización de rutas utilizan algoritmos complejos y, cada vez más, inteligencia artificial para analizar estos factores y proponer las rutas más eficientes. Estos sistemas pueden adaptarse en tiempo real a cambios en las condiciones, como atascos de tráfico o nuevos pedidos urgentes. La implementación efectiva de la optimización de rutas puede resultar en:

- Reducción de costos operativos
- Mejora en los tiempos de entrega
- Aumento de la productividad de los conductores
- Disminución de la huella de carbono
- Mayor satisfacción del cliente
- Mejor utilización de la flota de vehículos

Ejemplo de optimización de rutas:

Imaginemos una empresa de reparto que opera en una ciudad mediana y tiene que realizar 50 entregas en un día con una flota de cinco vehículos. Sin optimización, podrían asignar 10 entregas a cada vehículo de manera secuencial, lo que podría resultar en rutas ineficientes y tiempos de entrega dispares.

lE Utilizando un software de optimización de rutas, la empresa podría mejorar significativamente su operación:

- . El software analizaría la ubicación de cada entrega, los horarios de los clientes, y las capacidades de los vehículos.
- . Consideraría el tráfico habitual a diferentes horas del día y las restricciones de circulación en ciertas zonas.
- . Propondría una distribución optimizada de las entregas entre los 5 vehículos, que podría no ser uniforme (por ejemplo, 12 entregas para un vehículo en una zona densa, 8 para otro en una zona más dispersa).
- . Calcularía la ruta más eficiente para cada vehículo, minimizando la distancia total recorrida y el tiempo de viaje.
- . Proporcionaría a cada conductor una ruta detallada con tiempos estimados de llegada a cada punto.
- . Se adaptaría en tiempo real a imprevistos, como un atasco o un nuevo pedido urgente, reajustando las rutas según sea necesario.

Como resultado, la empresa podría ver una reducción del 20% en la distancia total recorrida, un aumento del 15% en las entregas por hora, y una disminución del 10% en el consumo de combustible. Además, la predictibilidad mejorada en los tiempos de entrega aumentaría la satisfacción del cliente.

Este ejemplo ilustra cómo la optimización de rutas puede tener un impacto significativo en la eficiencia operativa y la sostenibilidad de las operaciones logísticas, demostrando por qué es una práctica cada vez más adoptada en la industria del transporte y la logística.

El uso de tecnologías avanzadas

La implementación de tecnologías como GPS y sistemas avanzados de gestión del transporte (TMS) permite a las empresas realizar un seguimiento en tiempo real de sus envíos. Esto no solo mejora la visibilidad y el control sobre las operaciones logísticas, sino que también facilita la toma de decisiones informadas para optimizar el tiempo de entrega.

Al implementar el uso de estas tenologías se obtiene un impacto en los tiempos de entrega y se brinda seguridad, ya que se puede llevar al cabo un seguimiento en tiempo real, el seguimiento en tiempo real ofrece a las empresas la capacidad de monitorear sus envíos y ajustar las rutas según las condiciones del tráfico o el clima. Esto garantiza que los productos lleguen a tiempo, mejorando así la satisfacción

del cliente y reduciendo las penalizaciones por retrasos. Debemos reconocer que la tecnología que hace posible el rastreo y localización de los pedidos no es una tecnología única, sino que se compone de varias tecnologías.

Al optimizar las rutas y utilizar tecnologías avanzadas, las empresas pueden reducir significativamente los tiempos muertos durante el transporte. Esto se traduce en una entrega más rápida y eficiente, lo cual es crucial en un mercado donde la rapidez es un factor competitivo clave, al realizar la optimización de rutas no solo impacta los tiempos de entrega, sino que también tiene un impacto directo en el consumo de combustible. Al reducir la distancia recorrida y evitar congestiones, las empresas pueden disminuir sus costos operativos relacionados con el combustible.

Propuestas para Mejorar la Eficiencia Logística

Para optimizar las rutas de transporte, es fundamental implementar prácticas que mejoren la eficiencia operativa, reduzcan costos y aumenten la satisfacción del cliente. A continuación, se presentan algunas de las mejores prácticas para lograr este objetivo:

Aprovechar el boom de la Inteligencia Artificial, la inteligencia artificial puede ser utilizada para predecir patrones de demanda y optimizar aún más las rutas logísticas. Esta tecnología permite anticipar problemas potenciales y ajustar las operaciones logísticas antes de que afecten los tiempos de entrega.

Integración Sostenible, adoptar prácticas sostenibles no solo mejora la imagen corporativa, sino que también puede resultar en ahorros significativos al optimizar el uso de recursos. La implementación de vehículos eléctricos o híbridos es una estrategia que muchas empresas están considerando para reducir su huella ambiental y sus costos operativos. Dentro de este trabajo administrativo considerar, evaluar datos históricos y actuales sobre tráfico, consumo de combustible y demanda del cliente para identificar patrones y optimizar las rutas, e identificar puntos críticos como áreas de alta congestión o condiciones climáticas adversas para planificar rutas alternativas con anticipación.

La implementación del uso de Software de Optimización de Rutas, es innegable que utilizar herramientas tecnológicas como QuadMinds o SimpliRoute permite planificar rutas más eficientes al considerar variables como tráfico, clima y horarios de entrega. Estos softwares pueden reducir hasta un 22% los costos de transporte y mejorar el nivel de servicio.

Desde luego se debe considerar el mantenimiento preventivo y la Capacitación del Personal, ya que al asegurar que todos los vehículos estén en óptimas condiciones se puede evitar fallos mecánicos que puedan retrasar las entregas, aunado a la efectiva formación de conductores, capacitados en técnicas de conducción eficiente y en el uso adecuado de tecnologías de seguimiento para maximizar la eficiencia operativa.

Estas prácticas no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también contribuyen a una mayor competitividad en el mercado al reducir costos y mejorar el servicio al cliente. La implementación exitosa de estas estrategias requiere un compromiso con la innovación tecnológica y una gestión proactiva del cambio dentro de las organizaciones.

CONCLUSIÓN

En adición, los métodos actuales utilizados para la administración del tiempo en la logística son esenciales para mejorar tanto los tiempos de entrega como los costos operativos. La adopción e integración efectiva de tecnologías avanzadas, junto con prácticas sostenibles, son claves para lograr una logística eficiente y competitiva. Las empresas deben continuar innovando y adaptándose a las nuevas tendencias tecnológicas para mantenerse al frente en un mercado cada vez más exigente.

Se enfatiza que, la optimización de rutas no solo mejora la eficiencia logística y reduce costos, sino que también ofrece beneficios ambientales, mejora el servicio al cliente, incrementa la seguridad y proporciona ventajas competitivas significativas. Estas mejoras contribuyen a un enfoque más sostenible y eficiente en las operaciones logísticas, reduciendo el tiempo de viaje y el consumo de combustible, lo que se traduce en menores costos operativos generales. La capacidad para ajustar rutas en tiempo real permite a las empresas adaptarse rápidamente a cambios inesperados, como condiciones climáticas adversas o alteraciones en la demanda del cliente, o situaciones de riesgo social tan manifestadas en las carreteras mexicanas.

Es fundamental destacar que la transformación digital en la logística no solo implica la implementación de nuevas tecnologías, sino también un cambio cultural y organizacional profundo. Las empresas deben invertir en la capacitación continua de su personal y en el desarrollo de nuevas competencias que permitan aprovechar al máximo las herramientas tecnológicas disponibles. La gestión del cambio y la resistencia natural que puede surgir durante estos procesos de transformación deben ser abordadas de manera estratégica, estableciendo programas de formación efectivos y creando una cultura organizacional que fomente la innovación y la adaptabilidad.

Por último, es importante señalar que el futuro de la logística estará marcado por la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT) y el blockchain, las cuales prometen revolucionar aún más la gestión de la cadena de suministro. Las empresas que logren anticiparse a estas tendencias y desarrollen capacidades para implementarlas de manera efectiva estarán mejor posicionadas para enfrentar los desafíos futuros del sector. La colaboración entre diferentes actores de la cadena de suministro, incluyendo proveedores, transportistas y clientes, será cada vez más crucial para crear ecosistemas logísticos más resilientes y eficientes que puedan responder a las crecientes demandas del mercado global.

BIBLIOGRÁFIA

Bowersox, DJ, Closs, DJ y Cooper, MB (2013). Gestión logística de la cadena de suministro (4.ª ed.). McGraw-Hill Higher Education.
Coyle, JJ, Langley, CJ, Novack, RA y Gibson, BJ (2016). Gestión de la cadena de suministro: una perspectiva logística (10.ª ed.). Cengage Learning.
Mangan, J., Lalwani, C. y Lalwani, CL (2016). Logística global y gestión de la cadena de suministro (3.ª ed.). John Wiley & Sons.
Oracle México. "¿Qué es un sistema de gestión del transporte?". https://www.oracle.com/mx/scm/logistics/transportation-management/
QuadMinds Blog. "9 Claves para Mejorar la Logística de Entrega". https://www.quadminds.com/blog/logistica-de-entrega-de-product

Impacto de la introducción de internet en una comunidad rural Caso: Santa María Quelites, Estado de Hidalgo

Moisés Hernández Hernández[1], María Teresa Rangel Ángeles[2]

[1]*Universidad Tecnologica Tula-Tepeji/ Moisés Hernández Hernández, m0y.h673@gmail.com*
[2] *Universidad Tecnologica Tula-Tepeji / María Teresa Rangel Ángeles, mariateresa.rangel@uttt.edu.mx*

Línea de investigación:

Resumen
Derivado de la globalización que se vive actualmente a nivel mundial, el acceso a internet ha sido pionero en impulsar el desarrollo del país y principalmente en las comunidades rurales y marginadas. En este trabajo se describe la necesidad que se tiene en la comunidad de Santa María Quelites estado de Hidalgo. Se tiene presente la ausencia del servicio de acceso a internet por factores como su localización y lejanía de zonas urbanas, es por ello que se presenta una propuesta de intervención con el objetivo de realizar la instalación de infraestructura de telecomunicaciones para proveer servicio de internet y así contribuir al desarrollo socioeconómico mediante la introducción de las tecnologías de la información y las comunicaciones, impulsando la economía y el acceso a la información en dicha comunidad. Posteriormente, mediante un muestreo a la población de Santa María Quelites, se analizan los resultados relacionados con las necesidades que se tienen ante la falta de acceso al servicio de internet, haciendo énfasis en conocer la opinión de los habitantes y a su vez el impacto que genera en su vida cotidiana. Los resultados de este proyecto indican que, el acceso al servicio de internet genera impactos negativos y positivos dependiendo la utilidad que se tenga. Sin embargo, el impacto positivo es mucho mayor debido a que contribuye en el ámbito educativo, tecnológico, económico y social, tomando como base los resultados obtenidos se concluye en que, el tener acceso a internet aumenta el desarrollo socioeconómico en las comunidades rurales y marginadas.
Palabras Clave: *Acceso a la información, comunidad rural y marginada, desarrollo socioeconómico, economía, tecnologías de la información y la comunicación.*
Abstract
As a result of the current globalization that is taking place worldwide, Internet access has been a pioneer in promoting the development of the country and mainly in rural and marginalized communities. This work describes the need that exists in the community of Santa María Quelites, state of Hidalgo. The absence of Internet access service is taken into account due to factors such as its location and distance from urban areas, so a proposal for intervention is presented with the objective of installing telecommunications infrastructure to provide Internet service and thus contribute to socioeconomic development through the introduction of information and communications technologies, promoting the economy and access to information in said community. Subsequently, through a sampling of the population of Santa María Quelites, the results related to the needs that exist due to the lack of access to Internet service are analyzed, emphasizing the opinion of the inhabitants and in turn the impact it generates in their daily lives. The results of this project indicate that access to Internet service generates negative and positive impacts depending on the utility that is had. However, the positive impact is much greater because it contributes to the educational, technological, economic and social spheres. Based on the results obtained, it is concluded that having access to the Internet increases socioeconomic development in rural and marginalized communities.
Keywords: Access to information, rural and marginalized community, socio-economic development, economy, information and communication technologies.

INTRODUCCIÓN

El ser humano se encuentra en constante desarrollo, el tener acceso al servicio de internet ha sido un cambio en la forma de vida del ser humano, considerando su forma de comunicación, su manera de aprendizaje, en su forma de trabajar e incluso en sus pasatiempos, todo ello ha traído consigo facilitar sus actividades cotidianas en algún momento.

Este cambio se ha generado en todos los seres humanos que tienen acceso al servicio de internet; no obstante, existen muchos lugares que carecen de este servicio, tomando como ejemplo la comunidad de Santa María Quelites, perteneciente al municipio de Tepeji del Río, estado de Hidalgo.

La comunidad de Santa María Quelites, considerada como comunidad rural y marginada que se localiza a 5.7 km al norte de Tepeji del Río (zona urbana), la cual se caracteriza por lento desarrollo socioeconómico por diferentes aspectos, uno de ellos es la ausencia del acceso al internet, principalmente por las limitantes que se tienen ante la distribución del servicio por proveedores locales.

Considerando lo anterior se llevó a cabo un estudio de investigación a finales del año 2023 para determinar la necesidad que se tiene ante la ausencia del servicio de internet para posteriormente presentar una alternativa de solución e implementarla con el objetivo principal de impulsar el desarrollo socioeconómico de la comunidad.

Una vez implementado el proyecto planteado, analizar el impacto del suministro de internet en Santa María Quelites, identificando los principales aspectos positivos y negativos que este servicio provoca en la sociedad.

DESARROLLO

La investigación del presente proyecto aplicado es de tipo correlacional debido a que se relacionan dos variables: la primera variable es el acceso al internet y la segunda variable es el desarrollo socioeconómico. Considerando lo anterior, se evaluó el comportamiento de estas variables buscando conocer el impacto en el desarrollo socioeconómico mediante la introducción del servicio de acceso a internet en la comunidad de Santa María Quelites, a través del uso del cuestionario a los habitantes de la comunidad del antes y después de la introducción de este servicio y como impacta en aspectos que son pioneros en el desarrollo socioeconómico como lo es el trabajo, el estudio, la comunicación, las tecnologías de la información, por mencionar algunos.

De igual manera, tiene un enfoque mixto considerando el enfoque cuantitativo debido a que se recolectó y analizó una muestra de la población de Santa María Quelites con el objetivo de identificar la necesidad del servicio de acceso a internet, buscando obtener un aproximado de la cantidad de personas que necesitan de este servicio para facilitar a sus actividades cotidianas.

Por otra parte, también se tiene un enfoque cualitativo, en el cual tiene como objetivo conocer la percepción de las personas al adquirir este servicio y cuál es el impacto que tendría la presencia de este servicio en su vida, de este modo se buscó dar respuesta a las preguntas planteadas con enfoque cualitativo, como:

¿Para qué utilizas más el servicio de internet?
¿Consideras que el acceso al internet contribuye a la educación en tu comunidad?
¿Crees que tener acceso a internet ayuda a la economía de tu comunidad?
¿Qué impacto genera el suministro del servicio de internet en la educación, el trabajo, la comunicación, el entretenimiento, entre otros?

Variable independiente

- Nivel de estudio en la población de Santa María Quelites.
- Desarrollo socioeconómico de Santa María Quelites.

Variable dependiente

- El suministro del servicio de internet contribuye en la educación de los alumnos de Santa María Quelites.
- El suministro del servicio de internet en conjunto con las TIC impulsa el desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales.
-

OBJETIVO GENERAL

Analizar los impactos del suministro de internet en Santa María Quelites, Estado de Hidalgo

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar infraestructura en telecomunicaciones en la comunidad de Santa María Quelites
- Suministrar el servicio de internet a la comunidad de Santa María Quelites
- Identificar los impactos positivos y negativos en el ámbito socioeconómico, después de la introducción del servicio de internet en Santa María Quelites

OBJETO DE ESTUDIO

La comunidad de Santa María Quelites cuenta con una población de 2397 personas, de acuerdo con (INEGI 2020), además de considerar que dicha cantidad resultante de la población tiene como característica principal que cada individuo que conforma dicha población pertenece a la comunidad. Considerando lo anterior, se realizarán dos análisis; el primero para identificar la necesidad que se tiene ante la ausencia del

servicio de internet y el segundo para conocer el impacto que está generando en los usuarios que ya cuentan con el servicio de internet suministrado.
Muestra **se** define como cualquier parte de un grupo de unidades o elementos de una población, no obstante, es necesario que esa parte de la población llamada muestra debe tener la misma probabilidad de ser seleccionada, es decir, parte de la población debe ser seleccionada al azar o de forma aleatoria para que se considere muestra.
Para la obtención de la muestra de la población de Santa María Quelites se utilizó la siguiente fórmula.

$$n = \frac{4\ p\ q\ N}{S^2\ (N - 1) + 4\ p\ q}$$

Donde:
n: Tamaño de la muestra
N: Tamaño de la población
4: Valor constante para estudios con un nivel de confianza del 95%
p: Posibilidad de ocurrencia de un evento
q: Posibilidad de no ocurrencia de un evento
S: Margen de error
Quedando la ecuación de la siguiente manera:

$$n = \frac{4\ (50 * 50)\ 2397}{10^2\ (2397 - 1) + 4\ (50 * 50)}$$

$$n = \frac{23{,}970{,}000}{249{,}600}$$

$$n = 96.033$$

METODOLOGIA

La forma de obtención de datos primarios fue bajo el método de observación, debido a que el autor como habitante, ha identificado que, en la comunidad de Santa María Quelites, por su zona geográfica, la cobertura de proveedores de telefonía y telecomunicaciones para el suministro de acceso a internet es limitada e incluso nula, debido a que se encuentra entre cerros y elevaciones, limitando la conexión a internet ya sea de forma alámbrica o inalámbrica.
Sin embargo, para plantear implementar un proyecto que cubra esa necesidad es indispensable tener las bases con relación en las necesidades del cliente final. Es por ello por lo que se busca usar el método de encuesta a una muestra de la población, considerando las siguientes variables.

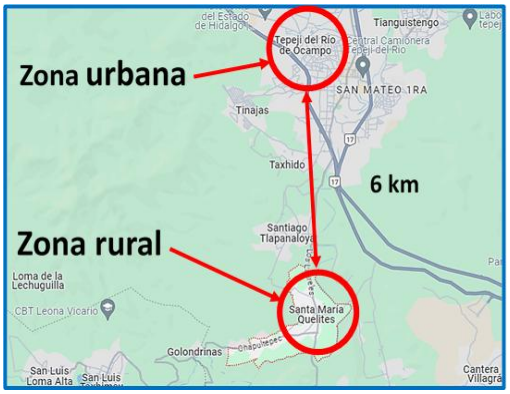
- Se tendrá en consideración de cantidad por casa habitación, no por la cantidad de personas que vivan en ella, esto debido a que en cada casa habitación se toma en consideración solo la contratación de un servicio, aunque puede variar.
- Una vez obtenida la cantidad de la muestra, proceder a realizar una entrevista a la persona que se interese por obtener el contrato de servicio de internet.
- Plantear un cuestionario para identificar qué espera el usuario final al contratar el servicio.

Posteriormente se realizará una muestra a los servicios suministrados previos para identificar el impacto que se tiene una vez haciendo uso del servicio de acceso a internet tomando la cantidad total de servicios suministrados.

FASES DEL DESARROLLO

Como habitante de la comunidad de Santa María Quelites, es notable la falta del servicio de acceso a internet, considerando que ya es un derecho humano, se desarrolla un proyecto aplicado para proveer servicio de internet buscando contribuir al desarrollo socioeconómico y a su vez analizar el impacto que genera el suministro de internet.
Parte del desarrollo del proyecto aplicado es realizar una muestra de los habitantes de la comunidad, una vez obtenidos los resultados mediante una encuesta se procedió a analizar, para identificar las necesidades e inquietudes de los usuarios finales, esto ayudando a proveer un servicio de calidad y confiabilidad, ya que para que el cliente pueda solicitar un servicio se requiere que además de que lo necesite, este satisfecho con él y sea de utilidad o bien le ayude a resolver inquietudes, problemas o bien que cubra sus necesidades.
Al tener identificadas las necesidades del usuario final se puede determinar qué tipo de dispositivos se requieren instalar para cubrir los requerimientos del usuario final, cabe mencionar que el tipo de población es rural y no requieren de mucha demanda con relación a la velocidad del servicio, pero con ello se puede identificar la magnitud del proyecto y a su vez establecer sus límites, para no afectar la calidad del servicio, si bien es de gran importancia que se quiera aumentar la distribución del servicio y esto origine fallas y reduzca la calidad del servicio.

El análisis de los datos obtenidos contribuyo al desarrollo y conclusión del proyecto aplicado que consistía en suministrar el servicio de acceso a internet a los habitantes de la comunidad de Santa María Quelites, estado de Hidalgo.
Posteriormente se realiza un análisis en los habitantes que ya cuentan con el servicio de acceso a internet, esto con el objetivo de identificar el impacto que genera este servicio de acceso a internet de manera que brinde información del impacto positivo y negativo que se tendrá en los habitantes de la comunidad.

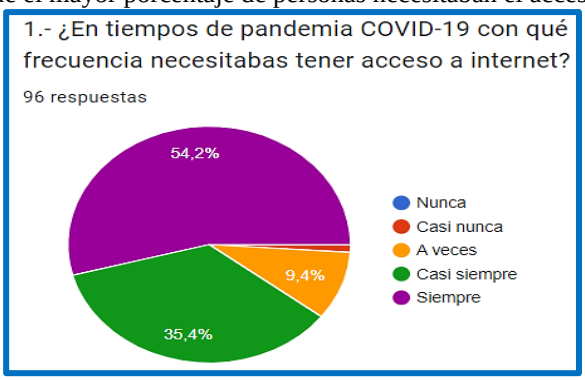


Fuente: https://www.google.com.mx/maps

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

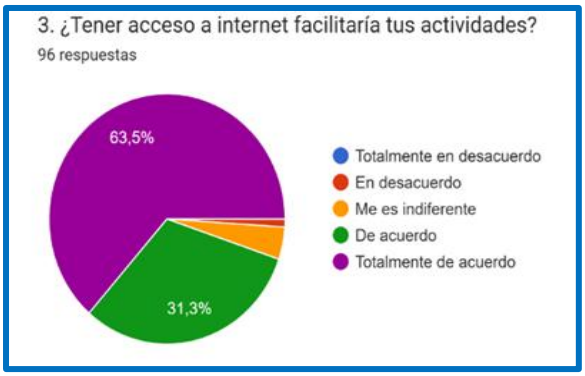
Observaciones del muestreo 1

Tomando en consideración una población de 2,397 personas, obteniendo como resultado una muestra de 96 personas para realizar una encuesta con el objetivo de identificar la necesidad del acceso a internet en la comunidad de Santa María Quelites se obtienen los siguientes resultados mostrando las preguntas más relevantes de la investigación:
De acuerdo con la pregunta 1, la cual indica la frecuencia en la que necesitaban tener acceso a internet en época de COVID-19, nos muestra que el 54.2% requerían de acceso a internet siempre, un 35.4% indicaban que casi siempre y un 9.4% decían que a veces necesitaban del servicio. Considerando lo anterior, se puede identificar que los habitantes de la comunidad de Santa María Quelites tienen una importante necesidad de acceso a internet, indicando que el mayor porcentaje de personas necesitaban el acceso a internet con mucha frecuencia.



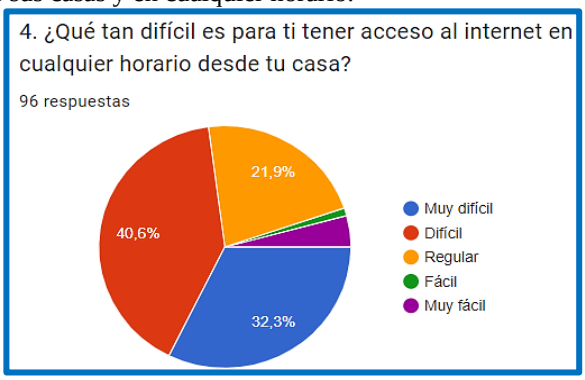
Fuente: Elaboración propia. Obtenido de: Google / Formularios

Tomando como base la pregunta 3, podemos identificar que la mayoría de los encuestados (63.5%) nos indica que tener acceso a internet está totalmente de acuerdo con lo que facilitaría sus actividades. Él (31.3%) está de acuerdo con que facilitaría sus actividades el tener acceso a internet, el 4.2% le es indiferente y el 1% está en desacuerdo con que el internet le facilitaría sus actividades.



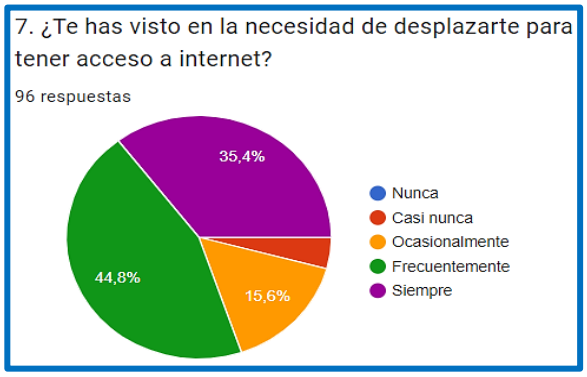
Fuente: Elaboración propia. Obtenido de: Google / Formularios

De acuerdo con la pregunta 4, la mayor parte de los encuestados (40.6%) indica que tener acceso a internet desde su casa y en cualquier horario es difícil, seguido del 32.3% que refiere que es muy difícil. Posteriormente, el 21.9% indica que es regular la dificultad para tener acceso desde sus casas y en cualquier horario, un 4.2% menciona que es muy fácil y el 1% refiere que es fácil el acceso.
Por lo anterior, es importante mencionar que la mayoría presenta dificultad para tener acceso a internet (73%) y un (5%) de la población indica que es fácil tener acceso a internet desde sus casas y en cualquier horario.



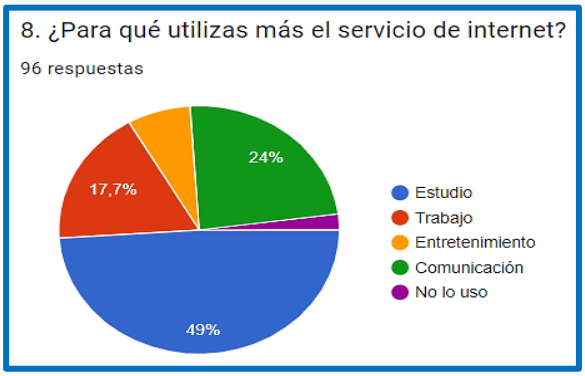
Fuente: Elaboración propia. Obtenido de: Google / Formularios

En la pregunta 7, cerca de la mitad de los encuestados (44.8%) refiere que frecuentemente tiene que desplazarse para poder tener acceso al servicio de internet, seguido del 35.4 % que indica que para acceder a internet siempre tenía que desplazarse, un 15.6% menciona que ocasionalmente tiene que trasladarse para hacer uso de este servicio, por otra parte, la menor parte de los entrevistados (4.2%) indica que casi nunca necesito trasladarse para hacer uso del servicio de internet.
Se puede deducir que más del 80% requiere trasladarse para hacer uso del servicio de internet y solo un 4% refiere que no requiere desplazarse para hacer uso de este servicio.



Fuente: Elaboración propia. Obtenido de: Google / Formularios

En la figura 22 podemos identificar que el principal motivo por lo que los habitantes de la comunidad de Santa María Quelites han hecho uso del servicio de internet es por motivos de estudio (49%), seguido de la comunicación (24%), como tercer, opción se muestra que se utiliza este servicio para motivos de trabajo (17.7%), y como última alternativa lo utilizan como entretenimiento (7.3%), además que el 2.1% indica que no utiliza el servicio de internet.



Fuente: Elaboración propia. Obtenido de: Google / Formularios

Observaciones

Se puede identificar que la mayoría de los habitantes de la comunidad de Santa María Quelites considera importante tener acceso al servicio de internet para facilitar sus actividades cotidianas como lo es el estudio, el trabajo y la comunicación.

Además, que el tener servicio de internet ha implicado la necesidad de trasladarse a un lugar con acceso a este servicio, puesto que no cuentan con él en sus hogares, de igual manera consideran importante el acceso al servicio de internet para contribuir en la educación y en la economía de dicha comunidad.

Es importante mencionar que durante la pandemia originada por el virus COVID-19, el servicio de acceso a internet se agudizó, puesto que muchas de las actividades cotidianas no se podían realizar debido a que presentaba un gran riesgo interactuar con las demás personas y adentrarse en lugares concurridos, con afluencia de gente y públicos, por lo anterior se llegó a la necesidad de realizar muchas actividades con el uso de las tecnologías y el acceso al servicio de internet.

Análisis de resultados muestreo 2

Este muestreo consiste en identificar los impactos positivos y negativos que se tienen derivado del suministro del servicio de internet a los habitantes de la comunidad de Santa María Quelites, de los cuales se cuentan con 12 servicios tomando un periodo de diciembre de 2023 a febrero de 2024.

Es por ello por lo que, se tomó como base un cuestionario de preguntas abiertas, con el objetivo de analizar las respuestas de los usuarios, determinando si estas tienen un efecto positivo o negativo con relación en la introducción del servicio de internet a la población de la comunidad de Santa María Quelites.

Impacto	Descripción	Impacto
Positivo	Brinda **comunicación rápida** y al instante de forma nacional e internacional.	Social
	Un usuario buscó **alternativas de solución ante algún problema** o duda.	
	Se puede utilizar **aplicaciones de entretenimiento y enseñanza** para sus hijos.	
	Ayudo a un usuario a **continuar estudiando** (en línea) sin abandonar su trabajo.	Educación
	Brinda **abundante información** de cualquier tipo para temas educativos.	
	Se pueden llevar a cabo **cursos gratuitos en línea** desde casa.	
	Una persona inició con un **curso de idiomas** (inglés y francés).	
	Un usuario **ingresó a laborar** después de encontrar una oferta de trabajo y de realizar la entrevista de trabajo en línea.	Economía
	Un usuario puede **acceder a la plataforma de su trabajo** para realizar sus actividades.	
	Un usuario realiza trabajo de tipo **home office** (3 días) y 2 días de forma presencial.	
	Un usuario realizó **actividades administrativas** relacionadas con su trabajo con urgencia.	
	El uso del internet ha orillado al **uso de herramientas tecnológicas** y el equipo de cómputo.	Tecnología
Negativo	Un usuario indica que su hijo invierte mucho tiempo en **redes sociales**.	Social
	Existe el riesgo de contenido inapropiado **(violencia, pornografía)**.	

Fuente: Elaboración propia

Observaciones del muestreo 2

Tomando como referencia el muestreo 2 se obtuvieron 14 respuestas, relacionadas principalmente a la comunicación, la educación, al trabajo, y otros, y de ellos se obtuvieron 12 respuestas que están generando un impacto positivo; sin embargo, 2 de ellas indican tener un impacto negativo y este es principalmente en el entretenimiento.

Por lo anterior se deduce que, el acceso a internet contribuye en un 85.7% directamente de manera positiva hacia el desarrollo socioeconómico de la población y un 14% repercute en la vida cotidiana de la población.

CONCLUSIÓN

El acceso al servicio de internet genera un efecto positivo en el desarrollo socioeconómico de las regiones a las que se introduce, tal es el caso de la comunidad de Santa María Quelites, en donde por historia el internet ha contribuido en la economía, la comunicación, la educación, entre otros aspectos y como consecuencia el desarrollo socioeconómico.

De igual manera, el servicio de internet en las zonas donde han hecho uso de este ha generado un impacto en los diferentes aspectos, como económico, social e incluso político.

Durante el análisis de los resultados obtenidos del instrumento de recolección de datos arrojó información con relación a cómo contribuye la introducción del servicio de acceso a internet en el desarrollo socioeconómico de una población, tomando como referencia que la mayor parte de la población de Santa María Quelites, coincide en que el tener acceso al internet contribuye en la economía y en la educación de la comunidad, además que el tener servicio de acceso a internet facilitaría parte de sus actividades cotidianas, puesto que contribuiría con relación al estudio, al trabajo, a la comunicación, al entretenimiento y en general a tener acceso a la información de cualquier índole.

A raíz del proyecto plateado se obtuvieron las respuestas en el proceso de muestreo 2, en donde el objetivo principal es conocer los impactos que genera el suministro de internet a los habitantes de la comunidad de Santa María Quelites, es importante mencionar que el muestreo 2 está limitado al total de la población de los usuarios que ya cuentan con el servicio de internet posterior a la puesta en marcha del presente proyecto planteado.

Así mismo, se logran ejecutar de manera satisfactoria la conclusión de los objetivos específicos en donde se busca la implementación de infraestructura en telecomunicaciones en la comunidad de Santa María Quelites, Hidalgo, para posteriormente suministrar el servicio de acceso a internet e identificar el impacto que está generando el suministro de este servicio a la comunidad de Santa María Quelites.

No obstante, el uso del servicio de internet tiene una gran variedad de propósitos y parte principal es el uso que se le dé a este servicio, es por ello que se pueden obtener impactos positivos y negativos en relación con el uso del servicio de internet, en el ámbito positivo contribuye en todo caso a los usuarios y en relación con el impacto negativo, en el cual se hace mención del uso de acceso a internet para fines de entretenimiento y contenido violento o para adultos, es importante mantener control en los menores de edad, estableciendo reglas de horarios de uso del internet para entretenimiento y no menos importante para restringir el contenido para adultos y sitios que se consideren de carácter negativo para los usuarios se encuentra la herramienta “control parental”, esta herramienta la incluye la configuración del modem suministrado durante la instalación del servicio y a través de él se puede impedir el acceso a los sitios que se deseen, con la desventaja de que es necesario configurar y esto podría ser complicado para los usuarios; sin embargo con el uso de esta herramienta el impacto positivo del acceso a internet seria mayor.

Es importante mencionar que el acceso al servicio de internet ha tenido gran relevancia, tanto que ya se considera como un derecho humano, debido a que contribuye en gran parte a la democracia, libertad de expresión y acceso a la información, es por ello por lo que se caracteriza como una gran ventaja para las personas que cuentan con este servicio.

BIBLIOGRAFÍA

Aranda, V. T. (2004). Historia y evolución de internet. Obtenido de: https://www.acta.es/medios/articulos/comunicacion_e_informacion/033021.pdf

Baladrón, M. (30 de Julio de 2018). Redes comunitarias: acceso a internet desde los actores locales. Obtenido de: http://www.revistahipertextos.org/wp-content/uploads/2015/12/3.-Mariela-Baladr%C3%B3n.pdf

Bastidas, V; Baidal, E. (2019). Diseño y modelamiento de una red para provisión de servicio de internet a las comunidades de cauchiche y campo alegre en la isla puná. [Tesis de Grado]. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Obtenido de: https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/47751

Carmona González, N., & Díaz Roldán, C. (2018). El desarrollo socioeconómico en Latinoamérica: Un análisis a la luz de los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas. Obtenido de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6525199

Flores, C. J. (2020). Tecnologías de información: Acceso a internet y brecha digital en Perú. Revista Venezolana de Gerencia, vol. 25, núm. 90. Obtenido de: https://www.redalyc.org/journal/290/29063559007/

INEGI (2020). Principales resultados por localidad (ITER) del Censo de Población y Vivienda 2020. Datos oportunos. Obtenido de (https://www.inegi.org.mx/app/descarga/ficha.html?tit=325911&ag=0&f=csv)

Serrano-Santoyo, A., Armenta-Ramade, Á., Castillo-Olea, C., & Rojas-Mendizábal, V. (2015). Exploración de nuevas perspectivas en proyectos de inclusión digital en las comunidades rurales. Interciencia, 40(1), 16-22.

Serrano Santoyo, A., & Cabrera Flores, M. R. (2009). NUEVOS ENFOQUES EN LA DOTACIÓN DE INTERNET A COMUNIDADES RURALES. Revista Eduweb, 3(1), 9–17. Obtenido de: https://revistaeduweb.org/index.php/eduweb/article/view/161
Solórzano, I. P. (01 de 12 de 2016). Análisis de Las Estrategias Públicas Para el Desarrollo del Internet Móvil en Las Comunidades Rurales de América Latina. Obtenido de https://ssrn.com/abstract=2877574
TesouroCid, M., & PuiggalíAllepuz, J. (2004). Evolución y utilización de internet en la educación. Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación, (24), 59-67. Obtenido de: https://idus.us.es/handle/11441/45584
Toudert, D. (2018). Brecha digital, uso frecuente y aprovechamiento de Internet en México. Convergencia Revista De Ciencias Sociales, (79), 01-27. Obtenido de: https://convergencia.uaemex.mx/article/view/10332

Responsabilidad Social en Empresas Purificadoras de Agua de Durango, Dgo.

Herminia Reyes Villa[1], Laura Patricia Rodríguez Sánchez[2]
[1] *Profesora de Tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Durango, en la carrera de Operaciones Comerciales Internacionales, Logística Internacional y Procesos Industriales, email: herminia.reyes@utd.edu.mx*
[2] *Profesora de Tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Durango, en la carrera de Operaciones Comerciales Internacionales, Logística Internacional y Procesos Industriales, email:* : *patricia.rodriguez@utd.edu.mx*.

Línea de Investigación: Administrativa

Resumen
La responsabilidad social (RS) y la responsabilidad social empresarial (RSE) han cobrado una gran relevancia, sin embargo, las pequeñas y medianas empresas (PyMES) purificadoras de agua ubicadas en el municipio de Victoria de Durango, Dgo. Adolecen de la comprensión de las prácticas de responsabilidad social según la norma ISO 26000:2010 "Guía de Responsabilidad Social", que impide que sean incluidas dentro de su modelo de negocio específicamente en este ramo. El presente estudio se desarrolla dentro de un enfoque cuantitativo descriptivo, transversal no experimental. El instrumento principal de recopilación de información fue la encuesta a través de la cual se investigaron las prácticas de RS en las PyMES antes mencionadas, con el objeto de entender si estas empresas tienen su enfoque económico alineado con las prácticas del bienestar social y ambiental. Al analizar los resultados obtenidos se pudo constatar que la presencia de prácticas de responsabilidad social en las PyMES purificadoras de agua es baja lo que puede ser un factor para un porcentaje considerable de estas PyMES este cerrando sus puertas, esta información es de suma importancia para la academia como para el sector empresarial. De tal modo que contribuye a que la PyMES en el municipio de Durango empiecen a alinear sus objetivos económicos con las prácticas de RSE y mejorar su desempeño empresarial lo que contribuye al desarrollo sustentable, así mismo este estudio puede contribuir a que otro sector de las PyMES sea estudiado y definir qué sector es el que está siendo más afectado y se puedan tomar medidas enfocadas a ese sector y mejorar el desarrollo regional.

Palabras Clave: Empresas, Gestión, Purificadoras de Agua, Responsabilidad Social

Abstract
Corporate Social Responsibility (CSR) and Social Responsibility (SR) have gained significant relevance. However, small and medium-sized enterprises (SMEs) in the water purification sector located in the municipality of Victoria de Durango, Dgo., suffer from a lack of understanding of social responsibility practices according to the ISO 26000:2010 "Guidance on Social Responsibility" standard. This gap prevents them from integrating these practices into their business model, particularly in this sector. The present study is developed within a descriptive quantitative, cross-sectional, non-experimental approach. The main data collection tool was a survey, through which CSR practices in the aforementioned SMEs were investigated, with the aim of understanding whether these companies align their economic focus with social and environmental well-being practices. The analysis of the results revealed that the presence of social responsibility practices in these water purification SMEs is low, which may be a factor contributing to the considerable closure rate of these businesses. This information is of great importance both to academia and the business sector. Thus, the study contributes to encouraging SMEs in the municipality of Durango to align their economic objectives with CSR practices, improving their business performance and contributing to sustainable development. Additionally, this study could serve to examine other sectors of SMEs, identify which sector is most affected, and implement targeted measures to improve regional development.

Keywords: Companies, Management, Water Purifiers, Social Responsibility

INTRODUCCIÓN.

El mundo empresarial actual está ávido de modelos gerenciales que le permitan no sólo ser más eficiente, sino enmarcarse a un desarrollo e interés por la construcción de una conciencia social, buscando una sociedad más justa y solidaria. (Córdoba, 2021). La Responsabilidad Social Empresarial (RSE) es considerada como un compromiso. voluntario que las empresas han asumido como parte de su contribución al desarrollo sustentable.

Las empresas, en la actualidad se han visto en la necesidad de integrar la responsabilidad social como parte de la gestión empresarial para poder cumplir con las regulaciones gubernamentales correspondientes a sus procesos operativos. Las organizaciones se han visto en la necesidad de ser parte de la sociedad donde están inmersas ya que de ello depende su permanencia el mercado cada vez más competitivo, esto las ha orillado a considerar la responsabilidad social como un eje en el desarrollo de sus actividades operacionales. Siendo que para los empresarios esto se veía como un gasto algunas empresas ya utilizan sistemas integrados de gestión en los que incluyen sus variables más financieras y/o comerciales, con aquellas de ámbitos sociales, ambientales y de gobierno corporativo (Iturbide, 2018)

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL

Realizar un diagnóstico del uso y aplicación de la responsabilidad social en empresas Purificadoras de agua en el municipio de Durango. Con la finalidad de dar a conocer la información y puedan aumentar el porcentaje de aplicación, y contribuir en el desarrollo sostenible de las empresas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Definir el número de empresas encuestadas
Describir los factores a evaluar en la encuesta
Presentar los resultados obtenidos en la encuesta
Destacar las recomendaciones para la integración de la (RSE) en los procesos productivos

OBJETO DE ESTUDIO

Según datos del Instituto Nacional de Geografía (INEGI) 99.8% de los establecimientos del país son micro pequeñas y medianos, los cuales generan el 72% de empleos y 52% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional, debido a la naturaleza de estas unidades económicas tienden a tener mayores cambios con respecto a las grandes empresas en cuanto a ingresos, personal ocupado, ubicación, cierres y aperturas entre otros aspectos.(INEGI, 2021) De ahí la importancia de desarrollar planes de (RSE)que coadyuven a mitigar el cierre de las micro y pequeñas empresas purificadoras de agua en el municipio Victoria de Durango, Dgo.

METODOLOGÍA

El presente estudio se centra en una investigación cuantitativa de tipo Transversal y Descriptiva usando el método de encuestas, utilizando un instrumento no experimental, específicamente un cuestionario de preguntas cerradas con escala de Likert, el cual ha sido validado con el coeficiente Alfa de Cronbach (0.08 y 0.92) para evaluar la confiabilidad de cuestionario. La finalidad de esta investigación es dar a conocer a las micro y pequeñas empresas de la ciudad de Durango, Dgo. La medida en la que se está aplicando la (RSE) en las organizaciones y de ese modo mitigar el impacto que pueda tener las acciones sociales de los grupos de interés.

DESARROLLO

FASES DEL DESARROLLO

1. Se aplicó una encuesta a 40 empresas purificadoras de agua dentro de la mancha urbana las cuales están registradas ante el Sistema de Administración Tributaria (SAT), lo que indica que son empresas formalmente constituidas ya que cuentan con el Registro Federal de Contribuyentes (RFC), el instrumento aplicado, evalúa 7 categorías como son: gobernanza, derechos humanos, prácticas laborales, Medio ambiente, prácticas justas de operación, asuntos de consumidores, participación activa y desarrollo de la comunidad con escala de Likert obteniendo los resultados que a continuación se presentan en tablas por categoría, se omiten las respuestas en desacuerdo y totalmente de acuerdo debido a que solo un caso es el diez por ciento y en la mayoría solo se presentó el 2.5% esta en desacuerdo, no presentando datos en la respuesta totalmente en desacuerdo

2. Factore a Evaluar
Gobernabilidad de las organizaciones
Derechos humanos
Prácticas laborales
Medio ambiente
Prácticas operativas justas
Preocupaciones del consumidor

Participación y desarrollo de la comunidad

3. RESULADOS Y DISCUSION

3.1. DIMENSIÓN 1 GOBERNANZA

Para la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos (ACNUDH u OACDH) el concepto de gobernanza hace referencia a todos los procesos de gobierno, instituciones, procedimientos y prácticas mediante los que se deciden y regulan los asuntos que atañen al conjunto de la sociedad. (2024. p.1)

Tabla 3

Resultado de la Encuesta en la Dimensión de Gobernanza

Ítems Gobernanza	Totalmente de acuerdo	de acuerdo	Indiferente
1.La empresa asegura el desarrollo de estrategias que reflejan su compromiso hacia la responsabilidad social.	45	52.5	
2. Los lideres cumplen con su compromiso y la rendición de cuentas de la empresa.	45	55	
3. La empresa se preocupa por crear y nutrir un ambiente y cultura en los que se practiquen los principios de responsabilidad social	45	45	7.5
4. En la organización se usan eficientemente los recursos financieros, naturales y humanos	57.5	37.5	2.545
5. La empresa promueve la participación eficaz de todos los empleados en actividades relacionadas con la responsabilidad social.	45	50	5
6. La empresa mantiene el equilibrio y la participación eficaz de todos los empleados en actividades relacionadas con la responsabilidad social.	40	47.5	12.5
7. En la organización se revisan y evalúan periódicamente los procesos de gobernanza.	40	47.5	12.5
8. Los procesos se adaptan en función del resultado de las revisiones y se comunican los cambios a toda la organización.	41	53.8	

Nota: Fuente elaboración propia (2024)

Como se muestra en la tabla 1 en la encuesta por dimensiones realizada a las empresas purificadoras de agua, respecto a la Gobernanza únicamente del 40 al 57.5% de las empresas están totalmente de acuerdo en su aplicación.

3.2. DIMENSIÓN 2 DERECHOS HUMANOS

Para la Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH) (2024). Los derechos humanos son derechos inherentes a todos los seres humanos, sin distinción alguna de nacionalidad, lugar de residencia, sexo, origen nacional o étnico, color, religión, lengua, o cualquier otra condición.

Tabla 4

Resultado de la Encuesta en la Dimensione Derechos Humanos

Ítems Derechos Humanos	Totalmente de acuerdo	de acuerdo	Indiferente
1.En la organización existe el trato semejante de mujeres y hombres en el ámbito social, económico y político.	57.5	30	10
2. La toma de decisiones se basa principalmente en el respeto de los derechos humanos.	60	35	2.5
3. La organización promueve y defiende el cumplimiento de los derechos humanos.	47.5	50	2.5
4. La organización se asegura de que exista una política integrada que contemple los derechos humanos,	47.5	45	7.5
5. La organización mantiene registros de desempeño que permiten realizar ajustes y establecer prioridades y enfoques adecuados.	42.5	47.5	7.5
6. Se verifica que las medidas de seguridad adoptadas, respeten los derechos humanos de acuerdo con las normas de cumplimiento de ley y normativa, incluyendo la capacitación del personal y la existencia de mecanismos de queja.	60	32.5	7.5
7. La organización se esfuerza por implementar o aumentar el proceso de debida diligencia en caso de que las situaciones de riesgo lo ameriten.	52.5	35	10
8.La empresa garantiza la dignidad, autonomía y participación dentro de la sociedad a personas con discapacidad.	51.3	38.5	10.3

Nota: Fuente elaboración propia (2024)

En los datos presentados en la tabla anterior se observa que en la dimensión de Derechos Humanos se tiene un rango entre 42.5 y 60% de las empresas encuestadas consideran los Derechos Humanos como parte de sus procesos.

3.3. DIMENSIÓN 3 PRÁCTICAS LABORALES

Según CLARC (2024) La Organización Internacional del Trabajo (OIT), define el trabajo decente como “aquella actividad productiva justamente remunerada, que se ejerce en libertad, en condiciones de equidad y seguridad y que respeta la dignidad humana”.

Tabla 5

Resultado de la Encuesta Correspondiente a la Dimensión Prácticas Laborales

Ítems Prácticas Laborales	Totalmente de acuerdo	de acuerdo	Indiferente
1.La organización realiza esfuerzos razonables para que socios, proveedores o subcontratistas, implementen prácticas laborales responsables.	37.5	40	22.5
2. La empresa se esfuerza por eliminar los riesgos psicosociales.	30	47.5	20
3. La organización reconoce y respeta el derecho de los trabajadores a adquirir información sobre el tema de salud y seguridad.	52.5	42.5	5
4. La empresa proporciona un pago igualitario por un trabajo de valor equitativo.	60	35	5
5. La organización paga los salarios directamente a los trabajadores, según las disposiciones de la ley.	57.5	32.5	7.5
6. Los contratos están escritos en lenguaje claro, legible y comprensible y nunca se incluyen términos contractuales injustos.	60	35	2.5
7. La organización desarrolla campañas que instruyen a los consumidores a cerca del empleo adecuado de los productos y les advierte de los riesgos del mal uso.	41	35.9	23.1
8. La empresa se asegura de utilizar el marco jurídico y legal adecuado para trabajos sujetos a relaciones laborales.	27.5	60	12.5

Nota: Fuente elaboración propia (2024)

El los resultados que se presentan en la tabla anterior se puede observar como en la dimensión de prácticas laborales las respuestas que corresponden directamente al salario son las que tiene un porcentaje mas alto en el cumplimiento, entre un 40 y 60% mientras que los ítems relacionados al marco jurídico, relación con proveedores y riesgo psicológicos presentan un porcentaje de aplicación entre un 20 y 30% lo que indica que se debe poner mayor atención en ello

3.4. DIMENSIÓN 4 MEDIO AMBIENTE

El medioambiente es el espacio en el que se desarrolla la vida de los distintos organismos favoreciendo su interacción. En él se encuentran tanto seres vivos como elementos sin vida y otros creados por la mano del hombre. (BBVA, 2024)

Tabla 6

Resultado de la Encuesta Correspondiente a la Dimensión Prácticas Laborales

Ítems Medio Ambiente	Totalmente de acuerdo	de acuerdo	Indiferente
1.La empresa Implementa medidas de producción bajo un enfoque del cuidado al medio ambiente.	51.3	43.6	5.1
2. La organización identifica las fuentes de energía, agua y otros recursos utilizados en sus procesos.	51.3	38.5	10.3
3. La organización mide y registra el consumo de energía, agua y otros recursos	50	42.5	2.5
4. La empresa implementa pautas de uso eficiente de los recursos	45	42.5	7.8
5. La organización promueve el consumo sostenible.	51.5	33.3	12.8
6. La organización utiliza recursos renovables.	50	25	20
7. La empresa adopta practicas sostenibles en sectores tales como la agricultura, la pesca y la silvicultura.	25	37.5	22.5
8. La organización mide, registra y reduce el impacto de sus aspectos ambientales más significativos.	42.5	47.5	7.5

Nota: Fuente elaboración propia (2024)

En los datos presentados en la tabla anterior se observa que en la dimensión de Medio ambiente se tiene un rango entre 42.5 y 51% de las empresas encuestadas consideran su aplicación en los procesos de la empresa.

3.5. DIMENSIÓN 5 PRÁCTICAS JUSTAS DE OPERACIÓN

Las prácticas operativas justas abarcan el modo en que una organización emplea sus relaciones con diferentes organizaciones, tanto internas como externas, para fomentar resultados positivos. (Borealis, 2024)

Tabla 7
Resultado de la Encuesta Correspondiente a la Dimensión Prácticas Justas de Operación

Ítems Prácticas Justas de Operación	Totalmente de acuerdo	de acuerdo	Indiferente
1. La organización realiza sus actividades atendiendo las leyes y regulaciones en materia de competencia.	32.5	57.5	10
2. La empresa integra criterios éticos y de responsabilidad socio ambiental en sus políticas y prácticas de compra.	42.5	47.5	7.5
3. La organización mantiene presente el contexto social, sin aprovecharse de este, por medio de sus operaciones.	28.5	52.5	2.5
4. La organización apoya e instruye a sus empleados y representantes en sus esfuerzos por erradicar tanto el soborno como la corrupción.	42.5	52.5	2.5
5.La empresa se asegura que a la remuneración de sus empleados y representantes es adecuada y se produce solo por servicios prestados de manera legitima.	47.5	5	2.5
6. La organización capacita a sus empleados y representantes a tener conciencia respecto de la participación política responsable, de las contribuciones y de cómo manejar los conflictos de interés.	37.5	52.5	10
7. La empresa busca concientizar a los empleados en materia de legislación en cuanto a la competencia?	27.5	55	17.5
8. La empresa ha establecido y mantiene un sistema eficaz para luchar contra la corrupción.	27.5	45	22.5

Nota: Fuente elaboración propia (2024)

Como se muestra en la tabla anterior en la dimensión Prácticas Justas de Operación de las empresas encuestadas, presentan solo entre el 27 y 45 % las aplican en sus procesos de operación.

3.7. DIMENSIÓN 6 ASUNTOS DE CONSUMIDORES

Las organizaciones que ofrecen productos y servicios tienen ciertas responsabilidades hacia los consumidores. ISO 26000 insta a las empresas a promover un desarrollo económico y social justo y sostenible. (Robichaud, 2024)

Tabla 8

Resultado de la Encuesta Correspondiente a la Dimensión Asuntos de Consumidores

Ítems Asuntos de consumidores	Totalmente de acuerdo	de acuerdo	Indiferente
1. La organización promociona los productos y servicios de una manera que puedan ser entendidas por los consumidores, con información que les permite tomar decisiones y comparar las características de los distintos productos o servicios.	62.5	27.5	10
2. La empresa cuenta con campañas que instruye y advierte a los consumidores sobre el riesgo de el uso de los productos o servicios	35	45	15
3. La empresa comparte información de forma transparente y pertinente de manera accesible y comparable para todo consumidor.	42.5	52.5	5
4. Existe la certeza de que todos los productos o servicios ofrecidos son seguros.	55	35	7.5
5. La organización evalúa la idoneidad de las leyes, regulaciones, normas y otras especificaciones en materia de salud y seguridad.	40	47.5	12.5
6. La organización da a conocer abiertamente los precios, los impuestos, los términos y condiciones de uso para los productos o servicios que ofrecen incluyendo opciones de crédito	45	47.5	5
7. Los contratos de la organización están escritos en lenguaje claro, legible y comprensible, nunca se incluyen términos contractuales injustos.	47.5	40	7.5
8. La empresa cuenta con campañas que instruyen a los consumidores a emplear correctamente los productos o servicios.	35	17.5	47.5

Nota: Fuente elaboración propi (2024)

Los datos de la figura anterior muestran que en la Dimensión de Asuntos De Consumidores que entre 35 62% de las empres incluyen en sus prácticas productivas los asuntos relacionados a los consumidores.

3.7. DIMENSIÓN 7 PARTICIPACIÓN ACTIVA Y DESARROLLO DE LA COMUNIDAD

La participación y el desarrollo de la comunidad son las dos formas más importantes en que las organizaciones pueden contribuir a una sociedad sostenible. (Robichaud, 2024)

Tabla 9

Resultado de la Encuesta Correspondiente a la Dimensión Participación Activa y Desarrollo de la Comunidad

Ítems Participación Activa y Desarrollo de la Comunidad	Totalmente de acuerdo	de acuerdo	Indiferente
1.La empresa participa en asociaciones locales, contribuyendo con el bien y los objetivos de la comunidad.	25.6	33.3	41
2.Tiene participación en asociaciones locales y nacionales.	20.5	35.9	35.9
3. La empresa participa en el establecimiento, seguimiento e implementación de programas para el desarrollo	23.1	43.6	30.8
4. La organización protege y conserva el patrimonio cultural de los lugares en donde las actividades de la organización tienen algún tipo de impacto.	17.9	59	23.1
5. La organización evalúa iniciativas propias en conjunto con la comunidad para realizar mejoras a esta.	25.6	51.3	20.5
6. La organización pacta con instancias gubernamentales y organizaciones interesadas en el uso sostenible de los recursos y aumento de la productividad.	30.8	41	25.6
7. La organización mantiene relaciones transparentes, con representantes políticos y con miembros del gobierno local.	25.6	33.3	30.8
8. Se promueven actividades culturales con la finalidad de valorar tradiciones.	28.2	38.5	30.8

Nota: Fuente elaboración propia (2024)

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior en la Categoría de Participación Activa y Desarrollo de la Comunidad solo entre el 17.9 y el 30.8% de las empresas encuestadas lo incluyen en sus procesos operativos.

CONCLUSIÓN

Haciendo un análisis general de las empresas encuestadas se puede concluir que en términos generales menos del 60% de las empresas PyMES alinean sus planes estratégicos a las prácticas de responsabilidad social por lo que se puede considerar que adolecen de la comprensión de las prácticas de responsabilidad social según la norma ISO 26000:2010 “Guía de Responsabilidad Social”, lo que puede reflejarse en el alto índice de PyMES que cierran sus puertas según datos del INEGI, los resultados obtenidos en esta investigación nos deben dar pauta para atender la necesidad de las PyMES del municipio de Durango de conocer los temas centrales de la Responsabilidad Social y atenderlos. De tal suerte que las empresas antes mencionadas se puedan consolidar y de esta manera contribuir al desarrollo sostenible y el aumento de la productividad del estado.

Se propone dar seguimiento a la norma ISO 26000 en futuras investigación en diferentes sectores de las PyMES.

BIBLIOGRAFÍA

ACNUDH. (2024). *El ACNUDH y la buena gobernanza*. Obtenido de https://www.ohchr.org/es/good-governance/about-good-governance#:~:text=El%20concepto%20de%20gobernanza%20hace,evaluaci%C3%B3n%20al%20proceso%20de%20gobernar.

BBVA, W. (2024). *Sostenibilidad*. Obtenido de ¿Qué es el medioambiente y por qué es clave para la vida?: https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-medioambiente-y-por-que-es-clave-para-la-vida/

Borealis. (2024). *ISO 26000 y las Prácticas Operativas Justas*. Obtenido de https://www.boreal-is.com/es/blog/responsabilidad-social-iso-26000/#:~:text=Las%20pr%C3%A1cticas%20operativas%20justas%20abarcan,externas%2C%20para%20fomentar%20resultados%20positivos.

CLAC. (2024). *La Coordinadora Latinoamericana y del Caribe de Pequeños(as) Productores(as) y Trabajadores(as) de Comercio Justo (CLAC)*. Obtenido de https://clac-comerciojusto.org/derechos-humanos-y-ejes-transversales/buenas-practicas-laborales/

CNDH. (octubre de 2024). *Sitio web de la CNDH*. Obtenido de ¿Que son los derechos humanos?: https://www.cndh.org.mx/derechos-humanos/que-son-los-derechos-humanos#:~:text=Los%20derechos%20humanos%20son%20derechos,derechos%20humanos%2C%20sin%20discriminaci%C3%B3n%20alguna.

Córdoba, S. O. (2021). La comunicación en la gestión de la Responsabilidad Social Empresarial. *Correspondencia &análisis*, 137-156.

INEGI. (21 de 12 de 21). El INEGI presenta los resultados del estudio sobre la demogrfía de los negocios 2021. *INEGI Informa*, pág. 1.

INEGI. (21 de 12 de 21). El INEGI presenta los resultados sobre la demografía de loos negocios 2021. *INEGI informa*, pág. 1.

Iturbide, J. R. (05 de junio de 2018). La gestión de la Responsabilidad Social Empresarial. *El Economista*.

Robichaud, F. (11 de abril de 2024). *boréalis*. Obtenido de Desempeño social y ambiental: https://www.boreal-is.com/es/blog/responsabilidad-social-iso-26000/

Propuesta de Dispositivo Para la Rehabilitación de Mano Mediante Smartphone

José Luis Manzo Reyes[1], Mtro. Carlos Hernández Marcial[2], Ing. Jonathan Vargas Ramírez[3], Ing. Guadalupe Belem Gutiérrez Mayer[4], Ing. Ing. Ana Laura Hernández Vigueras[5]

[1]Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, e-mail: joseluis.manzo@utxicotepec.edu.mx ,
[2]Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, e-mail: c.hernandez@utxicotepec.edu.mx ,
[3]Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, e-mail: jonathan.vargas@utxicotepec.edu.mx ,
[4]Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, e-mail: guadalupe.gutierrez@utxicotepec.edu.mx ,
[5]Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, e-mail: ana.hernandez@utxicotepec.edu.mx

Línea de investigación: Mecatrónica

Resumen

En este trabajo se muestra el proceso de realización de la propuesta de un dispositivo para la rehabilitación de mano con datos obtenidos de estudiantes de 18 años del programa educativo de mecatrónica de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez (UTXJ) empleando Diseño Asistido por Computadora (CAD) con el software Solidworks en el desarrollo virtual de piezas para un sistema mecánico paralelo cerrado, su complemento Surface en el diseño de las estructuras de soporte y el complemento Simulation como Ingeniería Asistido por Computadora (CAE) en el análisis y la validación de los diseños aplicando materiales como son el Ácido Poliláctico (PLA) y resina foto curable al ser sometidos a una carga de 11 Newtons. Las estructuras y piezas pasan al proceso de manufactura con técnicas de modelado por deposición fundida (FDM) empleando el software Luban y estereolitografía (SLA) mediante el software Anycubic Photon Workshop determinando el tipo de material a emplear al momento de ser montados físicamente todos los componentes.

Los movimientos que se realizan a través de motores de corriente directa son programados empleando el microcontrolador ESP32 en formato de tarjeta que controla a tres drivers L293D encargados de manipular los posicionamientos en forma de grados usando encoders y de manera inalámbrica por mediación del protocolo bluetooth se envían las rutinas a desarrollar utilizando una aplicación programada en la plataforma App Inventor la cual es ejecutable en Smartphones con sistema operativo Android.

Palabras Clave: Bluetooth, Estereolitografía, Rehabilitación, Resina, Manufactura, Smartphone.

Abstract

Abstract This work presents the development of a hand rehabilitation device, leveraging data from 18-year-old students enrolled in the Mechatronics program at the Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez (UTXJ). The project utilizes Computer-Aided Design (CAD) through SolidWorks for the virtual modeling of components in a closed parallel mechanical system. Structural support designs are optimized with surface modeling, while Computer-Aided Engineering (CAE) simulations validate the mechanical integrity of the parts under a load of 11 Newtons. Materials such as Polylactic Acid (PLA) and photocurable resin were analyzed for their suitability during the validation phase. Manufacturing processes involve fused deposition modeling (FDM), facilitated by Luban software, and stereolithography (SLA) using Anycubic Photon Workshop. Material selection is finalized post-assembly of all components. The device's movements are powered by direct current motors, programmed via an ESP32 microcontroller, which interfaces with three L293D drivers. Positioning, measured in degrees, is controlled using encoders and wirelessly managed through a Bluetooth protocol. The routines are transmitted and executed via a custom application developed on the App Inventor platform, compatible with Android smartphones.

Keywords: Bluetooth, Stereolithography, Rehabilitation, Resin, Manufacturing, Smartphone

INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra ubicado en la Ciudad de México a cargo de la Dra. Claudia Arroyo Berezowsky quien preside el departamento de mano y microcirugía, dictamina que, de 2184 casos atendidos, el 33.5% de las lesiones se presentaron en estudiantes cuyas edades oscilaban entre los 16 y 20 años, así mismo enfatizó que el grupo más afectado fueron los pacientes de 21 a 30 años de edad con el 21,06%, presentando el diagnóstico principal de lesión por fractura metacarpiana II y V en un 14.42% descrito por Arroyo y Quinzaños (2021).

A partir de datos digitalizados de un brazo derecho se segmenta mano y antebrazo para desarrollar el diseño de la propuesta de un dispositivo para la rehabilitación en mano empleando datos de estudiantes masculinos con edades de 18 años del programa educativo de TSU en Mecatrónica de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez (UTXJ) en el estado de Puebla, con la intensión de comprobar las técnicas de diseño, sistema de transmisión mecánica y comunicación de datos en la ejecución de los cuatro movimientos generados en la muñeca de la mano unificando disciplinas como la conversión de polígonos a superficies y sólidos provenientes de escaneos 3D con software CAD, la comparación de materiales en el proceso de manufactura de componentes mecánicos que pueden soportar hasta 11 Newtons de fuerza generados por la mano en la posición de pinza, el control del posicionamiento de motores empleando programación en comunicación inalámbrica y el diseño de aplicaciones para Smartphone.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

Desarrollar la propuesta de un dispositivo para la rehabilitación de mano por medio del Diseño Asistido por Computadora e Ingeniería Asistida por Computadora (CAD-CAE) con el software SolidWorks aplicando manufactura de modelado por deposición fundida (FDM) y estereolitografía (SLA), empleando programación en la ejecución de movimientos de posicionamiento en el rango de movilidad de la muñeca de la mano controlando motores de corriente continua comandados desde una aplicación para Smartphone.

Diseño de las estructuras y el sistema de transmisión mecánica utilizando el software SolidWorks y los complementos Simulation y Surface.
Pruebas, desarrollo y comparación de componentes por medio de análisis de elementos finitos.
Manufactura de estructuras y piezas por técnicas de modelado por deposición fundida (FDM) con software Luban y estereolitografía (SLA) con software Anycubic Photon Workshop.
Programación mediante la IDE de Arduino de la tarjeta ESP32 para el posicionamiento de los motores de corriente directa empleando encoders.
Diseño y programación de una aplicación para el control de los motores de corriente continua por medio de la plataforma App Inventor.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de esta investigación se centra en el diseño de la propuesta de un dispositivo enfocado en la asistencia de la rehabilitación de muñeca de la mano aplicando mecanismos que acompañan a sus movimientos empleando el software SolidWorks en la gestión CAD respecto al diseño y análisis de los componentes estructurales y las piezas involucradas en el sistema mecánico para ser manufacturadas con técnicas aditivas de distintos materiales utilizando programación en la realización de los desplazamientos del sistema mecánico controlados por un microcontrolador a través de motores de corriente continua empleando instrucciones asignadas en una aplicación personalizada ejecutada desde un Smartphone.

METODOLOGÍA

Implementar tres áreas de la mecatrónica como son el diseño proveniente del software SolidWorks y los complementos Surface y Simulation en el desarrollo virtual, simulaciones, pruebas y vistas preliminares de componentes, la manufactura para las técnicas de deposición fundida (FDM) y estereolitografía (SLA) en el obtención de estructuras y piezas, así como la programación en el control de los movimientos del sistema de la transmisión mecánica paralela por medio de un microcontrolador en formato de tarjeta quién manipula a los drivers al momento de generar las inversiones de giro de motores corriente continua de forma secuencial con posicionamiento de encoders utilizando protocolos inalámbricos de comunicación ejecutando una aplicación diseñada a las necesidades de los operadores con un Smartphone en la creación de una interfase personalizada respecto a las necesidades de los usuarios.

FASES DEL DESARROLLO

Diseño de Estructuras de Soporte

En los humanos, las manos son las partes más complejas del cuerpo humano debido a que están conformadas por huesos como la base del metacarpiano, músculos por ejemplo los intrínsecos, nervios como el meridiano, arterias por ejemplo la radial, venas como la cefálica y muñeca en su articulación radiocarpiana descrito por Vasković (2023); ocasionando que no exista un solo proceso de rehabilitación para traumatismos que solucione los problemas presentados en las partes antes mencionadas, por tal motivo, se ha seleccionado a la región de la muñeca de la mano derecha centrándose en el diseño de una propuesta de un dispositivo de rehabilitación a modo que se estimulen los cuatro movimientos de la muñeca.

Mediante el análisis y toma de dimensiones del antebrazo, mano y muñeca con treinta estudiantes masculinos del programa educativo de mecatrónica de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez (UTXJ) se inician los procesos de diseño en las estructuras y piezas de la transmisión del sistema mecánico, los datos obtenidos se agrupan y se les aplica una media obteniendo los datos que se visualizan en la Tabla 1.

Tabla 1

Valores de Medias Aritméticas de Mano, Muñeca y Antebrazo Gestionados de Treinta Estudiantes Masculinos.

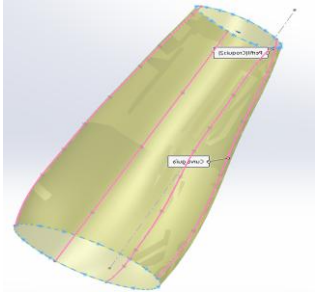
Parte por Medir	Sección Dimensionada	Valores de medias en mm
Mano	Longitud desde hueso escafoides a falange distal III	180
Muñeca	Diámetro la muñeca	175
Antebrazo	Longitud desde articulación radioulnar proximal a radioulnar distal	246

Nota: Pueden observarse los valores generados de las medias al medir mano, muñeca y antebrazos derechos de estudiantes masculinos. Fuente: Autor Propio.

Con las dimensiones obtenidas se procede a diseñar los croquis con el software SolidWorks y el complemento Surface empleando a forma de plantillas archivos en formato de polígonos generados por un escaneo 3d que sirven para asignar forma y aplicar los valores de las dimensiones obtenidas empleando la operación de recubrir superficie donde se obtienen las formas de las estructuras aplicando coser superficies y espesor transformando las superficies en sólidos como es mencionado por Dassaults Systemes (2023) que aportan soporte al sistema de trasmisión mecánica en el control de movimientos. Se divide en dos partes al antebrazo indicado en la Figura 1 y una parte correspondiente a la mano tomando en consideración en el diseño que las falanges pueden no estar en una posición cómoda al momento de su colocación visualizado en la Figura 2.

Figura 1

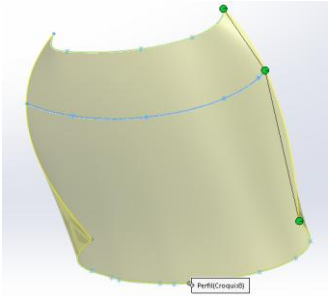
Diseño de la Parte Uno y Dos Correspondientes a la Estructura de Sección del Antebrazo Derecho.



Nota: Se observa el diseño de las estructuras para el antebrazo a través de SolidWorks empleando la operación de recubrir superficies. Fuente: Autor Propio.

Figura 2

Diseño de la Parte Tres Correspondientes a la Estructura Para la Mano Derecha.



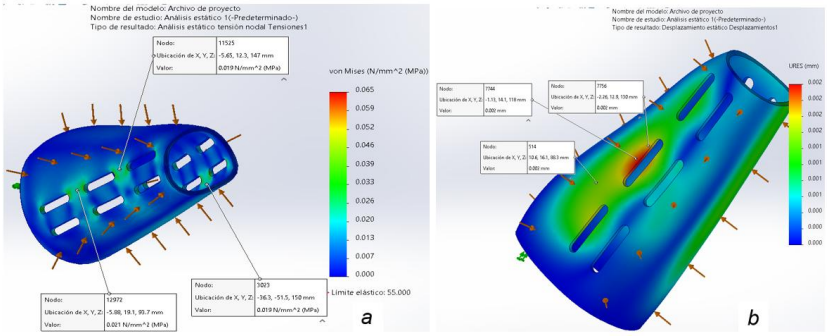
Nota: Se observa el diseño de las estructuras asignada a la mano derecha empleando SolidWorks a través de la operación de recubrir superficies. Fuente: Autor Propio.

A las estructuras superior e inferior desarrolladas mediante software correspondientes al antebrazo derecho se les somete a un análisis de elementos finitos el cual para calcularse debe de alimentarse con los datos del tipo de material de construcción, puntos de sujeción referenciales y una cantidad de fuerza aplicada como se indica en la metodología de análisis por Dassaults Systemes (2024), las tres partes

son sometidas a valores correspondientes al ácido poliláctico (PLA) y una fuerza de 11 Newtons, obteniéndose los valores de 0.065 MPa en tensión y el límite elástico es de 55 Mpa por lo cual se considera aceptable la estructura, por otra parte, el desplazamiento de la pieza indica en su condición mayor mostrada en el nodo 7740 es de 0.002 mm considerado un valor aceptable y no compromete las condiciones de las piezas del antebrazo visualizado en la Figura 3.

Figura 3

Análisis de Elementos Finitos en las Partes Correspondientes al Antebrazo Derecho.

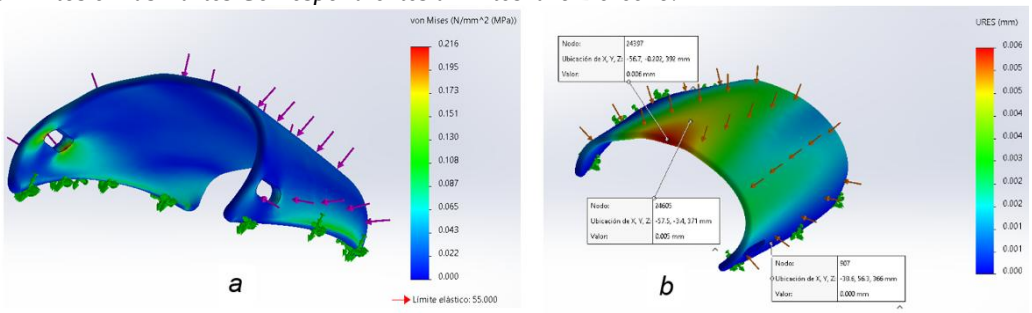


Nota: En la Figura 3a se muestran los resultados de tres de los puntos más relevantes en la deformación de la pieza considerados valores pequeños y en la Figura 3b se observan los valores de tres de los puntos con los valores más altos en desplazamientos de las piezas. Fuente: Autor Propio.

Aplicando el análisis de elementos finitos a la parte de la estructura de la mano con las mismas condiciones de material y de fuerza, se obtienen los valores de 0.216 Mpa en tensión y el límite elástico es de 55 Mpa por lo cual se considera que no se acerca a los límites de deformación plástica y es aceptable la estructura, por otra parte, el desplazamiento de la pieza indica en su condición mayor mostrada en el nodo 24397 es de 0.006 mm visualizando un valor aceptable observado en la Figura 4.

Figura 4

Análisis de Elementos Finitos en las Partes Correspondientes al Antebrazo Derecho.



Nota: En la Figura 4a se observan algunos puntos relevantes en la deformación de la pieza y en la Figura 4b se visualizan valores con mayor desplazamiento en la estructura. Fuente: Autor Propio.

Análisis del Sistema de Transmisión Mecánica Mediate Software CAE

Uno de los problemas a solucionar al momento de controlar los cuatro movimientos generados en la muñeca en un dispositivo para rehabilitación, es emplear un sistema mecánico el cual puede cubrir las necesidades de los movimientos antes mencionados, se ha seleccionado un sistema mecánico paralelo constituido por un elemento final unido a la base donde se sostiene el mecanismo empleando mínimo dos cadenas cinemáticas conformadas por eslabones quienes distribuyen la fuerza entre los elementos que la componen y su característica principal es actuar como un sistema cerrado descrito por Aracil, Saltarén, Sabater y Reinoso (2006).

Con las dimensiones generadas respecto del antebrazo, muñeca y mano se desarrolla la transmisión mecánica iniciando por el planteamiento de la base del mecanismo, los datos para el diseño de engranes rectos quienes son los encargados de asignar parte del dimensionamiento del mecanismo por motivos transmisión, las dimensiones y relaciones de juntas que son los eslabones conectores entre la base y el efector final se diseñan con una separación de 120° entre posición de eslabones y 45° en el diseño de las longitudes. Los engranes utilizados tienen una relación de transmisión unitaria, por lo cual, al momento de diseñar los seis engranes tienen asignados los mismos valores mecánicos con excepción de los ejes de montado, los valores contemplados en el desarrollo de los engranes consideran un módulo de 0.75 mm, un valor de 30 dientes y un ángulo de presión de 20°, el cálculo de los parámetros en su diseño puede observarse en la Tabla 2.

Tabla 2

Datos Para el Cálculo de Engranes Rectos.

No.	Concepto	Fórmula Aplicada	Resultados Obtenidos
1	Diámetro Exterior	De = m * (n + 2)	24 mm
2	Diámetro Primitivo	Dp = m * n	22.5 mm
3	Diámetro Interior	Di = Dp – (m * 2 * 1.167)	20.75 mm
4	Circulo de Trazado	CT = Dp * 0.93969	21.14 mm
5	Espesor de Diente	E = m * 1.5708	1.18 mm
6	Radio del Diente	RD = m *0.3	0.23 mm

Nota: Se muestran las fórmulas y resultados de los cálculos de engranes rectos que no sobrepasan a los treinta dientes. Fuente: Autor Propio.

En el desarrollo de la base de la transmisión mecánica se utiliza la parte de la estructura superior del antebrazo donde se emplean las dimensiones de superficie y la distancia a la estructura de la mano, al montarse los engranes conductores respecto a los engranes conducidos se genera la distancia de las piezas de los eslabones de conducción al efector final, el número de piezas y su descripción pueden observarse en la Tabla 3, así como el ensamblaje de la transmisión mecánica con una vista explosionada de las piezas como puede observarse en la Figura 5.

Tabla 3

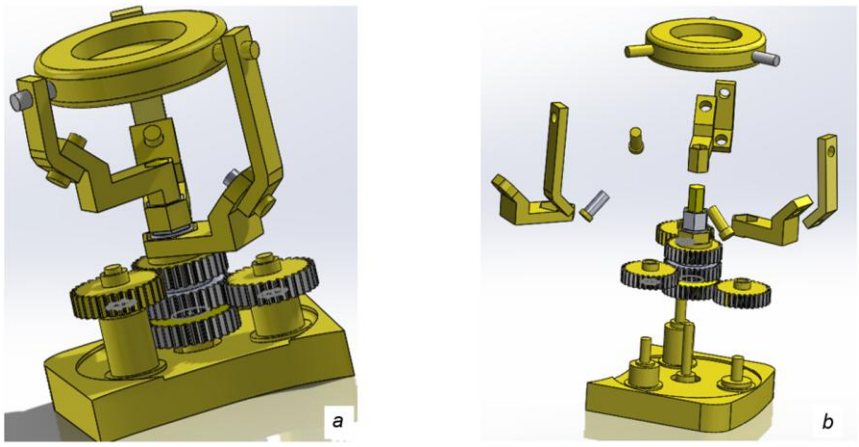
Datos de las Piezas del Sistema de la Transmisión Mecánica.

No.	Código de Pieza	Descripción	Dimensiones de Longitud en X Y en mm	
1	P1	Base del mecanismo	71.047	64.1009
2	P2	Engrane Conductor 1	23.9889	23.9889
3	P3	Engrane Conductor 2	23.9889	23.9889
4	P4	Engrane Conductor 3	23.9889	23.9889
5	P5	Cuerpo de Engrane Conducido 1	23.9889	23.9889
6	P6	Cuerpo de Engrane Conducido 2	23.9889	23.9889
7	P7	Cuerpo de Engrane Conducido 3	23.9889	23.9889
8	P8	Eslabón Conductor 1	14.9904	37.4429
9	P9	Eslabón Conductor 2	11	35.8249
10	P10	Eslabón Conductor 3	8.0622	33.4429
11	P11	Eslabón Conductor 4	8	38.796
12	P12	Eslabón Conductor 5	8	32.8478
13	P13	Eslabón Conductor 6	8.0622	24.7869
14	P14	Conector y Tapón de Junta 1	6	6
15	P15	Conector y Tapón de Junta 2	6	6
16	P16	Conector y Tapón de Junta 3	6	6
17	P17	Efector Final con Tapones	61.0483	64.5793

Nota: Los valores obtenidos del diseño de las piezas que integran al sistema de transmisión mecánica provienen de la comprobación del software Luban. Fuente: Autor Propio.

Figura 5

Ensamblaje del Sistema de Transmisión Mecánica.

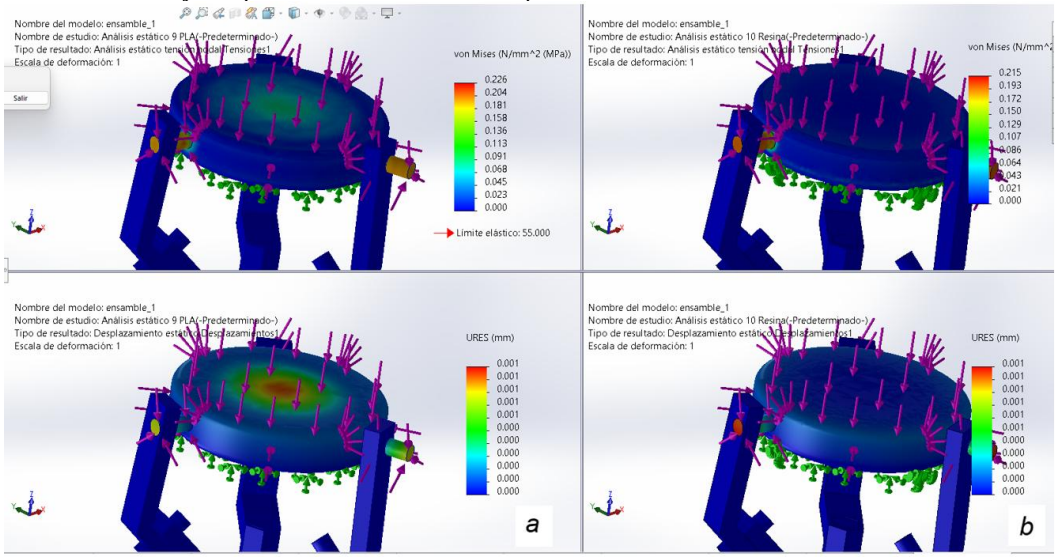


Nota: Las piezas son montadas desde la base hasta el efector final y el orden en el ensamblaje de las piezas se considera en sentido de las manecillas del reloj en la Figura 5a y una vista explosionada de las piezas en la Figura 5b. Fuente: Autor Propio.

Al momento de diseñar las piezas se requiere un valor de fuerza al que se van a someter, este valor se considera de 11 Newtons considerado como una holgura debido a que se selecciona un valor de 10.109 Newtons obtenido de personas de hasta 17.9 años aplicando fuerza en la forma de pinza gruesa de la mano descrito por Escalona, Naranjo, Lagos y Solís (2009). Las piezas diseñadas son ensambladas con la finalidad de comprobar sus ajustes y tolerancias mediante software, una vez ensambladas se procede a un análisis de elementos finitos entre puntos de contacto mecánico que son los generados por engranes, los nodos en los eslabones y el efector final verificando su comportamiento ante la carga a la cual son sometidas, se realizan pruebas en piezas de material PLA y resina foto curable en donde todas las piezas están dentro de los valores aceptables y no cercanos al límite elástico, se muestran los valores en la pieza del efector final como ejemplo comparando los resultados de los valores de tensiones en 0.226 MPa en el PLA y 0.215 MPa en la resina foto curable, los valores de la desplazamiento son de 0.001 mm en ambos materiales mostrado en la Figura 6.

Figura 6

Comparación de Datos de Tensiones y Desplazamientos Mediante Software SolidWorks.



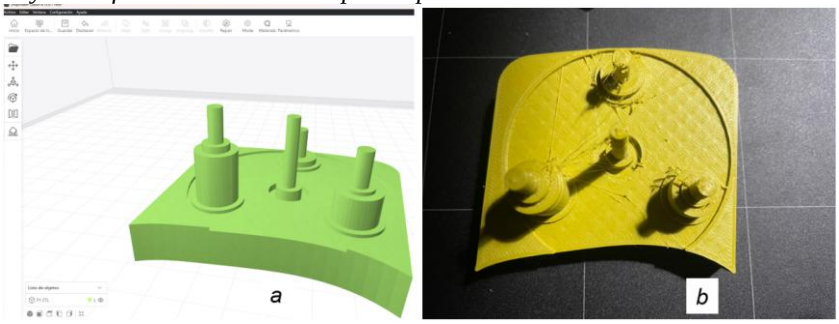
Nota: En la Figura 6a se observan los valores de esfuerzos y los desplazamientos empleando el material Ácido Poliláctico en la Figura 6b se muestran los esfuerzos y los desplazamientos a través de resina foto curable el material de análisis, dichos valores son comparados para obtener un análisis de los materiales empleados y las geometrías utilizadas. Fuente: Autor Propio.

Manufactura de Estructuras y Piezas

Las piezas una vez analizadas empleando el software SolidWorks con el complemento Simulation pasan a la etapa de manufactura en donde se emplearon dos métodos de manufactura, las tres estructuras correspondientes a la mano y antebrazo y las diecisiete piezas del sistema de transmisión mecánica se manufacturaron empleando la técnica de modelado por deposición fundida (FDM), previamente las piezas son convertidas en formato stl y cargadas en el software Luban visualizado en el ejemplo de la Figura 7 y las diecisiete piezas del sistema de transmisión mecánica mediante la técnica de estereolitografía (SLA) con el software Anycubic Photon Workshop mostradas en la Figura 8.

Figura 7

Pieza en Post Procesador Luban y Manufactura de Modelado por Deposición Fundida.



Nota: En la Figura 7a se observa el diseño de manufactura gestionado en el software Luban y en la Figura 7b se muestra la pieza manufacturada a través del modelado por deposición fundida con PLA. Fuente: Autor Propio.

Figura 8

Pieza Post Procesada con el Software Anycubic Photon Workshop y Manufacturada Mediante Estereolitografía (SLA).



Nota: En la Figura 8a se observa el diseño de manufactura aditiva del tipo estereolitografía empleado el software Anycubic Photon Workshop y en la Figura 8b se muestra la pieza manufacturada en donde puede notarse una fractura de una de las caras superficiales por exceso de exposición al tratamiento de curado UV al que es sometida como parte de su proceso de consolidación. Fuente: Autor Propio.

Debido a las dimensiones de las estructuras de la mano y del antebrazo no se manufacturaron con estereolitografía (SLA), encontraban fuera de los parámetros de trabajo, en el caso de las piezas correspondientes al sistema de transmisión mecánica SolidWorks no calcula la fragilidad que se genera al momento de tratar las piezas con alcohol isopropílico en su proceso de limpieza y el tiempo de exposición de curado UV que deben de tener las piezas después de ser manufacturadas. Las piezas presentan compatibilidad entre materiales de manufacturado, sin embargo, en algunos casos, algunas piezas manufacturadas con resina foto curable al ser golpeadas presentan fracturas observando en la Figura 7b.

Programación del Control de Movimientos de Motores de Corriente Continua

En el desarrollo del sistema de control en la propuesta de dispositivo para rehabilitación de mano, se emplearon motores de corriente continua (DC) controlados mediante un algoritmo PID (Proporcional-Integral-Derivativo), con el objetivo de controlar los movimientos de flexión, extensión, radial y cubital de la muñeca derecha. Para lograrlo, se diseña un sistema de control de posición utilizando encoders que proporcionan retroalimentación sobre la posición del motor, permitiendo movimientos precisos y controlados.

El sistema de control se basa en tres motores DC, cada uno de los cuales se asocia con un eje específico de la muñeca. Estos motores se controlan mediante una tarjeta ESP32, que recibe los comandos de movimiento de una aplicación móvil desarrollada en App Inventor. La comunicación entre el sistema y el usuario se lleva a cabo mediante Bluetooth, utilizando el módulo Bluetooth integrado en la tarjeta ESP32. La aplicación permite al usuario seleccionar el movimiento deseado y establecer el número de repeticiones necesarias completando la rutina de rehabilitación.

El cálculo del movimiento de los motores se determina en función de los pulsos generados por el encoder por cada revolución del motor, este valor se utiliza para calcular el ángulo de movimientos necesarios como lo describe Sailema (2021).

La fórmula empleada en el cálculo del movimiento del motor es la siguiente:

$$\text{pulsos necesarios} = \frac{\text{ángulo deseado } (°) \text{x pulsos por revolución}}{360} \qquad (1)$$

Donde:
Ángulo deseado es el ángulo de movimiento que se busca alcanzar en grados.
Pulsos por revolución es el número de pulsos generados por el encoder por cada vuelta completa del motor (por ejemplo, 4200 pulsos para un motor específico).
Implementación del Control PID
El algoritmo PID se implementó para asegurar un control preciso de la velocidad y la posición de los motores. Para ajustar los parámetros PID (K_p, K_i, K_d), se utilizó el método de Ziegler-Nichols, que es un enfoque experimental ampliamente utilizado cuando se requiere determinar los valores iniciales de estos parámetros en sistemas de control.

La fórmula general del controlador PID es la siguiente:

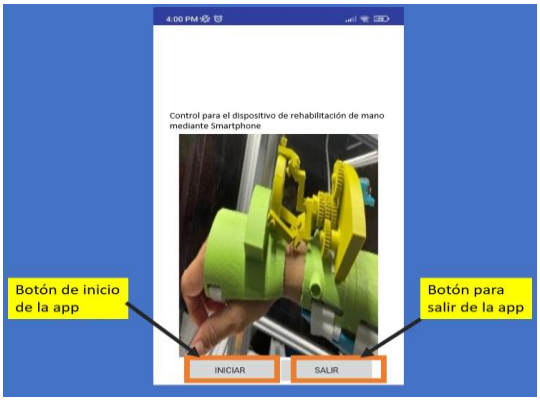
$$\text{Salida del PID} = K_p \text{ X } e(t) + K_i \text{ x } \int_0^t e(\tau)d\tau + K_d \text{ X } \frac{d}{dt}e(t) \qquad (2)$$

Donde:
e(t) representa el error, que es la diferencia entre la posición deseada y la posición actual del motor.

K_p,K_i y K_d son los parámetros del controlador PID que determinan la respuesta del sistema.
Los términos de integral y derivado permiten que el sistema responda adecuadamente a cambios rápidos y minimicen los errores persistentes.
Los parámetros K_p, K_i y K_d se ajustaron utilizando el método de Ziegler-Nichols, lo que permitió optimizar la respuesta del sistema y reducir los errores en los movimientos de la muñeca.
La interfaz de control de usuario fue desarrollada utilizando App Inventor, una plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles visuales. La aplicación permite al usuario seleccionar el tipo de movimiento y especificar el número de repeticiones para la rutina de rehabilitación. Los comandos de movimiento se envían al ESP32 a través de Bluetooth ajustando los motores y ejecutando los movimientos solicitados.
El sistema se implementa a través de la tarjeta ESP32, que se conecta a los motores mediante un puente H, lo que permite controlar la dirección y la velocidad de los motores mediante de la modulación por ancho de pulso (PWM). La comunicación Bluetooth entre la aplicación móvil y el ESP32 proporciona una interfaz sencilla e intuitiva para el usuario.

Diseño de Aplicación en la Plataforma App Inventor
Pantalla 1: Inicio de la Aplicación. La pantalla inicial actúa como el punto de entrada al sistema, presentando un diseño amigable que permite al usuario navegar hacia las opciones de tratamiento disponibles como es descrito por Toapanta (2017). Desde aquí, se accede al menú en donde se seleccionan las rutinas de rehabilitación, mostrado en la Figura 8.

Figura 8
Pantalla 1, Inicio de la Aplicación.



Nota. Se muestra la pantalla inicial con botones destacados en la aplicación desarrollada. Fuente: Autor Propio.

Pantalla 2: Selección del Tipo de Tratamiento, en esta sección, el usuario tiene la posibilidad de seleccionar entre dos tipos de movimientos terapéuticos:

Flexión y Extensión.
Radial y Cubital, esta selección determina las configuraciones y opciones presentadas en las pantallas subsiguientes.

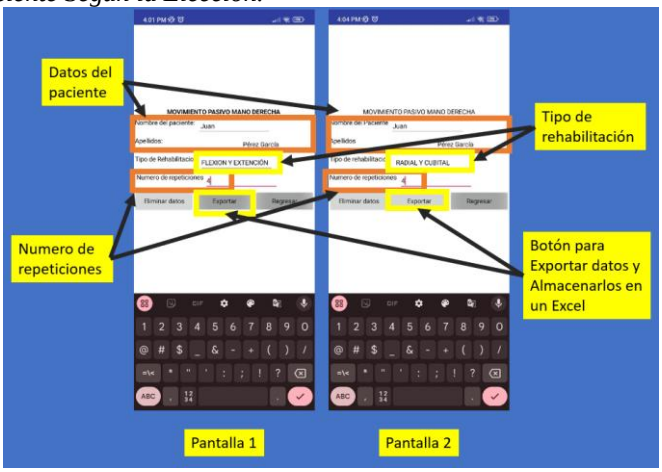
Figura 9
Pantalla 2. Selección del Tipo de Rehabilitación.



Nota. En esta pantalla se muestran los tipos de rehabilitaciones que puede hacer el aparato mostrando un ejemplo en la imagen de la aplicación de los tipos de movimiento de la muñeca. Fuente: Autor Propio.
Pantalla 3: Configuración de Datos del Paciente y Rutina en función del tipo de tratamiento seleccionado, la aplicación muestra una interfaz para ingresar los datos del paciente y la cantidad de repeticiones que se ejecutarán durante la rutina.

Flexión y Extensión se solicita al usuario registrar datos básicos del paciente (nombre y tipo de rehabilitación) y establecer el número de repeticiones. Una mejora implementada en esta aplicación es la posibilidad de exportar los datos ingresados a un archivo de Excel, facilitando el seguimiento clínico del paciente.
Radial y Cubital de manera similar, se proporciona un formulario de registro con los datos del paciente y la cantidad de repeticiones. Este proceso también incluye la opción de exportación de datos.

Figura 10
Pantallas de Registro de Datos del Paciente Según la Elección.



Nota. La pantalla 1 aparece cuando seleccionas Flexión y extensión, la pantalla 2 aparece cuando de selecciona Radial y Cubital. Fuente: Autor Propio.

Pantalla 4: Conexión Bluetooth e Inicio de la Rutina, en donde la aplicación permite conectar el dispositivo móvil al módulo Bluetooth del ESP32 para controlar los motores y ejecutar las rutinas seleccionadas.

Conexión Bluetooth, el usuario selecciona el módulo ESP32 de la lista de dispositivos Bluetooth disponibles.
Ejecución de la Rutina, una vez establecida la conexión, se permite iniciar la rutina:
Para el movimiento de Flexión y Extensión, se envía el comando A1N, donde N corresponde al número de repeticiones configuradas y si el comando visualizado en el IDE de Arduino es A14, nos indica que se va a ejecutar la rutina1 con 4 repeticiones.

Para el movimiento de Radial y Cubital, el comando enviado es A2N, donde N también indica el número de repeticiones y si el comando visualizado en la IDE de Arduino es A25, nos indica que es la rutina 2 con 5 repeticiones.

Figura 11

Pantalla 4 Conexión Bluetooth e Inicio de la Rehabilitación.

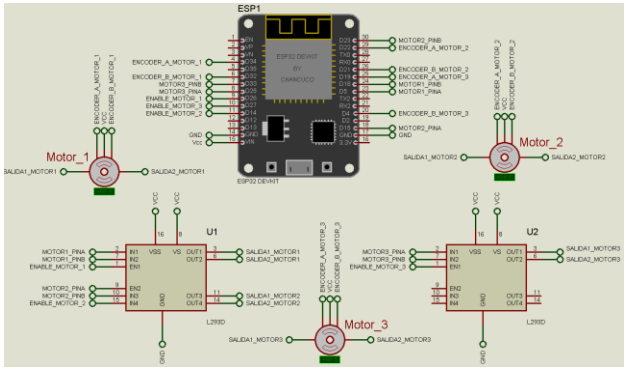


Nota. En esta imagen se indican donde se localizan los botones de inicio y vinculación para el control del aparto rehabilitador. Fuente: Autor Propio.

La conexión electrónica entre los motores, el ESP32 y los encoders se configuró siguiendo una estructura estándar para el control de motores con retroalimentación de posición. El ESP32 procesa las señales de los encoders y ajusta la velocidad y la dirección de los motores según los comandos recibidos de la aplicación móvil. A continuación, se presenta el diagrama de conexión de los motores con la tarjeta ESP32 en la Figura 12.

Figura 12

Diseño de Conexiones Electrónicas.



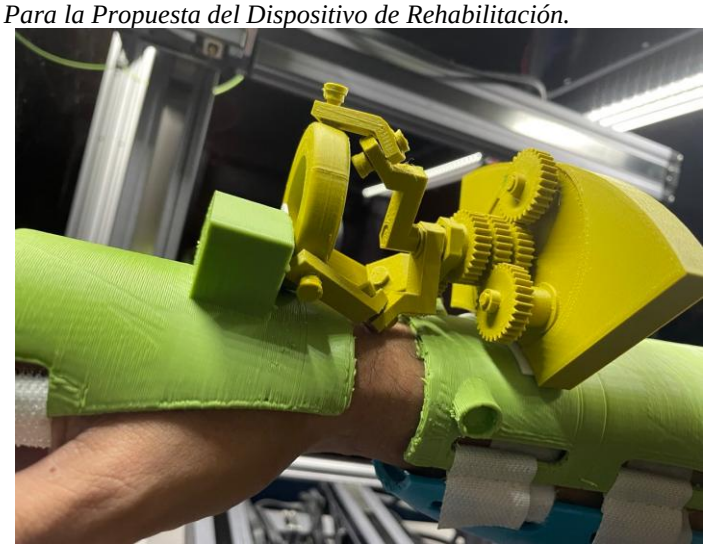
Nota. En este diseño electrónico se ocupan 2 puentes H para controlar el cambio de giro de los motores. Este sistema de conexión electrónica permitió que los movimientos de la muñeca se llevaran a cabo con la precisión necesaria garantizando una rehabilitación efectiva, siguiendo las rutinas de movimiento programadas de forma exacta y controlada. Fuente: Autor Propio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez que las estructuras y las piezas del sistema de transmisión son manufacturadas, se realiza el ensamblaje de los componentes para obtener la propuesta de dispositivo, cabe mencionar que las dimensiones pueden variar entre cada estudiante al momento del montaje debido a las dimensiones de la musculatura y longitudes entre miembros, sin embargo, puede ajustarse de manera externa por medio de cintas de velcro y de maneta interna por medio de aumentos como se muestra en la Figura 13.

Figura 13

Ensamblaje de Piezas y Estructuras Para la Propuesta del Dispositivo de Rehabilitación.

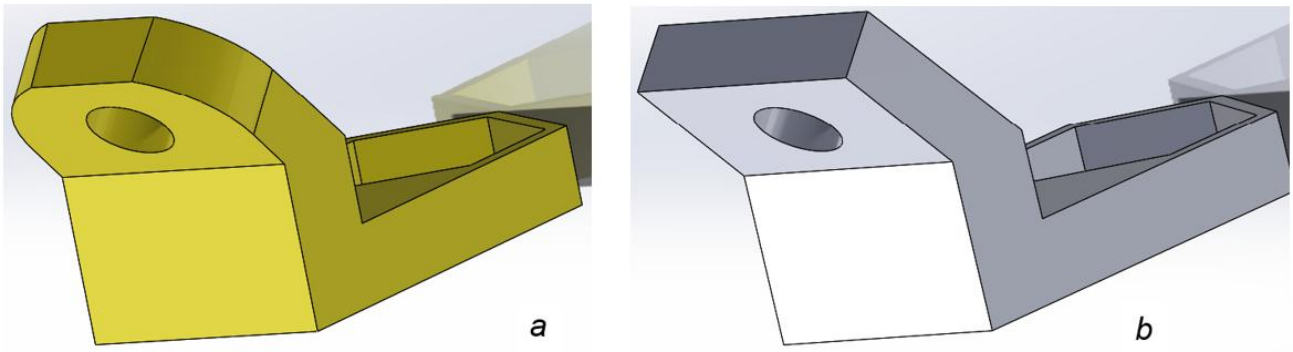


Nota: Se muestra el ensamblaje de la propuesta del dispositivo de rehabilitación con la intención de verificar movilidad, comodidad, ergonomía y demás datos necesarios. Fuente: Autor Propio.

Las piezas de color verde corresponden a la estructura de la mano y a la parte superior del antebrazo, la pieza de color azul corresponde a la estructura del antebrazo de la parte inferior, las piezas en color amarillo pertenecen al sistema de transmisión mecánica en donde al momento de montar el dispositivo se verificó una colisión y fricción en las arsitas de la pieza 8 con la pieza con la pieza 13 las cuales se modificaron, se les realizaron las pruebas de esfuerzos y se sustituyeron resolviendo el problema de fricción como se muestra en la Figura 14.

Figura 14

Cambio en el Diseño de la Pieza 8 Debido a Problemas de Fricción y Colisión.



Nota: En la Figura 14a se observa la pieza 8 con las modificaciones de redondeo que colisionaban en el ensamblaje real del dispositivo, en la Figura 14b se muestra la pieza 8 inicial que presenta detalles de colisión por su geometría. Fuente: Autor Propio.

CONCLUSIÓN

Desarrollar un dispositivo el cual complemente en una sesión de rehabilitación de muñeca de la mano el trabajo de recuperación escuchando las necesidades de terapeutas en la localidad de Xicotepec de Juárez del estado de Puebla determinan el primer paso en la creación de un modelo físico que ayude a acondicionar mejoras al momento de manufacturar componentes de un dispositivo que sea aprobado en un futuro en la rehabilitación, además de realizar programaciones flexibles mediante software con la idea de ajustarse mejor a las necesidades en la asistencia de movimientos como es el caso de controlar las repeticiones, la velocidad de rutina hasta el tiempo de operación de un dispositivo empleando un Smartphone con sistema operativo Android de forma inalámbrica sin la necesidad de estar observando el panel de instrumentación de forma estacionaria mejorarán la forma de trabajar con pacientes y terapeutas aportando un elemento extra en el proceso de recuperación.

BIBLIOGRAFÍA

Aracil, R., Saltarén, R. J., Sabater, J. M. y Reinoso, O. (2006). Robots Paralelos: Máquinas Con Un Pasado Para una Robótica del Futuro. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial. Recuperado de: file:///C:/Users/kicho/Downloads/ojsadmin,+tutorial2_vol3_num1%20(2).pdf

Berezowsky Arroyo, C. y Quinzaños Fresneado, J. (2021). *Epidemiología de las lesiones de mano y muñeca tratadas en un centro especializado de referencia durante un año.* Recuperado de: https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2021/or215i.pdf

Dassaults Systemes, SolidWorks. (2023). *Manual SolidWorks Surface.* (pp. 50-210).

Dassaults Systemes, SolidWorks. (2024). *Simulation.* (pp. 8-125).

Escalona, P., Naranjo, J., Lagos, V. y Solís F. (2009). *Parámetros de Normalidad en Fuerzas de Prensión de Mano en Sujetos de Ambos Sexos de 7 a 17 Años de Edad.* Revista Chile Pediatría 2009. Volumen 80. Recuperado de https://www.scielo.cl/pdf/rcp/v80n5/art05.pdf.

Sailema Sailema, E. V. (2021). *Modelación de un prototipo rehabilitador de muñecas para personas con discapacidad motriz* (Master's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi

Toapanta Vega, G. E. (2017). *Dispositivo mecatrónico para rehabilitación pasiva de muñeca.* Recuperado de: https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7163

Vasković, J. (2023). *Mano y muñeca (anatomía).* Recuperado de https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/mano-y-muneca

Dimensiones y Tolerancias para la inspección de partes

A. Alicia Fernanda Galindo Manrique[1], B. Reimundo Moreno Cepeda[2], C. Raymundo Diaz Robles[3]
D. José Antonio Romo Durón[4], E. Oscar López Lara[5]
[1] *Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey: alicia.galindo@tec.mx*
[2] *Universidad Autónoma de Coahuila: reimundo.moreno@uadec.edu.mx*
[3] *Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, e-mail: raymundo.diaz@tec.mx*
[4]*Universidad del Valle de Mexico, e-mail: jose_romod@my.uvm.edu.mx*
5Universidad Autonoma de Coahuila, e-mail: oslopezl@uadec.edu.mx

Línea de investigación: OTRAS INGENIERÍAS

Resumen
En la actualidad, la mayoría de los fabricantes y proveedores automotrices requieren el uso de una o más de las herramientas básicas para el control de procesos de producción. Las organizaciones que implementan herramientas como las CORE TOOLS pueden asegurar a sus clientes que cumplen con los requisitos aplicables de la Norma IATF 16949:2016 para la inspección y aprobación de las partes fabricadas.
Las herramientas centrales de calidad automotriz son los métodos y técnicas básicas de un sistema de gestión de calidad efectivo, en las que se cuentan la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) y el Plan de Control (CP), el Proceso de Aprobación de Parte de Producto (PPAP), el Análisis de Modo de Falla y Efectos (FMEA), el Análisis de Sistema de Medición (MSA), así como el Control de Proceso Estadístico (SPC).
Las organizaciones enfrentan el desafío de cumplir tres objetivos igualmente trascendentales:

a) Fabricar productos de alta calidad
b) Producir bajo un volumen sostenible
c) Cumplir con las entregas a tiempo

Para tener éxito en dichos objetivos, el estándar IATF 16949:2016 del Sistema de Gestión de Calidad (QMS) ha evolucionado para proporcionar orientación a las industrias y están respaldadas por las Herramientas básicas de calidad. El presente trabajo se centra en la implementación de un Sistema de Medición (MSA) efectivo para la inspección de partes y el aseguramiento de las mediciones y estándares de calidad solicitados por el cliente.

Palabras clave: Herramientas, Producto, Medición, Inspección.

Abstract
Today, most automotive manufacturers and suppliers require the use of one or more of the basic tools for production process control. Organizations that implement tools such as CORE TOOLS can assure their customers that they meet the applicable requirements of IATF 16949:2016 for the inspection and approval of manufactured parts.
The core automotive quality tools are the basic methods and techniques of an effective quality management system, including Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan (CP), Product Part Approval Process (PPAP), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Measurement System Analysis (MSA), as well as Statistical Process Control (SPC).
Organizations face the challenge of meeting three equally transcendental objectives:

a) Manufacture high-quality products
b) Producing under sustainable volume
c) Meet deliveries on time

To succeed in these goals, the IATF 16949:2016 Quality Management System (QMS) standard has evolved to provide guidance to industries and are supported by Basic Quality Tools. This work focuses on the implementation of an effective Measurement System (MSA) for the inspection of parts and the assurance of the measurements and quality standards requested by the client.

Keywords: Tools, Product, Measurement, Inspection.

INTRODUCCIÓN

Core Tools es un conjunto de herramientas principalmente usadas en el sector automotriz también conocidas como PPAP, APQP, CP, AMEF, SPC y MSA. Estas herramientas son procesos desarrollados conjuntamente por Chrysler, Ford y General Motors para diseñar, desarrollar, prevenir, medir, controlar, registrar, analizar y aprobar productos y servicios de calidad que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente.
Estas herramientas son un requisito de la especificación técnica IATF 16949 (ESPINAL, 2021).

Antecedentes

- En 1982 Chrysler, Ford y General Motors fundan la AIAG (Automotive Industry Action Group) con el fin de proporcionar un foro para cooperar con el desarrollo de las soluciones que beneficien a la industria automotriz.
- Entre 1990 y 1994 la AIAG publica los manuales de herramientas para la industria automotriz, los cuales se han venido actualizando de manera constante y han recibido la denominación genérica de "Core Tools".
- En 1994 se introduce la norma QS9000 como un primer intento de homologar los requerimientos de los Sistemas de Gestión de Calidad del "Big Three": Ford, GM y Chrysler.
- En 2002 la norma QS9000 es reemplazada por la especificación técnica ISO/TS 16949, desarrollada por la International Automotive Task Force (IATF) junto con el comité de ISO.
- El 3 de octubre de 2016 IATF 16949: 2016 fue publicado por el IATF y reemplaza al actual ISO / TS 16949, que define los requisitos de un sistema de gestión de calidad para organizaciones en la industria automotriz.

Beneficios de implementar las herramientas núcleo (Core Tools)

1. APQP – Todos los pasos requeridos para el desarrollo del producto son completados a tiempo.
2. PPAP – Se comprenden todos los requerimientos del cliente y así como también verificar si el proceso productivo cuenta con el potencial para fabricar productos que cumplan con las especificaciones.
3. FMEA – Asegura la prevención de fallas y por consecuencia reduce costos de la no calidad.
4. Plan de Control – Estandarización y confiabilidad en los Procesos, calidad en el producto y ganancias a la compañía y su personal
5. MSA – Evaluación de la calidad de un sistema de medición, así como los elementos básicos para su implantación exitosa.
6. SPC – Ser capaces de realizar estudios de capacidad de proceso para datos variables y por atributos.

Cuatro Objetivos Primarios que se pueden encontrar al inicio de cada uno de los manuales editados por el organismo rector de la Industria automotriz:

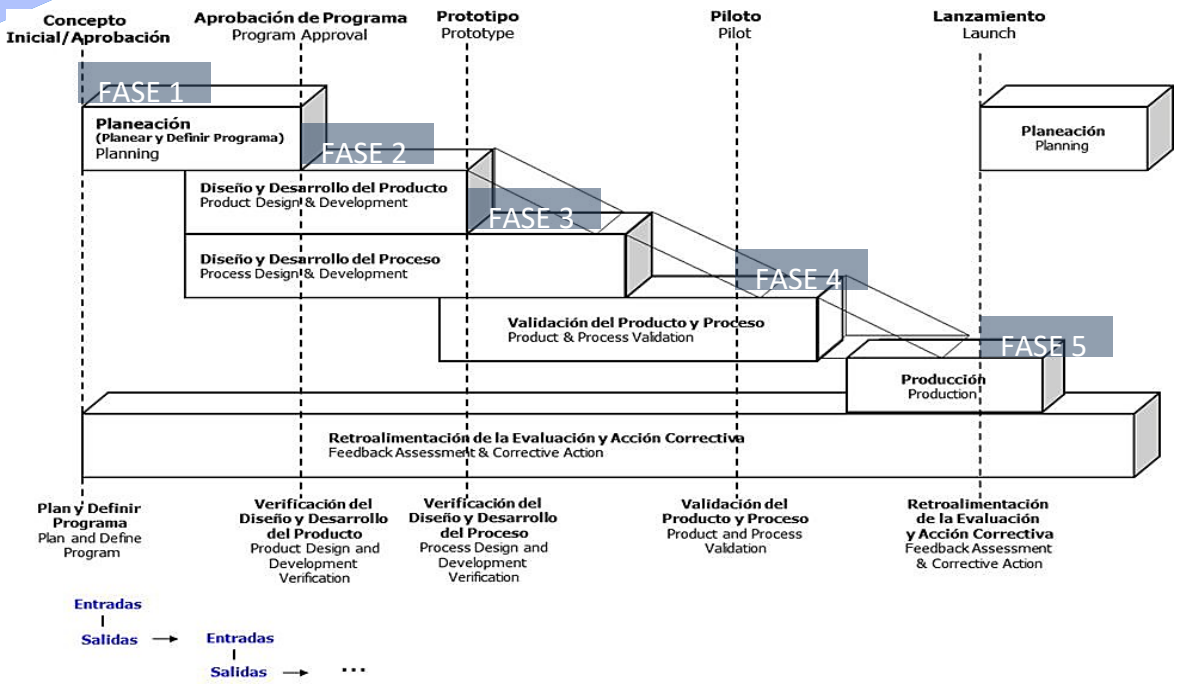
- Reducción de la Variación
- Prevención de defectos
- Reducción de los Desperdicios
- Satisfacción del Cliente

El APQP (Advanced Product Quality Planning) para la Administración del Proceso de fabricación

El APQP es un método estructurado que sirve para definir y establecer los pasos necesarios para asegurar que el producto cumplirá con las expectativas del cliente, además de ser un Manual de referencia.
Su propósito es asegurar que, antes de entregar por primera vez un producto al cliente, se hayan seguido todos los pasos necesarios y requerimientos a tiempo y se hayan establecido los controles requeridos para proporcionar un producto de calidad (AIAG, 2024).

El objetivo final es proporcionar un producto de calidad, a tiempo y al más bajo costo. A su vez, el APQP define los pasos requeridos para el desarrollo del producto a través de un métodos estructurado. Observe la figura 1.

Figura 1
Etapas que conforman el Proceso del APQP (HERNANDEZ, 2023).



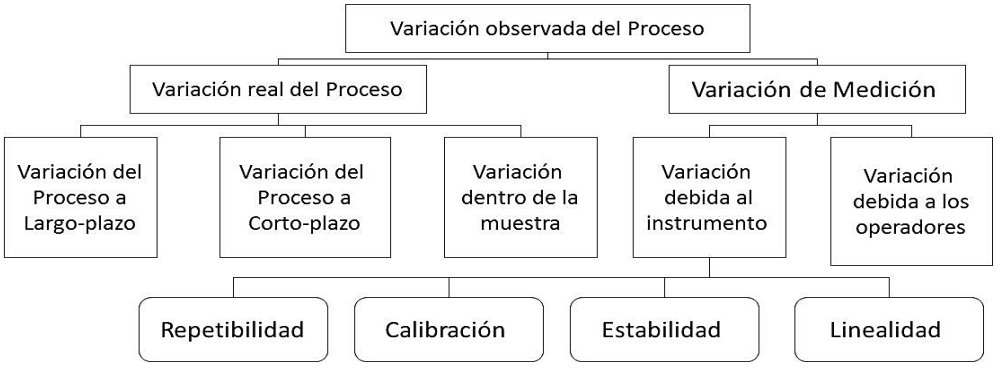
Análisis del Sistema de Medición (MSA)
El MSA es un experimento diseñado para identificar los componentes de variación en la medición (figura 2).

¿Porque se requiere medir?

- Comparar los datos de mediciones con los límites de control estadístico
- Hacer ajustes a los procesos, tomar decisiones
- Encontrar correlaciones entre dos o más variables

La calidad de los datos de medición es definida por las propiedades estadísticas de las múltiples mediciones obtenidas del sistema de medición operando bajo condiciones estables. Una de las razones más comunes de datos de baja calidad es cuando existe demasiada variación. Si las mediciones están "cercanas" al valor de referencia para la característica, entonces se dice que la calidad de los datos es "alta" (ESPINAL, 2021).

Figura 2
Posibles Fuentes de la Variación Observada.



DESARROLLO

La metodología por seguir considera las 5 Fases que conforman la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto, y la definición de los métodos de medición de acuerdo a los procedimientos dados (AIAG, 2018):

Fase 1: Planeación y definición del programa
Fase 2: Verificación del diseño y desarrollo del producto
Fase 3: Verificación del diseño y desarrollo del proceso
Fase 4: Validación del producto y del proceso
Fase 5: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas.

Conceptos relacionados con la Medición de partes

Medición. Es la asignación de números (o valores) a las cosas materiales para representar la relación entre ellas con respecto a propiedades particulares. El proceso de asignar los números es el proceso de medición y el valor numérico asignado es el valor de medición (AIAG, 2018).

Gage. Es cualquier dispositivo utilizado para obtener mediciones: frecuentemente utilizado para hacer referencia específicamente a los dispositivos usados en el piso de producción. Incluye dispositivos del tipo pasa / no pasa.
Sistema de medición. Es la colección de instrumentos o gages, estándares, operaciones, métodos, fixtures, software, personal, ambiente y supuestos utilizados obtener una medición. Un sistema de medición puede ser visualizado como un proceso de manufactura que produce números (datos) y por lo tanto, podemos aplicar en él todas las filosofías y conceptos estadísticos usados en los procesos de manufactura.
Estándar / Standard. Es una definición operacional que deberá generar los mismos resultados cuando son aplicados por el cliente o proveedor. Tendrá el mismo significado ayer, hoy y mañana.
Resolución efectiva. La sensibilidad de un sistema de medición para procesar la variación para una aplicación particular. Es la entrada más pequeña que resulta en una medición de salida. Siempre debe reportarse en unidades de medición.
Valor de referencia. Valor aceptado de un artefacto. Requiere una definición operacional. Es usado como un sustituto del valor verdadero.
Valor verdadero. El valor real de un artefacto. Es desconocido y no se puede conocer. Es deseable que cada lectura esté lo más cerca posible al valor verdadero.
Metrología. Ciencia que trata de las medidas, de los sistemas de unidades adoptados y los instrumentos usados para efectuarlas e interpretarlas.

OBJETIVOS

Objetivo General

Identificar los objetivos del Diseño, Lista de características especiales del producto y del proceso, así como la definición de un sistema de medición que permita la validación de partes y componentes automotrices.

Objetivos específicos

1. *Identificar el Diseño de la parte y sus características*
2. *Definir los instrumentos de medición para inspección y validación de partes*
3. *Identificar los tipos de reporte a utilizar en la validación de partes de acuerdo a los requisitos de la Norma IATF 16949:2016*

OBJETO DE ESTUDIO

Al hacer mediciones, las lecturas que se obtienen nunca son exactamente iguales, aun cuando las efectúe la misma persona, sobre la misma pieza, con el mismo instrumento, el mismo método y en el mismo ambiente (repetibilidad); Esta variación puede ser relativamente grande o pequeña, pero siempre existirá. El objetivo es establecer las herramientas que permitan la validación de partes, siempre y cuando se encuentren dentro de especificación.

METODOLOGÍA

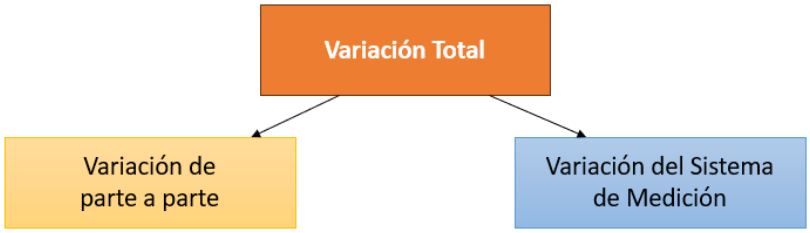
Hipótesis. Según las recomendaciones del manual del grupo AIAG, si la variación del sistema de medición es inferior a 10% de la variación del proceso, entonces es aceptable. Para evaluar la variación del proceso, se compara la contribución del R&R total del sistema de medición en la columna %Var. del estudio (%Tolerancia, %Proceso) indicada en la salida con los valores de la tabla.

FASES DEL DESARROLLO

Marco Teórico.

El Análisis del Sistema de Medición (*MSA – Measurement System Analisis*) es un conjunto de actividades que se llevan a cabo para estimar la calidad del Sistema de Medición de los equipos utilizados en la industria con el fin de conocer su influencia en la calidad de estos. El MSA busca encontrar y entender los tipos de variaciones en el proceso. Observe la figura 3.

Figura 3
Variación Total del proceso.



El Sistema de Medición debe adecuarse a discriminar entre partes para poder observar y evaluar la capacidad del proceso. El Requerimiento 7.1.5.1.1. respecto al Análisis del Sistema de Medición establece:

> *"Se deben realizar estudios estadísticos para analizar la variación presente en los resultados de cada sistema de medición y ensayo/prueba, de acuerdo a lo establecido en el Plan de Control".*

PROCEDIMIENTO PARA EL USO DE MEDICIONES A PARTIR DEL APQP

Fase 1: Planeación y definición del programa

En esta primera etapa, se considera conocer cuáles son los requerimientos y necesidades del Cliente. Se evalúan los supuestos del Producto y Proceso, así como los Objetivos del Diseño, de la Calidad y Confiabilidad y se evalúa la Lista Preliminar de Materiales, así como las características especiales a considerar.

Es importante contar con la documentación de ingeniería del producto, y en caso de no contar con ella, desarrollarla de común acuerdo con el cliente. Observe la figura 4.

Hoy en día muchos dibujos de ingeniería se crean en forma electrónica. El diseñador utiliza una computadora para crear una versión electrónica del dibujo. Frecuentemente ya no existe un original físico del dibujo; el original es un archivo de computadora. Las copias (planos) se hacen a través de una impresora o un "plotter". Independientemente de que los dibujos de ingeniería fueran hechos a mano o en la computadora, el propósito básico esencialmente es el mismo: el de registrar y comunicar información importante de una parte.

Norma ASME Y14.5. Esta Norma establece símbolos, reglas, definiciones, requisitos, valores predeterminados y prácticas recomendadas para establecer e interpretar el dimensionamiento, la tolerancia y los requisitos relacionados para su uso en dibujos de ingeniería, modelos definidos en archivos de datos digitales y documentos relacionados (ASME, 2018).

Fase 2: Verificación del diseño y desarrollo del producto

En esta etapa se desarrollan los documentos para realizar el Análisis de Modos y Efectos de Fallas de Diseño (AMEFD´s), identificando la facilidad de Manufactura y Ensamble, se verifican los diseños y las dimensiones a manejar; por lo que se realiza la Construcción de Prototipos. Los Dibujos o Planos de Ingeniería deben contar con datos matemáticos.

También en esta etapa se definen los requerimientos de Equipo, Herramental e Instalaciones Nuevos, así como los Equipos de Prueba y Gages para evaluación de partes. La figura 5 muestra el diseño y validación de prototipos.

Fase 3: Verificación del diseño y desarrollo del proceso

En esta etapa se evalúan las Normas y Especificaciones de Empaque, se genera una Matriz de Características, se elaboran los Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Proceso (AMEFP´s). se realiza el Plan de Control de Pre-Lanzamiento, y se genera el Plan de Análisis de Sistemas de Medición, así como los Estudios Preliminares de Habilidad de los Procesos. Observe la figura 6.

Figura 4
Revisión de especificaciones de parte y características especiales.

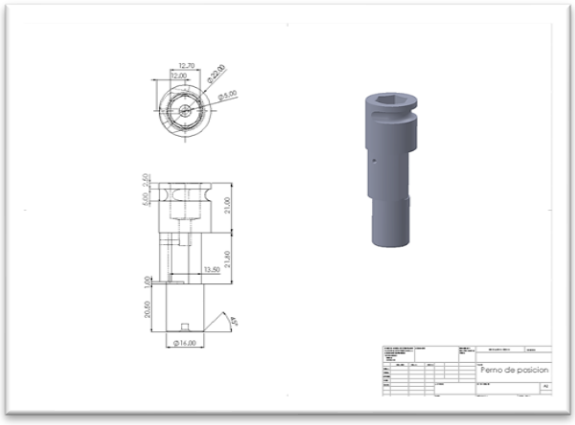


Figura 5
Definir los equipos de medición es muy importante, ya que estos definen la precisión en las medidas.



Figura 6
Diseño y validación de prototipos.



Fase 4: Validación del producto y del proceso
Se realiza una Corrida de Producción Significativa, los Análisis de Sistemas de Medición son muy importantes, ya que aseguran la fiabilidad de las piezas producidas; se realiza la Aprobación de Partes para Producción y se establece el Plan de Control de la Producción.

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad (R&R)
Un estudio R&R del sistema de medición le ayuda a investigar (HERNANDEZ, 2023):
Repetibilidad: Qué tanto de la variabilidad en el sistema de medición es causada por el dispositivo de medición. La repetibilidad es la variación causada por el dispositivo de medición. Es la variación que se observa cuando el mismo operador mide la misma parte muchas veces, usando el mismo sistema de medición, bajo las mismas condiciones.
Reproducibilidad: Qué tanto de la variabilidad en el sistema de medición es causada por las diferencias entre los operadores. La

reproducibilidad es la variación causada por el sistema de medición. Es la variación que se observa cuando diferentes operadores miden la misma parte muchas veces, usando el mismo sistema de medición, bajo las mismas condiciones.
Los operadores 1, 2 y 3 miden 20 veces la misma parte con el mismo sistema de medición.

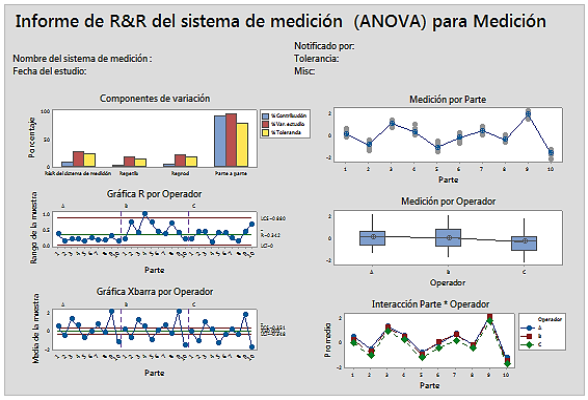
Evaluación de partes e Interpretación de resultados
La Tabla ANOVA de dos factores incluye términos para la parte, el operador y la interacción parte-operador. En un estudio realizado se tuvo un valor de p igual a 0.974. En este tipo de estudios se utilizan los Componentes de varianza (CompVar) para comparar la variación de cada fuente de error de medición con la variación total. En estos resultados, la columna %Contribución de la tabla R&R del sistema de medición muestra que la variación entre las partes es 92.24%. Este valor es mucho mayor que el R&R total del sistema de medición, que es 7.76%. Por lo tanto, gran parte de la variación se debe a las diferencias entre las partes. Vea la figura 7.

Figura 7
Interpretación de resultados en un estudio R&R.

R&R del sistema de medición

Componentes de la varianza

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0.09143	7.76
Repetibilidad	0.03997	3.39
Reproducibilidad	0.05146	4.37
Operador	0.05146	4.37
Parte a parte	1.08645	92.24
Variación total	1.17788	100.00



Fase 5: Evaluación, Retroalimentación y Acciones Correctivas.
Se trabaja en la Reducción de la Variación, la mejora en la Satisfacción de los Clientes, Mejoramiento en el Envío y Servicio, y se establece el uso efectivo de las Lecciones Aprendidas / Mejores Prácticas: lo que se ha hecho bien se replica en otros procesos similares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos de un Sistema de Medición se utilizan para: Aceptar o rechazar productos, Ajustar o no los procesos, Verificar el estado de un proceso a través de estadísticas, Relación de significancia entre variables, así como para mejorar el proceso. Es muy importante la fiabilidad de los instrumentos, ya que estos determinan que tan confiables son las mediciones realizadas y aceptar las piezas trabajadas.
Un estudio R&R permite validar el método de medición, así como los instrumentos utilizados.

CONCLUSIÓN

Los procesos de producción actuales utilizan herramientas estándar como son las Core Tools para validar las características especiales de las partes, así como para validar los procesos implementados. Esto permite cumplir con los requerimientos de la Norma IATF 16949:2016, la cual es un requerimiento para los proveedores de la industria automotriz. El implementar el uso de los instrumentos adecuados de medición permite asegurar los dimensionales solicitados por el cliente.

BIBLIOGRAFÍA

AIAG Automotive Industry Action Group. 2024. Advanced Product Quality Planning (APQP).
AIAG Automotive Industry Action Group. 2018. Core Tools Self-Assessment.
ASME (The American Society of Mechanical Engineers). 2018. Dimensioning and Tolerancing (ASME Y14.5-2018).
Espinal Carreón Efraín. 2021. Manual Básico de Core Tools. Ed. Independently published.
Hernandez, Alejandro. 2023. Manual de CORE TOOLS. Consultoría Global en Productividad.

Innovación tecnológica aplicada en la gestión de servicios administrativos de un área institucional de educación superior.

Gilberto Murillo González[1], German Martínez Prats[2]
Jorge Omar Vázquez Romero[3], Guillermo de los Santos Torres[4], Pablo Payró Campos[5]

[1]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División Académica de Ciencias y Tecnologias de la Información,e-mail: gmurillo76@gmail.com*
[2]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/ División Académica de Ciencias Economico Administrativas,e-mail: germanmtzprats@hotmail.com*
[3]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División Académica de Ciencias Básicas,e-mail: omar.vazquez18@live.com.mx*
[4]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División Académica de Ciencias y Tecnologias de la Información,e-mail: guillermodelossantos@gmail.com*
[5]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División Académica de Ciencias y Tecnologias de la Información,e-mail: pablopayro@gmail.com*

Línea de investigación: Gestión de tecnologías de la información

Resumen
El crecimiento tecnológico ha sido acelerado en los últimos años y con ello ha provocado diversos cambios significativos en la forma de interacción social, así como en las actividades que se realizan cotidianamente. La integración de soluciones a beneficios de procesos administrativo son más que una realidad, son hoy en día una necesidad operativa y en el ámbito universitario no son la excepción. La presente investigación tiene como objetivo establecer las bases conceptuales para el desarrollo de una herramienta tecnologías que utilice nuevas tecnologías de la información, para dotar a la comunidad universitaria de un escenario controlado para la divulgación y creación de estos contenidos representativos de los programas analíticos de sus diversos planes y programas de estudio, utilizando una metodología scrum para su análisis y diseño, así como un instrumento cualitativo para la recopilación de las principales elementos de interés a considerar en el desarrollo del presente instrumento. Los resultados muestran la importancia de contar con herramientas institucionales para la estandarización de los contenidos, así como la transformación de los principales procesos que integran esta actividad con la finalidad de coadyubar en la toma de decisiones y mejora en los procesos de enseñanza aprendizaje.

Palabras clave: Inclusión digital, Innovación tecnológica, Ecosistemas digitales.

Abstract
Technological growth has been accelerated in recent years and has brought about significant changes in the form of social interaction, as well as in the activities that are performed on a daily basis. The integration of solutions for the benefits of administrative processes are more than a reality, they are nowadays an operational necessity and in the university environment they are no exception. The objective of this research is to establish the conceptual basis for the development of a technological tool that uses new information technologies to provide the university community with a controlled scenario for the dissemination and creation of these contents representative of the analytical programs of their various study plans and programs, using a scrum methodology for its analysis and design, as well as a qualitative instrument for the collection of the main elements of interest to be considered in the development of this instrument. The results show the importance of having institutional tools for the standardization of contents, as well as the transformation of the main processes that integrate this activity with the purpose of contributing in the decision making and improvement of the teaching-learning processes.

Keywords: Digital inclusion, Technological innovation, Digital ecosystems.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), se encuentra en un proceso de transformación digital y la División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información (DACyTI) contribuye en establecer diversas estrategias y propuestas para fortalecer la transformación digital planteada por la institución. Tomando como base esto, la creación de un sistema de información, el cual, buscan establecer mejoras continuas a uno de los procesos operativos manuales existentes en la UJAT, como es la creación de los programas analíticos de los planes de estudios de la DACyTI, dotando a los profesores de un escenario colaborativo, donde la integración de los 5 planes de estudios existentes a nivel licenciatura y los 5 planes de estudio a nivel posgrado de la DACyTI, fungen como la muestra para establecer un escenario digital de transformación para los diversos programas analíticos. Esta innovación tecnológica que se plantea vincula el trabajo colaborativo en línea para establecer la elaboración dinámica de los programas analíticos de acuerdo con el tipo de versión, creando una plantilla dinámica del formato, para ser integrado en un entorno de almacenamiento que permita establecer un estándar, para la participación de los diversos actores, como son: administrativos, docente, y estudiantes.

Con la creación de este tipo de herramienta, la cual, están basadas en las características dinámica de colaboración, así como la analítica de escenarios de usabilidad, se intenta establecer nuevos mecanismos que brinden a la comunidad académica diversos factores para la optimización de la gestión académica, administrativa e institucional, la cual, permita gestar una coherencia en la estructura de los contenidos educativos propuestos en los documentos analíticos de los planes de estudios en concordancia con el nivel de formación. Esto en la actualidad es un reto para muchas de las Instituciones de Educación Superior (IES), desde el solo planteamiento de la estandarización, se convierte en un desafío que exige una clara planeación en la creación, diseño, organización y actualización de manera óptima referente a sus planes de estudio, programas analíticos, antologías y cualquier instrumento que brinde la guía del contenido formativo del estudiante, mismos que deben de estar alineados a las demandas y exigencias del entorno social, bajo una colaboración permanente en su actualización, derivado de los cambio tecnológicos, teorías, herramientas pedagogías que permitan la vinculación integral del contenido planteado, con los nuevos escenarios sociales en cada una de las asignaturas del plan de estudio ofertado a la comunidad académica **(García, 2018)**. El desarrollo de una herramienta tecnológica para estos fines propone una transformación disruptiva en la gestión interna y de la comunicación de los actores en el proceso de una manera ágil, ampliando a partir de esta centralización e intercambio de evidencias y conocimiento una transformación sustancial en la mejora al proceso de enseñanza – aprendizaje, la cual, integrar las diversas experiencias didácticas y de planificación de los involucrado en la creación, actualización e impartición de los programas analíticos de la DACyTI, de sus diversos planes de estudio.

El modelo conceptual planteado, establece funcionalidades que centralizan la información y a partir de esta estructura, permite la colaboración entre los distintos actores académicos, según **Laudon y Laudon (2020)**, el planteamiento tecnológico de un sistema de información debe de facilitar el acceso de los datos, contar con una alta integración y acoplamientos con otros entorno, departamentos y sistemas, así como una fluida integración de la información. Desde esta perspectiva, el diseñar estratégicamente un sistema de información que permita la realización de un trabajo colaborativo en línea, y colabore con la estandarización de los proceso en la creación, actualización y difusión de los programas analíticos de los planes de estudio de la DACyTI, mediante el uso de las tecnologías de la información, para la reducción y perdida de información relacionada con la ejecución de estos instrumentos académicos, experiencias muy recurrentes al ser objetos encapsulados en entornos creados bajo el formato de documento portátil (Pdf), según **Turba et al, (2021),** la automatización de procesos administrativos, académicos mediante el uso de herramientas tecnológicas, aporta a un clara acción en la reducción de errores, así como una contribución asertiva en la eficiencia operativa al reducir los tiempos invertidos en procesos cíclicos.

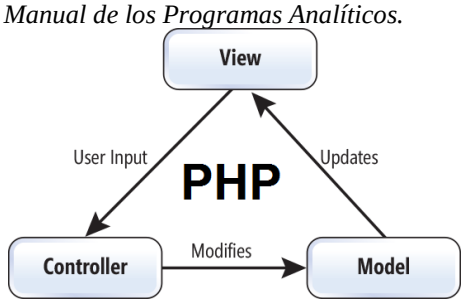
DESARROLLO

El desarrollo de esta propuesta basada en la generación de un sistema de información que permita la creación, actualización, seguimiento y control de los diversos programas analíticos de la DACyTI, a través de la transmisión de datos creada por Tim Barners-Lee en el siglo pasado, llamada “World Wide Web”, mediante la elaboración de un modelo tecnológico dinámico, usando software libre como es el lenguaje de desarrollo PhP, y utilizando el Sistema Manejador de base de datos PostgreSQL, **Berrío et al, (2014).** La utilización de este lenguaje de programación de código abierto para el desarrollo de aplicaciones web dinámicas, el cual es, de fácil intuición y manipulación, con características basada en escenario multiplataforma con requerimientos mínimos para su configuración **(Norhaidah, 2019)**, lo convierte en una alternativa tecnológica de gran beneficio para la elaboración de dicha propuesta, misma que permite alcanzar los objetivos planteados en el desarrollo de esta estrategia de innovación tecnológica.

Alcanzar proceso de innovación tecnológicos, producto de cambios disruptivos en las actividades sustanciales en las áreas administrativas de una institución de educación superior es un avance más a la modernización de los servicios y una adaptación a la transformación digital de nuestros tiempos, **O’Brien y Marakas (2019).** Este tipo de modelos y sistemas de automatización proponen un cambio sustancial al proceso manual y al mismo tiempo establece la identificación de micro tareas aislada por los servicios tecnológicos centralizado en potencializar la participación en las redes sociales, el crecimiento de los programas informáticos que se instalan en los dispositivos móviles, mejor conocidas como (app) y el uso de Inteligencia Artificial (IA), así como diversas tecnologías actuales, que en muchos de los caso se omiten proceso de naturalezas específicas, que son de uso cotidiano en el actuar de una institución de educación superior. En la figura 1, se

muestra el esquema de comunicación del Modelo – Vista – Controlador, el cual, sugiere ser la alternativa técnica para el desarrollo del Modelo o sistema de automatización de los Programas Analíticos (PA).

Figura 2.- *Representación Gráfica del Proceso Manual de los Programas Analíticos.*



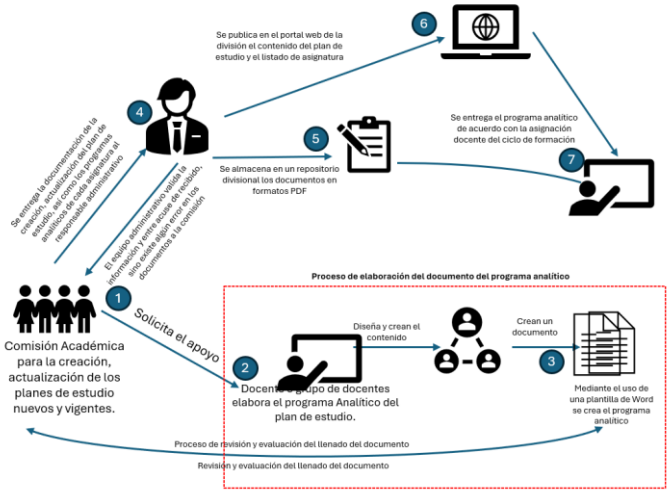
Nota: Modelo Vista - Controlador.
Fuente: MVC architecture: Simplifying web application development.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El objetivo de la propuesta es establecer el desarrollo de un modelo automatizado para la creación, actualización y gestión de los programas analíticos vigentes en la División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información (DACYTI). Esto a través de diseñar los principales procesos para la creación de programas analíticos, establecer el modelo conceptual para la creación de una herramienta o sistema tecnológico, la determinación de los mecanismos para la elaboración y diseño de diversas herramientas de colaboración para la integración de los programas analíticos vigentes de los planes de estudio de la DACYTI a través de tecnologías libres y bajo un estándar metodológico de desarrollo, utilizando el marco de SCRUM, abordando en el presente articulo los elementos conceptuales representativos para la creación del modelo de automatización correspondiente para dicha propuesta.

La definición de los elementos conceptuales para el desarrollo del modelo de automatización de los programas analíticos, permite identificar las diversas estrategias y beneficios que aporta el contar con una herramienta o sistema en línea que contribuya a reducir no solo la carga administrativa, ni la búsqueda de la información respecto a los documentos del plan de estudio, sino que también permite establecer una mejor línea de acción en la base de la comunicación institucional entre los docentes, administrativos, coordinadores académicos y estudiantes, ya que todos los actores contaran con un instrumento único de comunicación y al mismo tiempo establece un medio centralizado para el manejo, operación de la información de los programas analíticos en sus diversas fases del tiempo, en la figura 2, se muestra una representación gráfica del proceso actual, a través de la representación de una Rich Picture.

Figura 2.- *Representación Gráfica del Proceso Manual de los Programas Analíticos.*



Nota: Esquema representativo del proceso para elaborar los programas analíticos de la DACyTI.
Fuente: Esquema Desarrollo propio.

OBJETO DE ESTUDIO

El plantear un cambio hacia un proceso manual y que este sea a través de la tecnología, permite visualizar diversos escenarios de ejecución, elaboración y de definición, mismos que aporta una serie de estrategias, las cuales, permiten realizar una clasificación en la importancia de algunas tareas del proceso actual. En este orden de ideas, y de acuerdo con **Tobón (2023),** los Programas Analíticos (PA), cumple con la clasificación de ser documentos prioritarios en el ámbito académico y en general en todo el entorno educativo, porque a través de ellos, se trazan los elementos formativos de importancia que se emplearan en la impartición de la asignatura. Algunos de estos elementos establecidos en el documento de los PA, son el contenido temático por unidad, los objetivos generales y específicos por unidad, la metodología, los criterios de evaluación, así como las acciones sugeridas para el abordaje del contenido de la asignatura y sus fuentes bibliográficas de investigación, entre otros aspectos. Según **Stark y Lattuca (2021),** este documento integra la exigencia de formalizar el proceso educativo, transformándose en el marco oficial para el seguimiento académico y sus mecanismos de evaluación. Para **Morales (2018),** desde un punto de vista pedagógico, los PA, permiten a los docentes diseñar las diversas estrategias de contenidos y experiencias que coadyuve al aprendizaje, protagonizando la planificación académica adecuada, mismas que se encuentra vinculada a los objetivos académicos del plan de estudio, así como ser una guía estructurada que ayuden al docente a dicha planificación, para organizar la enseñanza, facilitando el orden y secuencia de los temas a desarrollar durante el ciclo de formación.

Según **Biggs y Tang (2011),** plantea que un correcto diseño de los PA, aporta una fusión de mayor orden en la enseñanza, aprendizaje y la evaluación al estar estrechamente interrelacionadas para motivar y alcanzar un aprendizaje profundo y significativo. Desde este enfoque, una correcta administración de los recursos de los planes de estudio y de la asignación de sus programas analíticos, contribuyen a una acción estrategia de participación colaborativa en la institución, su creación, forma parte de los aspectos de sostenibilidad de la calidad expresada en la formación académica de los estudiantes, en ese sentido **López y Lledó (2021),** plantea que un PA bien analizado, diseñado, permite ser más transparente en la asignación de los recursos, aportando una clara planificación para los diversos recursos necesitados para fortalecer el procesos de la enseñanza – aprendizaje.

Estos factores de transparencia incluyen la identificación del perfil adecuado del docente, la realización de material didáctico y mejores propuestas para la evaluación del contenido formativo de los estudiantes. Es por estas características que los PA no solo aportan una estructura teórica a la formación académica, sino también propones cambios estructurales dentro de la administración de la institución, proporcionando información representativa y clara para la toma de decisiones y mejora continua en la calidad educativa ofertada. En la Tabla 1, se muestra una muestra representativa del número de asignaturas por programa educativo de la DACyTI, los cuales, deben de incluir los programas analíticos pertinentes. Desde esta interpretación de la muestra referente a los programas educativos se puede identificar la dependencia tecnológica para la integración de los recursos existentes en los diversos Programas Analíticos para la asociación de espacios continuos de formación para la comunidad universitaria y para cualquier nivel académico asociado.

Tabla 1

Muestra Representativa del Número de Asignatura por Programa Educativo con su Programa Analítico.

Programa Educativo	Número de asignaturas por carrera último plan activo
Ingeniería en Informática Administrativa	59
Ingeniería en Sistemas Computacionales	58
Licenciatura en Informática Administrativa	61
Licenciatura en Sistemas Computacionales	56
Licenciatura en Tecnologías de la Información	58
Licenciatura en Telemática	55

Nota: Listado de Programas Educativos de la DACyTI.
Fuente: *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*

METODOLOGÍA

La investigación se estructuro en tres fases fundamentales, cada una con objetivos específicos orientados al desarrollo de un modelo de automatización para la creación de Programas Analíticos (PA) en la DACyTI. Estas fases integran metodologías del campo de la Ingeniería de Software como del Método Científico, asegurando la validez y funcionalidad del modelo propuesto. Estas tres fases contempla los siguientes elementos*: Fase 1.- Identificación y Diagnóstico de los Programas Analíticos Existentes en la DACyTIA; Fase 2.- Análisis y Clasificación de los criterios principales del formato digital para los Programas Analíticos existentes en los programas educativos activos; y Fase 3.- Diseño del nuevo modelo estándares para la recopilación de los datos, atributos y elementos dinámicos para la creación del universo de los Programas Analíticos existentes de la DACyTI, utilizando el marco de desarrollo basado en SCRUM, para el desarrollo de*

la propuesta del modelo de automatización planteado, aportando en cada fase diversos elementos de la ingeniería de Software y algunos aspectos del método científico para la recopilación y construcción de la información necesaria en el desarrollo de esta propuesta.

La Fase 1: Identificación y Diagnóstico de los Programas Analíticos Existentes en la DACyTI
En esta fase se realizó un análisis exhaustivo de los diversos Programas Educativos (PE) vigentes y su Programa Analítico (PA) correspondiente, con el propósito de identificar los criterios, reglas y normativas claves para el diseño tecnológico de los PA. De igual forma se alcanzaron algunos objetivos específicos, identificando actores, roles y criterios de operación, necesarios para la creación de los Programas Analíticos, así como las reglas de ejecución para el diseño tecnológico de estos instrumentos, así como los diverso modelos y técnicas para el desarrollo del Back-end y del Front-end del modelo, que brinde las bases para la automatización de los Programas Analíticos (PA). Esta fase inicial, se encuentra en proceso la revisión de los campos a emplear en el documento especifico que tendrá como resultado el Programa Analítico (PA) elaborado, para ello, es necesario realizar la base del estándar del contenido estructural y técnico del documento, lo que permite formar una mejor revisión hacia el plan académico que debe de cumplir el esquema tecnológico de los PA.

Fase 2: Análisis y Clasificación de los Criterios Principales para el Formato Digital de los Programas Analíticos

En esta etapa se procedió al análisis y categorización de los elementos estructurales que conforman los PA, así como se abordan diversos planteamientos tecnológicos para el desarrollo de este proyecto, se establecen una serie de técnicas cuantitativas y cualitativas para la realización de los análisis y recopilación de los principales criterios existentes en los documentos de los Programas Analíticos. El objetivo fue definir los atributos y parámetros necesarios para la creación del formato digital. La identificación de estos criterios, obedecen el compromiso institucional de ofertar diversos modelos educativos de calidad, a través de una coherente, hábil y estandarizada planificación académica, la cual, debe de estar alineada a los objetivos y metas del plan institucional. Alguno de los criterios identificados, forman parte del potencializado interés de acrecentar las habilidades académicas, de igual forma incluyen las descripciones especificas de las competencias a desarrollar, los distintos objetivos de aprendizajes de acuerdo con los contenidos temáticos, así como las estrategias de enseñanza, mismas que establecen diversos modelos de evaluación, desde una perspectiva colegiada para su integración el accionar de la enseñanza, (**García, 2018**).

De acuerdo con la revisión de diversos autores, **González (2020),** expone la importancia de los programas analíticos, lo que permite establecer la realización de un estudio exploratorio descriptivo por medio del cual se identifiquen los datos necesarios para el desarrollo del modelo de automatización, para ello, se establece la creación de un instrumento de recopilación de información para establecer el análisis pertinente. Con la información que se obtenga se plantea el diseño del modelo tecnológico a desarrollar que podrá ser accedida e instalada por los diverso actores que participan en el proceso de la creación, actualización y consulta de los programas analíticos de acuerdo con el rol que desempeñen, como son: *Administrativos*, *Comisión*, *Docentes y Estudiantes*, convirtiendo a este modelo automatizado en un apoyo al proceso de recopilación de información para la creación y actualización de los PA, para la comunidad académica institucional, en apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior.

Fase 3: Diseño del Modelo de Estándares para la Automatización de los Programas Analíticos
La última fase se centró en el diseño de un módulo estandarizado que permita la recopilación, clasificación y manejo dinámico de los datos. De igual forma, se establecen las directrices que determina el modelo conceptual y técnico para la creación del instrumento digital para la elaboración de los Programas Analíticos (PA), estas directrices forma la estructura normativa y operativa dentro del flujo de elaboración de los PA, la cual, se establecerá como esquema de datos dentro del modelo de automatización y la base para la creación del Sistema de información que centralice los contendidos temáticos, validados, activos y vigentes, para la organización de los módulos o unidades mediante una secuencia lógica del contenido expresado en el PA.

Para el desarrollo de estas fases, se utilizó el marco de trabajo de SCRUM, permitiendo un desarrollo ágil e iterativo de la propuesta. A lo largo de estas fases, se integraron elementos de Ingeniería de Software, que permitieron la identificación de requisitos, diseño de arquitectura y validación de funcionalidades, asegurando que el sistema no solo cumpla con los estándares académicos, sino que también sea adaptable para futuras actualización. El presente enfoque metodológico asegura que el desarrollo del modelo de automatización esté basado en los principios sólidos de ingeniería y alineado con las necesidades académicas, garantizando una solución escalable para la creación de los Programas Analíticos en la DACyTI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN
La presente investigación muestra resultados relevantes en relación con la automatización de los Programas Analíticos (PA) en la DACyTI. Como primer aspecto, se logro identificar, mapear y reorientar los procesos actuales para la creación y actualización de los PA, diluyendo las diferencias técnicas y operativas detectadas en términos de tiempo y precisión. Los usuarios del proceso manual reportan diversas inconsistencias en el llenado de la información, así como demoras significativas en la actualización y verificación de los contenidos y secciones del documento, lo que afecta la calidad y disponibilidad de los Programas Analíticos para la comunidad académica. El modelo de

automatización propuesto responde a estas diferencias identificadas, ofreciendo un marco estandarizado que optimiza los tiempos de elaboración, permite una reducción de errores significativos y contribuye en establecer un mejor escenario para la actualización de los PA, **Miranda, et al (2018).**

Para **Marcelo (2018),** la innovación tecnológica y los cambios de paradigmas son ejes transformadores, su aplicación en la gestión de servicios administrativos y académicos de las instituciones de educación superior han replanteado su vinculación, ahora desde la transformación de los procesos relacionados con los Programas Analíticos para la creación, actualización y evaluación. Según **Abrutsky (2012),** la sistematización de los procesos permite una mejora en la realización de la actividad, precisando los datos, reduciendo los factores de conflictos y errores en su elaboración y optimizando los tiempos de procesamiento. Estas son algunas de las características que se buscan al implementar un modelo de automatización, necesidad imperante en la actualidad al avance de la digitalización de los servicios.

Con la implementación del marco SCRUM, se integró un esquema un desarrollo ágil y colaborativo a la propuesta, brindando al equipo de trabajo una iteración constante sobre el diseño del modelo de automatización, misma que permitió establecer la validación del modelo propuesto a través de diversas pruebas conceptuales bajo un entorno controlado, observando desde este esquema de simulación una reducción del 40% en el tiempo promedio requerido para la generación de un Programa Analítico en comparación con el proceso manual, **Vogelzang et al (2020).** Esta mejora permite determinar la importancia del modelo automatizado en las actividades directas de la gestión académica, impulsando la necesidad de integrar mas elementos de innovación tecnológica para transformar los procesos actuales como lo describe **Stark y Lattuca (2021),** mismos que actúan como ejes disruptivos y transformadores para la optimización de los procesos administrativos en beneficio de los escenarios académicos.

La innovación tecnológica y los cambios de paradigmas son pilares fundamentales para la transformación digital; su aplicación en la gestión de los servicios administrativos y académicos permiten replantear su vinculación, así como la relación costo – beneficio en la automatización de los procesos que se integran en la elaboración de los Programas Analíticos**, Cico et al (2020).** La sistematización de los procesos permite una mejora en la realización de las actividades de la gestión académica, precisando la importancia de los datos, reduciendo los factores de conflictos, carga excesiva y errores en el proceso de elaboración, mismo que permiten mantener una interacción mediante una herramienta tecnológica en cualquier capa del entorno**, Kuz et al (2018).**
Finalmente se destaca la ventajas del modelo de automatización propuesto para la comunidad académica y administrativa, el cual, destaca la necesidad de la establecer una ruta ideal para la simplificación de tareas y claridad en la presentación de los datos correspondiente a cada sección de los Programas Analíticos (PA), como lo describe **Turban et al (2021),** la integración de procesos altamente analizado y definidos, así como la integración de interfaces intuitivas, mismas que facilitan el uso de cualquier modelo tecnológico, características necesarias para una rápida adaptación del personal académico, centrando el mayor tiempo y esfuerzo a la elaboración sustancial de los Programas Analíticos. Así, el modelo propuesto no solo responde a una necesidad tecnológica definida por la comunidad académica, sino que también permite vincular la simplificación de procesos, tramites y servicios desde la gestión académica, **Espinoza (2018),** subrayando la necesidad de generar más desarrollos tecnológicos que permitan mejorar los procesos académicos y que estos coadyuben a la consolidación del desarrollo institucional.

BIBLIOGRAFÍA

Abrutsky, M., Reinosa E., Muñoz R., et al., (2012) Bases de Datos. 1ra ed. México: Alfa Omega.
Berrio, C., Jorente, M., & Santana, R. (2014). Trayectoria tecnológica Web y el orden digital en Latinoamérica: reflexiones históricas desde Brasil. Revista Interamericana de Bibliotecología 2014, vol. 37, n° 2, pp. 127-140.
Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University* (4th ed.). Open University Press.
Cico, O., Jaccheri, L., Nguyen-Duc, A., & Zhang, H. (2020). Exploring the intersection between software industry and Software Engineering education—A systematic mapping of Software Engineering Trends. *Journal of Systems and Software*, 110736. https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110736
Espinoza Altamirano, M. J. (2018). Las TICS como factor clave en la gestión académica y administrativa de la universidad. *Gestión en el Tercer Milenio*, *20*(39), 35–44. https://doi.org/10.15381/gtm.v20i39.14141
García-Peñalvo, F. J. (2018). Technological ecosystems for enhancing education: A proposal for future learning environments. Journal of Information Technology Research, 11(3), 1-11.
González, M. (2020). La importancia de los programas analíticos en la educación superior. Revista de Educación Superior, 15(1), 34-47.
Kuz, A., Falco, M., & Giandini, R. (2018). Comprendiendo la Aplicabilidad de SCRUM en el Aula: Herramientas y Ejemplos. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, 21*, 62–70. https://doi.org/10.24215/18509959.21.e07
Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). Management Information Systems: Managing the Digital Firm. Pearson.
López, C., & Lledó, M. (2021). Gestión educativa y programas analíticos: una relación necesaria. Journal of Educational Management, 8(2), 112-125.
Marcelo, C. (2013). Las tecnologías para la innovación y la práctica docente. Revista Brasileña de educación, 18(52), 25-47. https://bit.ly/3lpvOy2

Miranda, L., Angulo, L. y Román, G. (2018). El programa perfiles, dinámicas y desafíos de la educación costarricense: una propuesta para la innovación pedagógica y la producción de materiales y recursos didácticos tecnológicos en la Universidad Nacional, Costa Rica. Revista Educare, 22(1), 1-24. https:// doi.org/gv7x
Morales, J. (2018). Programas analíticos: herramienta para la calidad educativa. Educación y Pedagogía, 10(3), 75-88.
MVC architecture: Simplifying web application development. (2023, mayo 2). Web Design, UI/UX, Branding, and App Development Blog; Ramotion. https://www.ramotion.com/blog/mvc-architecture-in-web-application/
Norhaidah A. Haris, N. H. (2019). *PHP Frameworks Usability in Web Application Development*. https://doi.org/10.35940/ijrte.c1020.1083s19
O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2019). Introduction to Information Systems (16th ed.). McGraw-Hill Education.
Stark, J. S., & Lattuca, L. R. (2021). *Shaping the College Curriculum: Academic Plans in Context* (3rd ed.). Wiley.
Tobón, Sergio (2023). Manual para elaborar el programa analítico en el marco de la Nueva Escuela Mexicana. CIFE (www.cife.edu.mx)
Turban, E., Pollard, C., & Wood, G. (2021). Information Technology for Management: Advancing Sustainable, Profitable Business Growth. John Wiley & Sons.
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. (s/f). Ujat.mx. Recuperado el 22 de octubre de 2024, de https://www.ujat.mx/dacyti
Vogelzang, J., Admiraal, W., & Van Driel, J. (2020). A teacher perspective on SCRUM methodology in secondary chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, *21*(1), 237–249. https://doi.org/10.1039/C9RP00111E

Automatización de ventana residencial mediante IoT

Gonzalo Soberanes Flores[1], Juan Jaime Fuentes Uriarte[2]

[1]*Universidad Politécnica del Valle del Évora, e-mail: gonzalo.soberanes@upve.edu.mx*
[2] *Universidad Politécnica del Valle del Évora, e-mail: juanjaime.fuentes@upve.edu.mx*

Línea de investigación: Internet de las cosas

Resumen

En este artículo se presenta el diseño e implementación de un sistema IoT que automatiza el control de una ventana deslizante residencial, optimizando la ventilación y protegiendo el interior frente a condiciones climáticas adversas. La metodología incluyó la integración de un sensor DHT22 para medir temperatura y humedad, un motor a pasos D8-MOTOR80 con controlador A4988 para el movimiento de la ventana, y un Arduino UNO como controlador principal. El sistema operó mediante lógica programada en Arduino, utilizando dos botones como finales de carrera para garantizar seguridad en los límites del movimiento.

Los resultados mostraron un desempeño confiable del sistema: la ventana se cerró automáticamente al superar un 80% de humedad, indicando probabilidades de lluvia, y se abrió cuando la temperatura superó los 34 °C con humedad inferior al 80%, favoreciendo la ventilación. El sistema respondió eficientemente a las condiciones ambientales predefinidas y demostró precisión en el control del motor a pasos.

En conclusión, este proyecto valida la viabilidad de aplicar tecnologías IoT para automatizar sistemas residenciales de manera económica y funcional. Los resultados sugieren que futuras mejoras, como la integración de control remoto, podrían ampliar su aplicabilidad en el ámbito de la automatización del hogar.

Palabras clave: Arduino, A4988, DHT22, domótica, IoT.

Abstract

This article presents the design and implementation of an IoT system that automates the control of a residential sliding window, optimizing ventilation and protecting the interior from adverse weather conditions. The methodology included the integration of a DHT22 sensor to measure temperature and humidity, a D8-MOTOR80 stepper motor with A4988 controller for window movement, and an Arduino UNO as the main controller. The system operated using logic programmed in Arduino, using two buttons as limit switches to ensure safety at the limits of movement.

The results showed reliable system performance: the window closed automatically when humidity exceeded 80%, indicating a chance of rain, and opened when the temperature exceeded 34 °C with humidity below 80%, favoring ventilation. The system responded efficiently to predefined environmental conditions and demonstrated precision in stepper motor control.

In conclusion, this project validates the feasibility of applying IoT technologies to automate residential systems in an economical and functional manner. The results suggest that future improvements, such as remote control integration, could expand its applicability in the field of home automation.

Keywords: Arduino, A4988, DHT22, home automation, IoT.

INTRODUCCIÓN

La automatización residencial, como parte de la evolución tecnológica impulsada por el Internet de las Cosas (IoT), ha revolucionado la manera en que se gestionan tareas cotidianas en el hogar. Este paradigma conecta dispositivos electrónicos para facilitar la interacción entre los sistemas residenciales y el entorno, mejorando tanto la comodidad como la eficiencia energética (Lee & Lee, 2015). En este contexto, las ventanas automatizadas representan una solución innovadora, permitiendo regular las condiciones interiores basándose en parámetros ambientales, como la temperatura y la humedad (Palattella et al., 2016).

El presente proyecto desarrolla un sistema IoT para la automatización de una ventana deslizante residencial en el estado de Sinaloa, México donde en el verano el clima es muy caliente, húmedo y con lluvias. Para el sistema se utiliza un sensor de temperatura y humedad (DHT22), un motor a pasos con su controlador (D8-MOTOR80 y A4988), y una placa de desarrollo Arduino UNO, se implementa una lógica de control capaz de abrir o cerrar la ventana en respuesta a condiciones climáticas específicas. Este sistema no solo busca optimizar el confort en el hogar, sino también mitigar el impacto de factores como altas temperaturas o lluvias inesperadas.

La literatura destaca que soluciones similares han mejorado significativamente la eficiencia energética y la adaptabilidad de los entornos residenciales mediante tecnologías asequibles y accesibles (Gubbi et al., 2013). Este artículo documenta el diseño, implementación y evaluación del sistema propuesto, subrayando sus aportes a la automatización del hogar y proponiendo futuras mejoras en su funcionalidad y alcance.

DESARROLLO

Para este proyecto se decide utilizar la placa Arduino UNO R3 por ya contar con algunas de ellas, además esta placa es una de las más populares para el IoT en instituciones educativas, ya que es de bajo costo, multiplataforma, con un entorno de programación simple y claro, de código abierto y extensible, Hardware abierto y extensible (Soberanes y Fuentes, 2023). El sensor de temperatura y humedad ambiental DHTT22, es económico y de fácil adquisición, tiene una buena precisión en sus mediciones, aunque con un tiempo de respuesta lento (Ahmad et al, 2021), la precisión es del 98.15% (Yulizar et al, 2022), lo cual lo vuelve adecuado para el proyecto. El motor a pasos D8-MOTOR80 se adquirió porque no se tenía presupuesto para uno de mayor tamaño y para una primera versión de prueba del proyecto, este era suficiente.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Objetivo General**: Diseñar e implementar un sistema IoT que automatice la apertura y cierre de una ventana residencial deslizante en función de temperatura y humedad ambiental.
- **Objetivos Específicos**:
    1. Medir y monitorear la humedad y temperatura mediante el sensor DHT22.
    2. Implementar un control de posición utilizando un motor a pasos y finales de carrera.
    3. Programar un sistema lógico en Arduino que optimice la ventilación y proteja contra condiciones de posibles lluvias.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio es un sistema automatizado basado en IoT para gestionar ventanas residenciales deslizantes, evaluando su respuesta a diferentes escenarios climáticos.

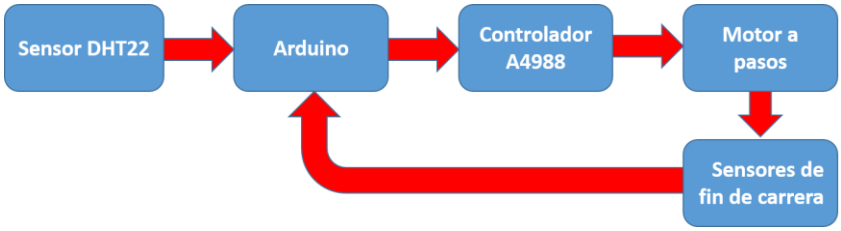
Existen muchos dispositivos de IoT que se pueden utilizar para implementar este sistema, pero la plataforma más utilizada es arduino, por su confiabilidad y bajo costo.

METODOLOGÍA

La representación del hardware del sistema en un diagrama de bloque se puede observar en la Figura 1.

Figura 1.

Diagrama a bloques del hardware del sistema de automatización de ventana residencial



Arduino obtiene la lectura de temperatura y humedad ambiental del sensor DHT22 y si es necesario acciona el motor a pasos mediante el controlador A4988 para abrir o cerrar la ventana (Creación propia)

El sensor DHT22 que aparece en la figura 2, actúa mediante un sensor capacitivo de humedad y un termistor, no requiere calibración, se comunica mediante una seña digital, su voltaje de alimentación es de 3.3 a 6V DC, su rango de operación para humedad es de 0 a 100% y para temperatura es de -40 a 80 grados Celsius, por lo cual es ideal para medir las condiciones ambientales de una habitación y su implementación con arduino es muy sencilla. El pin digital del DHT22 se conectó al pin digital 12 de Arduino.

Figura 2.
Sensor de temperatura y humedad relativa DHT22



El sensor DHT22 tiene unas dimensiones de 14x18x5.5mm

La Arduino UNO es una placa de desarrollo microcontrolada basada en el ATmega328P. Es ampliamente utilizada para proyectos de electrónica y programación debido a su facilidad de uso y flexibilidad. Incluye 14 pines digitales de entrada/salida (6 de ellos PWM), 6 entradas analógicas, conexión USB, conector de alimentación, y un botón de reinicio, como se observa en la Figura 3. Es ideal para proyectos de IoT, robótica y automatización gracias a su compatibilidad con múltiples sensores y actuadores (Arduino, s.f.).

Figura 3.
Arduino UNO

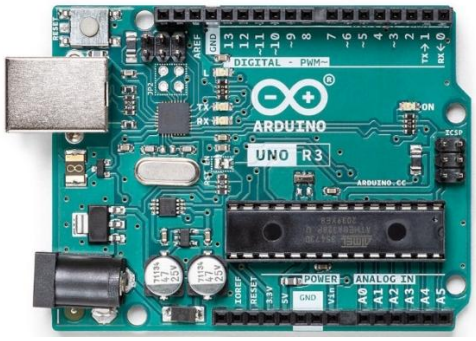


Imagen tomada de la página web oficial *arduino.cc*

El A4988 que aparece en la Figura 4, es un controlador compacto para motores a pasos diseñado para simplificar el manejo de motores bipolares. Es capaz de controlar la dirección y velocidad del motor utilizando micropasos de hasta 1/16, lo que proporciona movimientos suaves y precisos. Soporta corrientes de hasta 2 A por fase (con un disipador térmico adecuado) y ofrece funciones avanzadas como control de corriente ajustable, protección contra sobrecalentamiento, cortocircuitos y baja tensión. Es ampliamente utilizado en aplicaciones como impresoras 3D, CNC y proyectos de robótica (UElectronics, s.f).

Figura 4.
Controlador A4988

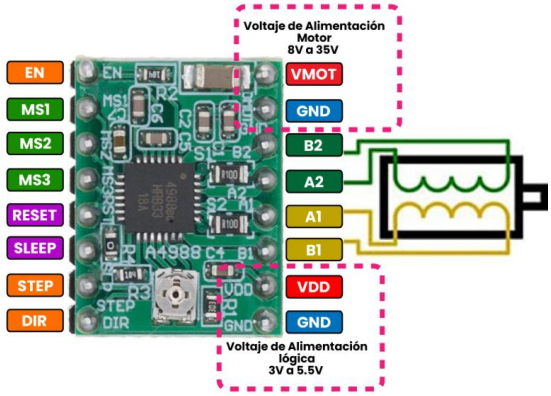
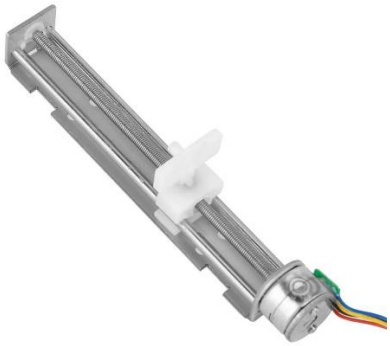


Imagen mostrando los pines y conexión del motor, tomada de *https://uelectronics.com/producto/a4988-driver-para-motor-a-pasos-con-disipador/*

El pin DIR del controlador A4988 se conectó al pin digital 2 de arduino, para controlar la dirección de giro del motor. El pin STEP se conectó al pin digital 3 de arduino. El pin EN se conectó al pin digital 10 de arduino. Los pines VDD y GND se conectaron a 5V y tierra respectivamente, mientras que los pines VMOT y GND a 12V y tierra.
El motor a pasos modelo D8-MOTOR80 es un motor bipolar que opera con un voltaje de 12V DC. Está diseñado para movimientos lineales precisos gracias a su tornillo lineal y un bloque deslizante, con un recorrido máximo de 80 mm. Tiene un ángulo de paso de 18° por paso y es comúnmente utilizado en aplicaciones como máquinas de grabado o proyectos DIY relacionados (DishanTech, s.f.).

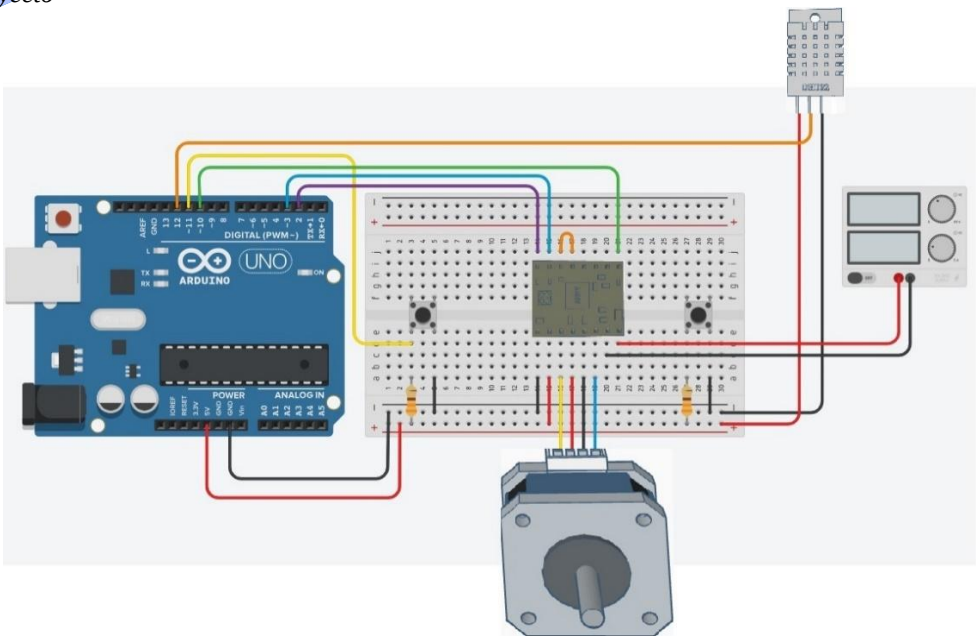
Figura 5.
Motor a pasos modelo D8-MOTOR80



Motor a pasos con su tornillo lineal y su bloque deslizante con dos rieles de alineación

El motor a pasos de la Figura 5 se conectó directamente al controlador A4988, con la siguiente configuración: cable azul en B2, cable negro en A2, cable rojo en A1 y cable amarillo en B1.
Se desarrolló el circuito eléctrico cuyo esquema lógico mediante Arduino se puede apreciar en la Figura 6, este integra mediciones ambientales y el control del motor.

Figura 6.
Esquema lógico del proyecto



Esquema lógico con Arduino que integra mediciones ambientales y el control del motor

Se ensamblaron los componentes y se implementaron los finales de carrera para garantizar límites de movimiento. Se realizaron algunas pruebas donde se verificó el funcionamiento del sistema bajo diferentes condiciones simuladas de temperatura y humedad.

FASES DEL DESARROLLO

Lectura del sensor de temperatura y humedad ambiental DHT22

El sensor DHT22 no requiere calibración, por lo cual se conectó directamente al Arduino en su Pin 12 y se alimentó con 5V DC. Mientras que para su comunicación con Arduino se utilizó la librería DHT.h de Adafruit Industries, a esta librería se le indica el pin de Arduino donde está conectado el sensor y el tipo de sensor que se está utilizando (DHT22), luego en la sección setup() se inicializa el sensor con la instrucción *dht.begin();* y con esto el sensor está listo para que se le solicite información de temperatura y humedad con las instrucciones *dht.readTemperature();* y *dht.readHumidity();* respectivamente, como se muestra en la Figura 7.

Figura 7.
Uso de la librería DHT.h para la comunicación con el sensor DHT22

```
#include "DHT.h"

#define DHTPIN 12     // Pin Digital conectado al sensor DHT
#define DHTTYPE DHT22 // Tipo de senor DHT22

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
  dht.begin(); // Se inicializa el sensor DHT22
}

void loop() {

  delay (400);
  // Las lecturas de temparatura o humedad tardan alrededor de 250 millisegundos!
  // Las lecturas del sensor pueden tener hasta 2 segundos de antiguedad (es un sensor muy lento)

  float h = dht.readHumidity(); // Lee la humedad relativa en %
  float t = dht.readTemperature(); // Lee la temperatura en grados Celsius
}
```

Código utilizado en Arduino para la lectura de humedad y temperatura del sensor DHT22 mediante la librería DHT.h de Adafruit Industries

Manipulación del motor a pasos mediante el controlador A4988

La manipulación del motor a pasos se realizó directamente mediante el controlador A4988 sin el uso de librería alguna. Se utiliza el pin 2 de Arduino conectado al pin DIR, para indicarle al A4988 la dirección de giro del motor (constante "*dirección*"), se utiliza el pin 3 de Arduino conectado al pin STEP, para indicarle al A4988 que mueva el motor un paso mediante una transición de BAJO a ALTO en este pin (constante "*step*"), además se utiliza el pin 10 de Arduino conectado al pin EN del A4988 para habilitar o deshabilitar la alimentación del motor a pasos (constante "*habilitador*"). La alimentación se habilita solo cuando es necesario mover el motor y se deshabilita cuando el motor está estático, reduciendo así el consumo de energía y evitando el sobrecalentamiento del motor. El sobrecalentamiento del motor ocurrió durante las primeras pruebas, cuando no se deshabilitaba la alimentación del motor.

En la figura 8 se observa un código de Arduino utilizado para las pruebas de manipulación del motor a pasos mediante el controlador A4988, en el cual se hace girar el motor en una dirección, se detiene, se hace girar en la otra dirección, se detiene y el ciclo se repite de nuevo.

Figura 8.

Manipulación del motor a pasos mediante el controlador A4988

```
int direccion = 2;
int step = 3;
int habilitador = 10; // pin para habilitar (0) o deshabilitar (1) la alimentación del motor

void setup() {
  pinMode(direccion, OUTPUT);
  pinMode(step, OUTPUT);
  pinMode(habilitador, OUTPUT);
  digitalWrite(habilitador, HIGH); // Se deshabilita la alimentación del motor
}

void loop() {
  digitalWrite(habilitador, LOW); // Se habilita la alimentación del motor
  digitalWrite(direccion, HIGH);  // Se indica la dirección de giro
  for (int i = 1; i <= 20; i++) { // El motor gira 20 pasos en una dirección
    digitalWrite(step, HIGH);
    delay(1);
    digitalWrite(step, LOW);
    delay(1);
  }
  delay(1000);        // Se detiene 1 segundo
  digitalWrite(direccion, LOW);  // Se indica la dirección de giro
  for (int i = 1; i <= 20; i++) { // El motor gira 20 pasos en otra dirección
    digitalWrite(step, HIGH);
    delay(1);
    digitalWrite(step, LOW);
    delay(1);
  }
  delay(1000);      // Se detiene 1 segundo
}
```

Código utilizado en Arduino para probar la manipulación del motor a pasos mediante el controlador A4988

Implementación del sistema

Para implementar el sistema de automatización de la ventana deslizante, se integraron interruptores que actúan como sensores de fin de carrera, asegurando un buen control sobre la posición de la ventana. Estos interruptores se conectaron a la placa Arduino mediante resistencias de 330 Ω configuradas en pull-up. Un interruptor fue asignado al pin 13 de la placa, con la finalidad de detectar cuando la ventana alcanza su posición completamente abierta, identificada en el sistema como la constante "abierta". De manera similar, otro interruptor se conectó al pin 11 para identificar cuando la ventana está completamente cerrada, correspondiente a la constante "cerrada". Adicionalmente, se empleó una variable llamada "ventanaAbierta" que almacena un valor de 0 si la ventana está cerrada y un valor de 1 si está abierta, permitiendo un control lógico sobre el estado del sistema.

El programa de Arduino inicia con la lectura de las condiciones ambientales proporcionadas por el sensor DHT22, el cual mide la temperatura y la humedad del entorno. Si las lecturas iniciales no son válidas, el sistema repite el proceso hasta obtener valores correctos. Una vez validadas las mediciones, el sistema analiza la humedad relativa. Si esta supera el 80%, se interpreta que existe alta probabilidad de lluvia o que esta ya está presente, lo que podría permitir la entrada de agua si la ventana permanece abierta. En esta situación, y si la variable "ventanaAbierta" indica que la ventana está abierta, el motor se activa en la dirección de cierre. El movimiento continúa hasta que el interruptor del pin 11 detecta la posición cerrada, momento en el cual el sistema actualiza la variable "ventanaAbierta" a 0, reflejando el nuevo estado.

Por otro lado, si la temperatura ambiente excede los 34 grados Celsius, el sistema evalúa la necesidad de ventilar la habitación para reducir el calor, protegiendo el equipo eléctrico presente, el cual podría dañarse por temperaturas elevadas. En este caso, si la ventana está cerrada y

la humedad es inferior al 80% (priorizando evitar la entrada de agua), el motor se activa en la dirección de apertura. El movimiento persiste hasta que el interruptor conectado al pin 13 detecta que la ventana está completamente abierta, tras lo cual la variable “ventanaAbierta” se actualiza a 1.

Este proceso cíclico asegura una gestión eficiente de la ventilación y la protección contra la humedad. En la Figura 9 se presenta el código de programación utilizado para implementar el sistema, donde se detalla la lógica empleada y las interacciones entre los sensores, los actuadores y el controlador Arduino.

Figura 9.

Código de Arduino para la implementación total del sistema

```
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 12     // Pin Digital conectado al sensor DHT
#define DHTTYPE DHT22 // Tipo de senor DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

int direccion = 2;
int step = 3;
int abierta = 13; // sensor de ventana abierta (0 completamente abierta)
int cerrada = 11; // sensor de ventana cerrada (0 completamente cerrada)
int ventanaAbierta = 0; // 0 cunado la venta está cerrada y 1 cunado está abierta
int habilitador = 10; // pin para habilitar (0) o deshabilitar (1) la alimentación del motor

void setup() {
  pinMode(direccion, OUTPUT);
  pinMode(step, OUTPUT);
  pinMode(abierta, INPUT);
  pinMode(cerrada, INPUT);
  pinMode(habilitador, OUTPUT);
  dht.begin();
  digitalWrite(habilitador, HIGH); // Se deshabilita el controlador del motor
}

void loop() {
  delay (400);
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();

  if (isnan(h) || isnan(t)) {   // Verifica si alguna lectura falló y termina el ciclo.
    return;
  }

  if (h > 80 && ventanaAbierta == 1) {
    int estaCerrada = !digitalRead(cerrada); // Se leer el sensor de ventana cerrada
    if (estaCerrada == 1)      // Si se detecta cerrada
      ventanaAbierta = 0;     // se cambia la condición de la ventana a cerrada (0)
    while (ventanaAbierta == 1) {
      digitalWrite(habilitador, LOW); // Se habilita el controlador del motor
      digitalWrite(direccion, HIGH);  //dirección de cierre (HIGH)
      digitalWrite(step, HIGH);
      delay(1);
      digitalWrite(step, LOW);
      delay(1);
      int estaCerrada = !digitalRead(cerrada); // Se leer el sensor de ventana cerrada
      if (estaCerrada == 1) {     // Si se detecta cerrada
        ventanaAbierta = 0;     // se cambia la condición de la ventana a cerrada (0)
        digitalWrite(habilitador, HIGH); // Se deshabilita el controlador del motor
      }
    }
  }

  if (t > 34 && h < 80 && ventanaAbierta == 0) {
    int estaAbierta = !digitalRead(abierta); // Se leer el sensor de ventana abierta
    if (estaAbierta == 1)      // Si se detecta abierta
      ventanaAbierta = 1;     // se cambia la condición de la ventana a abierta (1)
    while (ventanaAbierta == 0) {
      digitalWrite(habilitador, LOW); // Se habilita el controlador del motor
      digitalWrite(direccion, LOW);  //dirección de apertura (LOW)
      digitalWrite(step, HIGH);
      delay(1);
      digitalWrite(step, LOW);
      delay(1);
      int estaAbierta = !digitalRead(abierta); // Se leer el sensor de ventana abierta
      if (estaAbierta == 1) {     // Si se detecta abierta
        ventanaAbierta = 1;     // se cambia la condición de la ventana a abierta (1)
        digitalWrite(habilitador, HIGH); // Se deshabilita el controlador del motor
      }
    }
  }
}
```

Código utilizado en Arduino para la implementación total del sistema

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema de automatización de ventana deslizante diseñado y desarrollado para este proyecto demostró un desempeño funcional frente a las condiciones climáticas simuladas. Las pruebas realizadas incluyeron escenarios con temperaturas superiores a 34°C y niveles de humedad relativa mayores al 80%.

Desempeño del sistema en condiciones de alta humedad:

En escenarios donde la humedad superó el 80%, el sistema activó correctamente el cierre de la ventana para prevenir posibles daños ocasionados por lluvia. Este comportamiento se observó de manera consistente en un 100% de las pruebas, validando la precisión del sensor DHT22 y la confiabilidad de la lógica implementada en Arduino, aunque el desempeño del motor a pasos fue lento para la tarea a desarrollar.

Apertura en condiciones de alta temperatura:

Cuando la temperatura ambiente excedió los 34 °C y la humedad estuvo por debajo del 80%, el sistema permitió la apertura de la ventana, favoreciendo la ventilación del espacio. Este evento también se ejecutó en un tiempo muy lento, demostrando que el motor D8-MOTOR80 es preciso, pero lento y pequeño para este trabajo. La incorporación de finales de carrera garantizó seguridad del sistema frente a errores mecánicos.

Consumo energético optimizado:

La lógica de deshabilitación del motor en estado estático permitió una reducción notable en el consumo energético, mitigando además problemas de sobrecalentamiento observados en las primeras fases de prueba.

En términos generales, los resultados confirmaron la viabilidad técnica del sistema para operar en un entorno real, alineándose con las necesidades de automatización residencial. Se identificaron posibles mejoras, como la utilización de un motor de mayor potencia, así como la implementación de un módulo de conectividad inalámbrica para permitir el control remoto, ampliando su funcionalidad en el ámbito de la domótica.

CONCLUSIÓN

El presente proyecto validó la aplicación de tecnologías IoT en la automatización de sistemas residenciales, particularmente en el control de ventanas deslizantes. El uso de la placa Arduino fue adecuada en este prototipo, pero se recomienda utilizar alguna que tenga conectividad WiFi para agregar funcionalidad inalámbrica y permitir su control mediante alguna aplicación móvil.

El sistema desarrollado ofreció un desempeño confiable y funcional frente a condiciones climáticas específicas, destacando su capacidad para mejorar el confort y la protección del hogar mediante soluciones económicas y de fácil implementación.

Los resultados obtenidos destacan la importancia de integrar sensores precisos como el DHT22, lógica eficiente y mecanismos de control seguro en proyectos de automatización. Además, sugieren que la incorporación de funciones adicionales, como el control remoto y la integración con sistemas de monitoreo más avanzados, podría aumentar significativamente su alcance y utilidad en aplicaciones residenciales.

Este trabajo aporta al campo de la domótica una solución práctica y replicable, sentando las bases para futuros desarrollos en automatización inteligente de viviendas.

BIBLIOGRAFÍA

Ahmad, R., Shahzad, K., & Rahman, A. (2021). Evaluating the performance of DHT22 sensors in IoT applications. International Journal of IoT Systems, 8(1), 45-52.

Arduino. (s.f.). Arduino UNO. Recuperado de https://www.arduino.cc

DishanTech. (s.f.). Motor a pasos modelo D8-MOTOR80 con tornillo lineal. Recuperado de https://www.dishantech.com

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems, 29(7), 1645-1660. https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010

Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. Business Horizons, 58(4), 431-440. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.03.008

Palattella, M. R., Accettura, N., Vilajosana, X., Watteyne, T., Grieco, L. A., Boggia, G., & Dohler, M. (2016). Standardized protocol stack for the Internet of (Important) Things. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 15(3), 1389-1406. https://doi.org/10.1109/SURV.2016.2527798

Soberanes F. G.; Fuentes U. J.J. (2023) Monitoreo remoto de temperatura corporal mediante IoT. Investigación aplicada, un enfoque en la tecnología. Año 8, No. 16: 321-327. DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.691

UElectronics. (s.f.). Driver para motor a pasos A4988 con disipador. Recuperado de https://uelectronics.com/producto/a4988-driver-para-motor-a-pasos-con-disipador

Yulizar, Y., Yudistira, N., & Riananda, E. (2022). Precision of the DHT22 sensor in environmental monitoring. Journal of Environmental Engineering, 45(2), 155-160.

REFERENCIAS

Azhari, T I Nasution, S H Sinaga, Sudiati (2023). Design of Monitoring System Temperature And Humidity Using DHT22 Sensor and NRF24L01 Based on Arduino. J. Phys.: Conf. Ser. 2421 012018, 1-9. doi:10.1088/1742-6596/2421/1/012018

Karakuzu, B., Tarim, E. A., Oksuz, C., & Tekin, H. C. (2022). An electromechanical lab-on-a-chip platform for colorimetric detection of serum creatinine. ACS Omega, 7(29), 25837–25843. https://doi.org/10.1021/acsomega.2c03354

Rueda-Panchano, C. I. (2023). Investigación sobre la aplicación de la automatización residencial con el objetivo de reducir el riesgo de robo en una vivienda común. Ibero-American Journal of Engineering & Technology Studies, 3(1), 478-485. https://doi.org/10.56183/iberotecs.v3i1.623

Métodos y Técnicas de Diseño para Fabricación

A. Reimundo Moreno Cepeda[1], B Raymundo Diaz Robles[2], C. Alejandro Hernández Briones[3]
D. Maricela Ramirez Torres[4], E. Oscar López Lara[5]

[1] *Universidad Autónoma de Coahuila: reimundo.moreno@uadec.edu.mx*
[2] *Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, e-mail: raymundo.diaz@tec.mx*
[3] *Universidad del Valle de Mexico, e-mail: alejandro_hernandezbr@my.uvm.edu.mx*
[4] *Instituto Tecnologico de Saltillo, e-mail: mrmztorres1972@hotmail.com*
[5] *Universidad Autonoma de Coahuila, e-mail: oslopezl@uadec.edu.mx*

Línea de investigación: OTRAS INGENIERÍAS

Resumen

Un número cada vez mayor de fabricantes buscan la innovación o mejora de sus productos y procesos de manufactura utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD – Computer Aided Design) de dos dimensiones; muchos han migrado de dibujos convencionales 2D a sistemas de modelado de sólidos (diseño mecánico en 3D) para seguir siendo competitivos.

Aunque las técnicas de CAD en 2D dan soporte a muchos procesos de diseño y fabricación de productos, los rápidos avances de hoy en día en la tecnología de hardware y software ofrecen una oportunidad ideal para que los fabricantes migren del CAD en 2D al CAD en 3D. Estos sistemas permiten no solo el diseño del producto, también la simulación y prueba de funcionamiento antes de su fabricación física; por lo que se conocen como aplicaciones de ingeniería asistida por computadora (CAE – Computer Aided Engineering).

A su vez, el DFMA cuyo significado es “Design for Manufacturing and Assembly” – “Diseño para la Fabricación y el Montaje”, es un conjunto de técnicas y metodologías para la mejora del diseño, o bien, el rediseño de algún producto para mejorar los aspectos de factibilidad, montabilidad y la disminución de costos, respetando las funciones esenciales del producto.

El presente escrito trata de la implementación de dichas técnicas en una empresa de automatización para la fabricación de piezas de repuesto a Husillos y componentes de equipos industriales de maquinado.

Palabras clave: Diseño, Fabricación, Maquinado, Husillo

Abstract

An increasing number of manufacturers are looking to innovate or improve their products and manufacturing processes using two-dimensional Computer Aided Design (CAD) software; many have migrated from conventional 2D drawings to solid modeling systems (3D mechanical design) to remain competitive.

While 2D CAD techniques support many product design and manufacturing processes, today's rapid advances in hardware and software technology offer an ideal opportunity for manufacturers to migrate from 2D CAD to 3D CAD. These systems allow not only the design of the product, but also the simulation and test of operation before its physical manufacture; which is why they are known as Computer Aided Engineering (CAE) applications.

In turn, DFMA, which stands for "Design for Manufacturing and Assembly", is a set of techniques and methodologies for the improvement of the design, or the redesign of a product to improve the aspects of feasibility, assembly, and cost reduction, respecting the essential functions of the product.

This paper deals with the implementation of these techniques in an automation company for the manufacture of spare parts for spindles and components of industrial machining equipment.

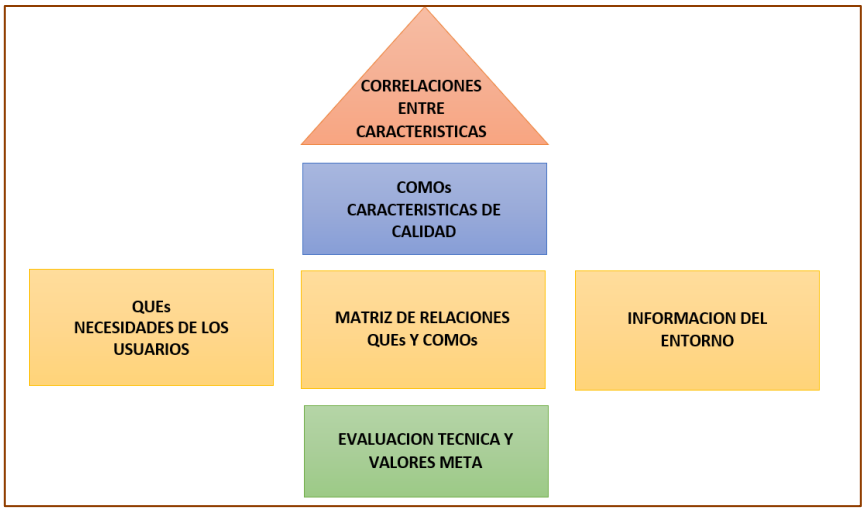
Keywords: Design, Manufacturing, Machining, Spindle

INTRODUCCIÓN

El proceso de diseñar un producto, independientemente de quien lo lleve a cabo y de las características del producto, considera dar una serie de pasos para llegar a la solución definitiva. A lo largo de este proceso es necesario trabajar con la información relacionada (materiales, tipo de proceso, validación…), analizarla, tomar decisiones y proceder según las mismas. La persona o el equipo que diseña un producto deben hacer frente a una serie de problemas de mayor o menor complejidad, y para ello debe disponer de los instrumentos necesarios.
El objetivo es asociar los métodos y técnicas básicas con el proceso de diseño global de productos. Normalmente suelen asociarse las técnicas de creatividad con las etapas iniciales del proyecto, pues en ella el problema se supone mucho más abierto, y la definición de un nuevo producto requiere una fuerte carga creativa. Sin embargo, eso no significa que no puedan emplearse estas técnicas en etapas más avanzadas de diseño de detalle. Es posible encontrar un problema en el diseño, la ubicación, el ensamblaje, etc. de un componente y recurrir entonces a técnicas de creatividad para darle solución. (FERNANDEZ, 2018)

Del mismo modo, hay métodos como el QFD (*Quality Function Deployment*) o las técnicas de diseño por factores que buscan reducir el tiempo de proceso de diseño que no se emplean en una fase determinada del proceso de diseño, sino que lo cubren por completo. Observe la figura 1.
Es necesario decir que en algunos casos estos métodos y técnicas no son una herramienta exclusiva del ingeniero de producto o el ingeniero en diseño industrial. Algunas de ellas requieren la participación de equipos de diseño completos, o al menos de gente de otras disciplinas específicas (producción, calidad, compras, entre otros).

Figura 1
Etapas de la Metodología QFD para la evaluación de características de un producto (HERNANDEZ, 2023).



DESARROLLO

Existe una gran variedad de métodos cuyo objetivo es estimular la creatividad y la generación de ideas. Estos métodos actúan como un estímulo para generar ideas y soluciones y se basan en la analogía o la búsqueda de relaciones entre piezas o partes componentes. A continuación, se mencionan algunos. (HERNANDEZ, 2023)

1) **Análisis paramétrico.** Este método busca establecer valores o dimensiones a manejar en una parte o pieza (parámetros), así como definir las relaciones geométricas: de forma, de localización, de orientación o bien, de variación.
2) **Lluvia de Ideas.** Se basa en la generación de ideas en un ambiente de grupo bajo el principio de "opinar y participar".
3) **Lista de Atributos.** En esta técnica se hace uso de los atributos de un producto o material, empleando características tales como, forma, peso, densidad, acabado superficial o bien, propiedades físicas.
4) **Análisis funcional.** En esta técnica se definen las propiedades físicas de algún material, destacando la posibilidad de aplicar dichas propiedades a otros similares. Para dicho análisis es conveniente determinar: objetivo principal del producto, necesidades del cliente, posible combinación de materiales, costo final y tiempo de proceso.

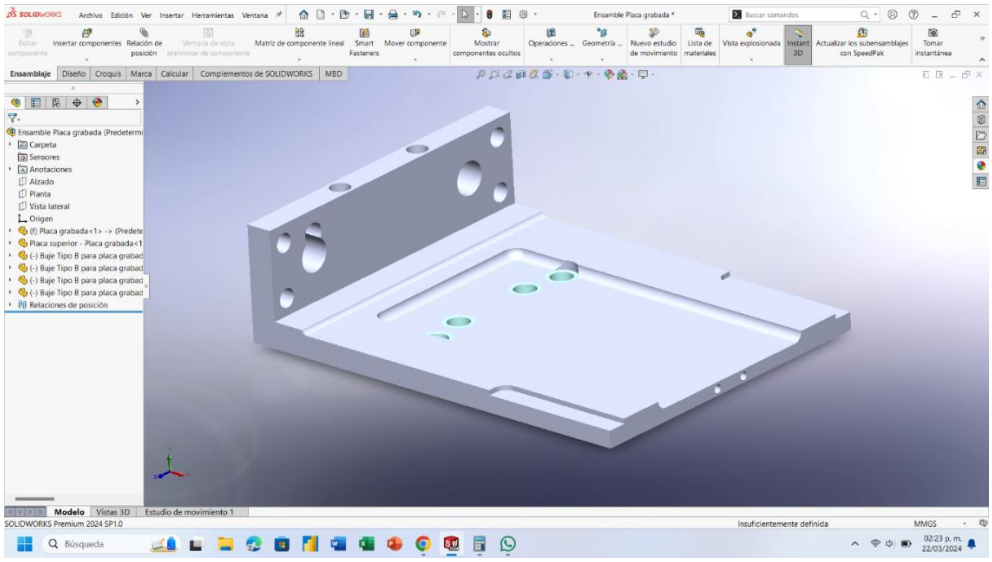
No es posible actualmente hablar del proceso de diseño sin hacer referencia al uso de aplicaciones de computadora que faciliten el diseño geométrico de las piezas del producto en forma precisa. El diseño asistido por computadora, abreviado CAD (Computer Aided Design), se trata básicamente de una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de una

interfaz gráfica. Permite diseñar en dos o tres dimensiones mediante geometría alámbrica, esto es, puntos, líneas, arcos, giros, superficies y sólidos para obtener un modelo numérico de un objeto o conjunto de ellos. La figura 2 muestra un ejemplo de la interfaz de este tipo de programas.

Se denomina herramientas de diseño asistido a un conjunto de herramientas que permiten el diseño asistido por computadora: CAD (Computer Aided Design) o diseño asistido por computadora, el CAM (Computer Aided Manufacturing) o manufactura asistida por computadora y el CAE (Computer Aided Engineering) o Análisis y estudios de ingeniería asistido por computadora. Dichas herramientas han sido implementadas en los ámbitos científico e industrial en estos últimos 30 años.

Figura 2

Vista de la interfaz de un programa de diseño asistido por computadora: Solidworks.



RESEÑA HISTÓRICA

Inicialmente estos programas se limitaban a pequeñas aplicaciones centradas en el dibujo técnico en dos dimensiones que venían a sustituir el tradicional tablero de dibujo, ya que ofrecía ventajas para la reproducción y conservación de los planos y reducía el tiempo de dibujo, permitiendo además usar elementos repetitivos y agilizar los cambios.

Sus comienzos se vieron frenados por estar destinados a un grupo de usuarios muy reducido y requerían, además, de un hardware muy potente. Por no hablar de la resistencia de muchos profesionales a adoptar estas tecnologías. Pero su potencial, el incremento de potencia del hardware y la importancia de las empresas que los usaban (entre los que ha destacado la industria automotriz) permitieron que poco a poco estas herramientas alcanzaran las tres dimensiones y fueran incluyendo curvas complejas, superficies y, finalmente, sólidos; hasta llegar a los complejos sistemas asociativos y paramétricos que permiten realizar todo el diseño de un automóvil o un avión, someterlos a pruebas de choque, temperaturas, etc., realizar toda la infografía de marketing, realizar prototipos y, por supuesto, fabricarlos, programando y controlando las máquinas que los fabrican y comprobando después los resultados obtenidos. (FERNANDEZ, 2018)

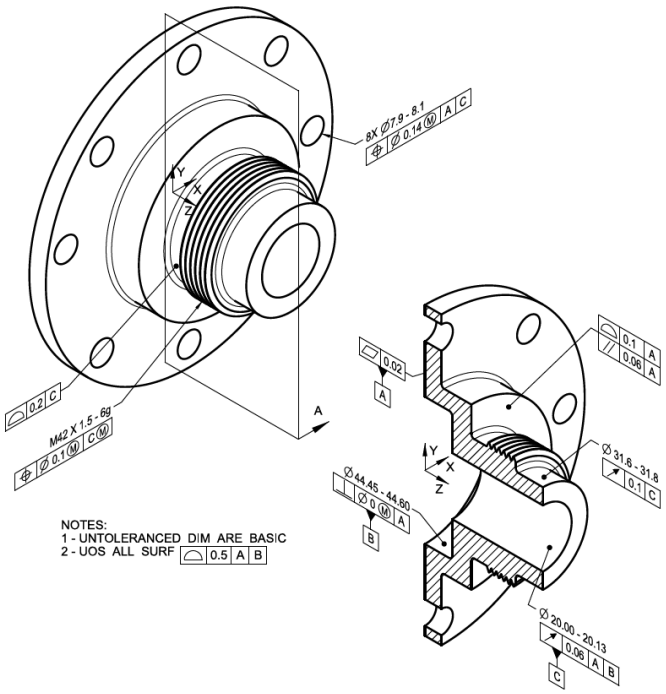
Un dibujo de ingeniería es un documento que comunica una descripción precisa de la parte. Esta descripción consiste en dibujos, palabras, números y símbolos. Juntos, estos elementos proveen información de la parte a todos los usuarios del dibujo (ASME, 2018). La figura 3 muestra los elementos básicos de una lámina de dibujo.

La información del dibujo de ingeniería incluye:

1. *Geometría (Configuración, tamaño y forma de la parte).*
2. *Tolerancias permisibles para un funcionamiento apropiado.*
3. *Relaciones críticas de funcionamiento*
4. *Material, tratamiento térmico, recubrimientos de la parte.*
5. *Información de documentación (número de parte, nivel de revisión).*

Figura 3

Lámina de pieza, las referencias a las dimensiones son por coordenadas rectangulares (ASME, 2018).



Es posible empezar a modelar una pieza sin conocer en forma exacta sus dimensiones ni sus características definitivas, así como establecer ciertas relaciones geométricas entre los elementos del modelo. El software CAD es paramétrico, por lo cual al modificar alguna característica o medida de la pieza ésta habrá de actualizarse en forma automática. La filosofía del diseño por computadora es el siguiente:

a) Se trabajan diversas partes que conforman el producto final. Cada una cuenta con parámetros o valores individuales a manejar; estos se pueden actualizar posteriormente.

b) Las piezas se montan en un módulo de ensamblaje, pudiendo verificar la existencia de interferencias entre piezas y el funcionamiento del ensamblaje.

c) Se pueden realizar en forma adicional análisis que la pieza requiera (esfuerzo, desgaste, posicionamiento, etc.) así como la simulación del funcionamiento y presentación realista.

OBJETIVOS

Objetivo General

Conocer los métodos y técnicas utilizadas en el diseño para la fabricación de partes para la industria automotriz y la Metodología DFMA para fabricación y ensamble de productos.

Objetivos específicos

4. *Conocer los métodos y técnicas de diseño, así como sus características principales.*
5. *Identificar la información que contiene un software CAD.*
6. *Conocer los diversos sistemas de manufactura actuales y su uso en la fabricación de partes.*

OBJETO DE ESTUDIO

Los programas CAD tienden a integrarse con los sistemas CAD/CAE para fabricación e ingeniería de manera que formen parte de la automatización integrada en los procesos industriales y pasan a convertirse en un medio de acceso y gestión de la información.

Las decisiones tomadas en la fase de diseño comprometen el 70% del costo del producto. Si se desea reducir los costos de un producto, una posible línea de actuación sería a través del DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*) mediante una optimización del diseño del producto. Las empresa, tradicionalmente, diseñan un producto asumiendo que los costos de fabricación y montaje son los mismos que los de productos similares. En ocasiones, los propios diseñadores carecen de la información necesaria que les permita cuantificar los costos de cada conjunto o soluciones alternativas.

METODOLOGÍA

Hipótesis. Es posible empezar a modelar una pieza sin conocer en forma exacta sus dimensiones ni sus características definitivas, así como establecer ciertas relaciones geométricas entre los elementos del modelo. El software CAD es paramétrico, por lo cual al modificar alguna característica o medida de la pieza ésta habrá de actualizarse en forma automática.

FASES DEL DESARROLLO

Marco Teórico.

Cuando un diseño involucra piezas de responsabilidad que deben realizar alguna tarea bajo cargas, o bien se debe verificar el funcionamiento de un mecanismo en condiciones de trabajo, o simular ciclos de servicio, se suele recurrir a programas de cálculo y análisis mecánico. La ventaja de un sistema que disponga de estos módulos ya integrados facilita el proceso de manufactura completo. PTC Creo dispone de Creo Elements/Direct Mold Base: asiste en la tediosa tarea de crear placas de molde y componentes por medio de un conjunto de herramientas extremadamente interactivas e inteligentes. NX cuenta con Synchronous Technology, SolidWorks trabaja con Simulation Xpress, así como AutoCAD trabaja con MotionBuilder. Observe la figura 4.

Este tipo de programas se emplea fundamentalmente para:

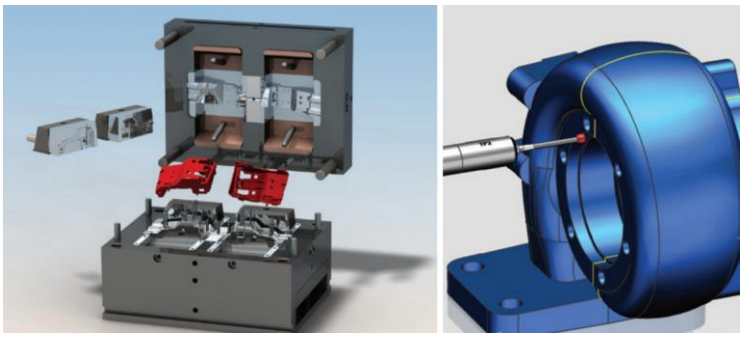
a) Analizar la pieza estructuralmente y comprobar su resistencia en condiciones de servicio
b) Determinar el material adecuado para la pieza, dadas las cargas
c) Analizar los esfuerzos en distintas posiciones, determinando la necesidad o no de redimensionar o reforzar las zonas críticas.

Los tipos de análisis por su clasificación son:

1. *Análisis Estáticos / Dinámicos*
2. *Análisis Lineales / No lineales*
3. *Análisis Producto / Proceso / Producción*

Figura 4

Aplicaciones para el diseño de moldes e inspección de partes mediante software CAE (SIEMENS, 2023)



Es necesario pasar la geometría creada en el entorno CAD al sistema CAD/CAE. Esto se lleva a cabo mediante la conversión a un formato común de intercambio de información gráfica, como por ejemplo IGES.

Usualmente se trabaja con el método de elementos finitos, siendo necesario mallar la pieza en pequeños elementos. Este método permite la búsqueda de una solución aproximada lo suficientemente valida. Así, se puede determinar que grosor de material es necesario para resistir cargas de impacto especificadas en normas, o bien conservando un grosor, analizar el comportamiento de materiales con distinto índice de dureza. Otra aplicación importante de estos sistemas es el diseño de moldes, el maquinado y la variación de temperaturas durante el proceso.

USO DE VISTAS Y LÍNEAS NECESARIAS

Para garantizar que su plano se interprete fácilmente, se necesitan de dos a tres vistas, aunque esto puede variar al generar vistas de detalle o vistas proyectadas. Si la vista no requiere dimensiones, es bastante probable que no sean necesarias.

Para los conjuntos, asegúrese de que los ángulos de las líneas de trama o rayado de área (en las secciones) se alternan correctamente. Verifique y asegúrese de que ha utilizado el grosor adecuado para cada tipo de línea, ya sea visible, oculta, centrada, etc.

Coloque sus vistas en el lugar correcto y cumpla los estándares de proyección adecuados correspondientes a su ubicación. Para el estándar ISO, esto significa que su vista derecha está a la izquierda de su vista frontal y su vista superior está bajo su vista frontal (proyección de primer ángulo). En cambio, para el estándar ASME, se utiliza la disposición contraria (proyección de tercer ángulo).

USO DE LAS TÉCNICAS DE DIMENSIONAMIENTO APROPIADAS

Las dimensiones indican el tamaño y la posición de cada aspecto de su modelo. Sirven para definir el tamaño, la ubicación, la orientación, la forma o cualquier otra característica geométrica de una pieza. Al crear dimensiones, considere lo siguiente:

- *No repita dimensiones entre vistas*
- *Evite que se entrecrucen líneas de acotaciones*
- *Calcule la dimensión de todas las características en cuanto a su tamaño y ubicación*
- *Intente utilizar los mismos puntos o lados de referencia*

DISEÑO PARA COMUNICACIÓN DE PLANOS PARA LA FABRICACIÓN

A la hora de realizar el modelado, intente tener en cuenta que está creando un plano de la pieza a mano. Debe transmitir la información de fabricación de la pieza que obtendrá otra persona que necesitará información relevante sobre dicha pieza. Evalúe lo siguiente:

- ¿La pieza cuenta con sus vistas bien definidas?
- ¿Cuál será el uso de la pieza?
- ¿Se tiene la documentación suficiente para fabricación?
- ¿Se tiene un listado de propiedades y materiales a utilizar?
- ¿Se ha asignado a un material las características adecuadas para un cálculo en masa y volumen?
- ¿Se han utilizado dimensiones o notas en un modelo que se puedan aplicar automáticamente en el plano para ahorrar tiempo a la hora de realizar anotaciones en el plano?

Modele cada pieza de forma que pueda colocarse y acoplarse en cualquier conjunto que, a su vez, también pueda utilizarse en un plano. Tenga presente los estándares específicos del sector que se aplican al proceso de fabricación de la pieza (tales como el uso de un borrador para piezas moldeadas por inyección o piezas fundidas). Si usted fuera el fabricante, ¿podría fabricar la pieza? (FERNANDEZ, 2018)
Si reflexiona acerca de estas preguntas durante el diseño, descubrirá que crear planos se puede convertir en un proceso sencillo.

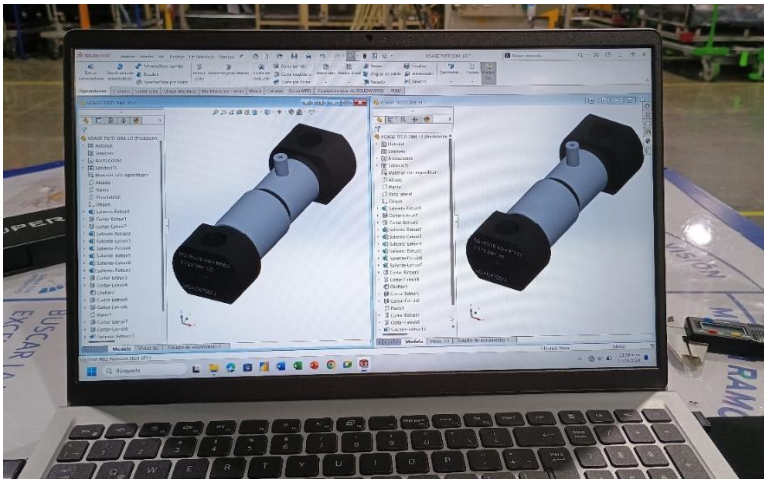
ESTANDARES PARA PLANOS

Con independencia de su disciplina de ingeniería, (ya sea mecánica, arquitectónica, soldadura, moldeado, fundición, estructural, civil, etc.), los planos tienen un objetivo común: transmitir información sobre cómo se debe producir una pieza, una estructura o un conjunto. Para que sea posible llevar a cabo la producción, debe disponer de planos claros, precisos y que sean fáciles de interpretar. En otras palabras, los estándares para planos siguen siendo muy importantes. (HERNANDEZ, 2018)

Independientemente del programa informático o de la tecnología utilizada, incluso un error aparentemente sin importancia (una flecha que señale en la dirección errónea, una vista mal ubicada) puede provocar un grave problema durante el proceso de fabricación. Además, es poco probable que se malinterpreten unos planos precisos y, por consiguiente, es poco probable que causen una costosa refabricación de las piezas (figura 5).

Figura 5

El modelado de partes considera no solo la presentación de la pieza, sino también el proceso de fabricación.



El Diseño para la Fabricación y el Montaje (DFMA) es un enfoque de la Ingeniería Concurrente orientado hacia la fabricación y montaje. Consiste en un conjunto de técnicas y metodologías para la mejora del diseño (o rediseño) de un producto que, respetando sus funciones esenciales, tiene por objetivo mejorar los aspectos de fabricación, montabilidad y costos. (FERNANDEZ, 2018)

La Ingeniería Concurrente (o bien Diseño Total o Diseño Integrado) es una nueva forma de concebir la ingeniería de diseño y desarrollo de productos y servicios de forma global, evaluando:

1. **Desde el punto de vista del producto.** Se toman en consideración tanto la gama que se fabrica y ofrece a la empresa como los requerimientos de las distintas etapas del ciclo de vida y los costos o recursos asociados.
2. **Desde el punto de vista de los recursos humanos y las metodologías.** Colaboran profesionales que actúan de forma colectiva en tareas de asesoramiento y de decisión o de forma individual en tareas de impulsión y gestión.
3. **Desde el punto de vista de los recursos materiales.** Concurren nuevas herramientas basadas en tecnologías de la información y la comunicación sobre una base de datos y de conocimientos cada vez más integrada (modelización 3D, herramientas de simulación y cálculo, prototipos y útiles rápidos, comunicación interior, Internet).

El objetivo del DFMA es conseguir que, además de cumplir su función, el producto diseñado sea fácil de fabricar y barato. Fabricar tiene un significado amplio: construir un producto o una máquina partiendo de primeras materias, de productos semielaborados y de componentes de mercado (figura 5).
Engloba, por tanto, las actividades de:

a) **Conformado de piezas:** dar forma a piezas y componentes por medio de procesos (fundición, forja, laminación, sinterización, mecanización, extrusión, inyección, recubrimientos) y también realizar las primeras composiciones (calar ejes, soldar, encolar).
b) **Montaje del producto:** componer el producto a partir de piezas y componentes. Comprende inserciones, uniones y operaciones de comprobación, ajuste, llenado, inicialización y verificación.

Figura 6
Evaluación de componentes antes de su fabricación (SIEMENS, 2023)



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diseñador es un elemento esencial en la parte del modelado y obtención de la pieza que está desarrollando. Los procesos de maquinado y conformado son los más utilizados en la fabricación de piezas. Existen otros procesos (convencionales y no convencionales), que vale la pena contemplar ya que pueden representar una vía alternativa con numerosas posibilidades (agrupación de funciones en una pieza, reducción de costos, reducción de tiempos…), pudiendo mencionar el conformado de partes, procesos de soldadura, inyección y termoformado de partes, entre otros.

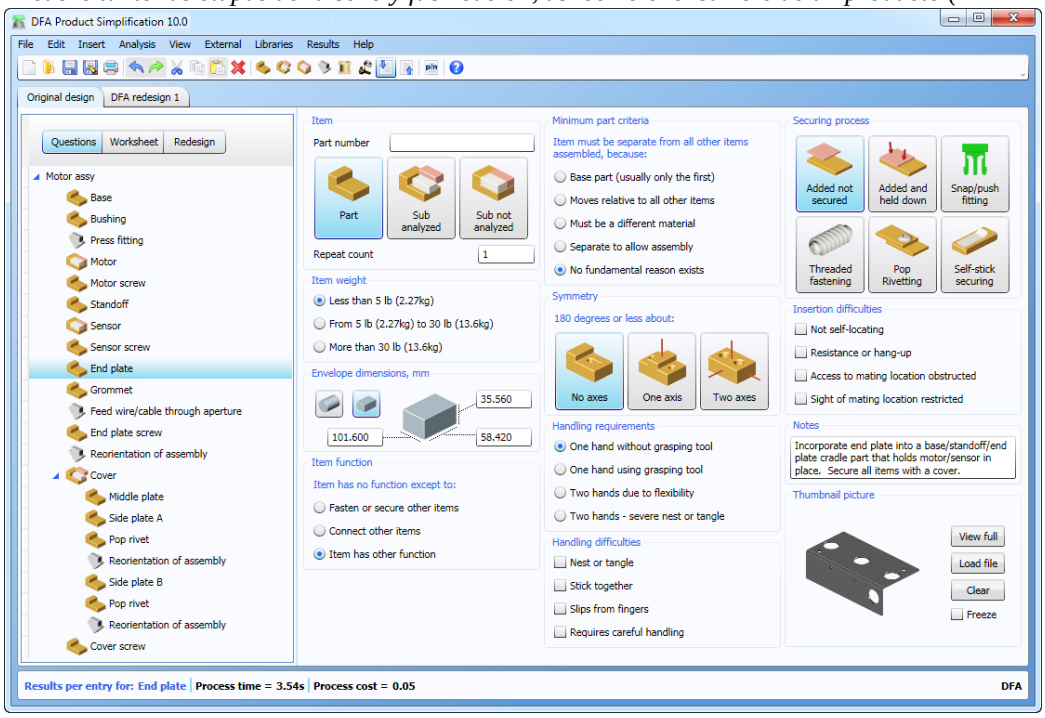
Así, el mecanizado es el proceso más extendido para la fabricación de piezas y representa entre un 80 y 90% de los métodos utilizados. Es conveniente, por tanto, tener un conocimiento preciso de las posibilidades, limitaciones y características de cada tipo de mecanizado. Un ejemplo de ello son las tolerancias requeridas para la pieza: la especificación de unas tolerancias o acabados superficiales excesivos es una de las formas más usuales en que un diseñador incrementa innecesariamente los costos de fabricación (figura 6).

Las principales recomendaciones para el diseño de un nuevo producto (o rediseño de un producto existente) en relación con el montaje, son:

1. *Estructurar en módulos*
2. *Disminuir la complejidad*
3. *Establecer un elemento de base*
4. *Limitar las direcciones de montaje*
5. *Facilitar la composición*
6. *Simplificar las uniones*

Figura 7

La metodología DFMA cubre tanto las etapas del diseño y fabricación, así como el ensamble de un producto (FERNANDEZ, 2018).



CONCLUSIÓN

Hoy en día, para mejorar la rentabilidad de nuevos diseños de productos se puede contar con dos estrategias básicas:

- *La innovación en producto (funciones y prestaciones), o*
- *El DFMA (Design for Manufacturing and Assembly).*

El DFMA cuyo significado es "Design for Manufacturing and Assembly" – "Diseño para la Fabricación y el Montaje", consiste en un conjunto de técnicas y metodologías para la mejora del diseño, o rediseño, de un producto y tienen como objetivo principal mejorar los aspectos de factibilidad, montabilidad y costos, respetando las funciones esenciales del producto. (HERNANDEZ, 2018)

La aplicación de las técnicas DFMA en la etapa de diseño permite:

- *Facilitar las operaciones de fabricación y montaje*
- *Disminuir los costos de fabricación y montaje*
- *Disminuir las inversiones y los costos de utillajes*
- *Optimizar el uso de las herramientas y equipos de fabricación y montaje*
- *Disminuir los costos de gestión*
- *Aumentar la flexibilidad de la fabricación*
- *Aumentar la configurabilidad de los productos*

BIBLIOGRAFÍA

ASME. 2018. ASME Y14.5-2018. Dimensioning and Tolerancing.
Fernández García Jesús, López García Víctor. 2018. Diseño para fabricación y ensamblaje. Ed. Kindle.
Fernández García Jesús. 2018. Diseño Industrial. Ed. Kindle.
Hernandez, Alejandro. 2023. Métodos para la fabricación de partes. Consultoría Global en Productividad.
SIEMENS. 2023. User Manual for NX. Ed. Siemens.

Aplicación para Gestión del mantenimiento de equipo de cómputo

Claudia Yadira Luna Carrasco[1], Cupertino Luna Trejo[2]

[1]*Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango/claudia.lc@huauchinango.tecnm.mx*
[2] *Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango/cupertino.lt@huauchinango.tecnm.mx*

Línea de investigación: Software

Resumen

La Aplicación para Gestión del mantenimiento de equipo de cómputo, es una aplicación que utiliza técnicas modernas del uso de bases de datos, así como la generación de procedimientos almacenados que permiten que mejorar el encapsulamiento y seguridad de la base de datos, y con ello la utilización del desarrollo en capas. Todo lo anterior, permite que el desempeño de la aplicación sea óptimo al utilizar muchos menos recursos de procesamiento.

Palabras clave: Base de Datos, Gestión, Procedimientos Almacenados.

Abstract

The Application for Management of computer equipment maintenance, is an application that uses modern techniques for the use of databases, as well as the generation of stored procedures that allow improving the encapsulation and security of the database, and with it the use of layered development. All of the above allows the application's performance to be optimal by using much fewer processing resources.

Keywords: DataBases, Management, Stored Procedures.

INTRODUCCIÓN

Las bases de datos en la actualidad son un componente básico de nuestras vidas, se encuentran presentes en todos lados, a veces sin darnos cuenta.

Para Elmasri y Navathe (2017) las bases de datos y los sistemas de bases de datos son un componente esencial de la vida cotidiana en la sociedad moderna.

Para Date(2001), una base de datos es un conjunto de datos persistentes que es utilizado por los sistemas de aplicación de alguna empresa dada.

Ahora bien, para Microsoft (2024), una base de datos es una herramienta para recopilar y organizar información. Las bases de datos pueden almacenar información sobre personas, productos, pedidos u otras cosas.

En Google Cloud (2024), se menciona que una base de datos relacional es una colección de información que organiza datos en relaciones predefinidas, en la que los datos se almacenan en una o más tablas (o "relaciones") de columnas y filas, lo que facilita la visualización y la comprensión de cómo se relacionan las diferentes estructuras de datos entre sí. Las relaciones son conexiones lógicas entre las diferentes tablas y se establecen a partir de la interacción entre ellas.

Mientras que para Amazon AWS (2024) una base de datos es una recopilación de datos sistemática y almacenada electrónicamente. Puede contener cualquier tipo de datos, incluidos palabras, números, imágenes, vídeos y archivos y las bases de datos utilizadas actualmente han evolucionado para escalar tanto vertical como horizontalmente. Son capaces de almacenar una gran cantidad de datos en la nube y proporcionar interfaces de software avanzadas para el machine learning y otros análisis de datos.

Considerando lo anterior, la Gestión de Datos es un proceso de gran relevancia en una organización, ya que se realiza de forma continua y forma parte crucial de la toma de decisiones.

Para RedHat (2022) la gestión de los datos es el proceso de recopilación, almacenamiento y uso de los datos que suelen proporcionar los sistemas de software de gestión. Le permite estar al tanto de los datos que posee, conocer su ubicación y propietario, y saber quién puede verlos y cómo se accede a ellos.

Permite que las empresas implementen los sistemas y las aplicaciones importantes de manera segura y rentable, y que tomen decisiones estratégicas.

De acuerdo con Silberschatz , Korth y Sudarshan(2019), “la gestión de datos ha evolucionado desde una aplicación informática especializada hasta una parte esencial de un entorno informático moderno y, como resultado, el conocimiento acerca de los sistemas de bases de datos se ha convertido en una parte esencial en la enseñanza de la informática”.

Silberschatz, Korth y Sudarshan (2019) también consideran que “la gestión de datos implica tanto la definición de estructuras para almacenar la información como la provisión de mecanismos para la manipulación de la información”.

Para Oracle(2024) “la gestión de datos consiste en recopilar, mantener y utilizar datos de manera segura, eficiente y rentable. El objetivo de la gestión de datos es ayudar a las personas, las organizaciones y las cosas conectadas a optimizar el uso de los datos dentro de los límites de las políticas y normativas, para que puedan tomar decisiones y tomar medidas que maximicen el beneficio para la empresa. Contar con una estrategia de gestión de datos sólida nunca ha sido tan importante, sobre todo ahora que las organizaciones recurren cada vez más a los activos intangibles para crear valor”.

En la economía digital actual, los datos son un tipo de capital, un factor económico de la producción de bienes y servicios digitales. Al igual que un fabricante de automóviles no puede fabricar un nuevo modelo si carece del capital financiero necesario, tampoco puede hacer que sus coches sean autónomos si no tiene los datos para los algoritmos de a bordo. Este nuevo rol para los datos tiene implicaciones tanto en la estrategia competitiva como en el futuro de la informática (Oracle, 2024).

Debido a esta función central e imprescindible de los datos, es necesario que todas las organizaciones tengan métodos y sistemas de gestión sólidos, independientemente de su tamaño o tipo (Oracle, 2024).

Los datos han sido desde siempre la materia prima fundamental para una organización y el avance del conocimiento, ya que se vuelven el histórico de la organización involucrada.

Por ello, la solución presentada es un software que realiza la gestión de datos para administrar el mantenimiento a equipos de cómputo, con la intencionalidad de utilizar tecnologías que permiten la reducción de procesamiento en la utilización de una base de datos.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo General.

Desarrollar una Aplicación para la Gestión de los datos de mantenimiento de equipo de cómputo de forma óptima al utilizar la menor cantidad de recursos de procesamiento.

Objetivos Específicos.

Diseñar la base de datos para la Aplicación para la Gestión de los datos de mantenimiento de equipo de cómputo
Utilizando el modelo relacional.

Diseñar procedimientos almacenados que permitan que la Aplicación para la Gestión de los datos de mantenimiento de equipo de cómputo tenga encapsulamiento y mayor seguridad en cuanto a la base de datos.
Diseñar las capas que utilizará la Aplicación para la Gestión de los datos de mantenimiento de equipo de cómputo y con ello optimar los recursos de la base de datos.

OBJETO DE ESTUDIO

La gestión de una base de datos, requiere de diferentes procesos como son recopilar la información, organizarla, almacenarla y con ello utilizar de forma segura dichos datos, pero sobre todo de forma eficiente y eficaz.
Para lograr todo lo anterior, es necesario que la base de datos posea ciertas características en su diseño y programación, pues de no hacerlo, el modelo relacional puede llegar a consumir gran cantidad de recursos.
Los procedimientos almacenados, funciones, capas, etc. pueden ayudar a mejorar la eficiencia y eficacia de una base de datos.

METODOLOGÍA

Se eligió la metodología scrum para este proyecto debido a su enfoque adaptable y ágil, lo que la convierte en una opción ideal para afrontar los constantes retos y cambios del mercado inmobiliario, capaz de responder rápidamente a las necesidades de los usuarios y realizar iteraciones continuas que mejoren la funcionalidad y la experiencia del cliente.
También se define a Scrum como un marco liviano que ayuda a personas, equipos y organizaciones a generar valor a través de soluciones adaptativas para problemas complejos. Scrum se conforma de eventos, el Sprint es el contenedor de todos los demás eventos, habiendo 5 eventos en total (Schwaber y Sutherland, 2020). Las etapas que definen son las siguientes:
Sprint: Son períodos de trabajo de duración fija que duran un mes o menos para crear coherencia y garantizar iteraciones cortas para obtener retroalimentación con el fin de inspeccionar y adaptar tanto cómo se hace el trabajo como en qué se está trabajando.
Planificación del Sprint: la planificación del sprint inicia el sprint al establecer el trabajo que se realizará durante el mismo. Este plan resultante se crea mediante el trabajo colaborativo de todo el equipo Scrum. El propietario del producto se asegura de que los asistentes estén preparados para analizar los elementos más importantes del Product Backlog (lista emergente y ordenada de lo que se necesita para mejorar el producto) y cómo se relacionan con el objetivo del producto.
Daily Scrum: Los desarrolladores utilizan el Daily Scrum para inspeccionar el progreso hacia el objetivo del sprint y para inspeccionar cómo avanza el progreso hacia la finalización del trabajo en el Sprint Backlog (plan creado por y para los Desarrolladores). El Daily Scrum optimiza la probabilidad de que los desarrolladores cumplan con el objetivo del sprint. Todos los días, los desarrolladores deben comprender cómo pretenden trabajar juntos como un equipo autoorganizado para lograr el objetivo del sprint y crear el incremento (paso concreto hacia el objetivo del producto) previsto para el final del sprint .
Revisiòn del Sprint: El equipo Scrum y las partes interesadas revisan lo que se logró en el Sprint y lo que cambió en su entorno. Con base en esta información, los asistentes colaboran sobre qué hacer a continuación. El Product Backlog también puede ajustarse para satisfacer nuevas oportunidades. La Revisión del Sprint es una sesión de trabajo y el Equipo Scrum debe evitar limitarla a una presentación.
Retrosprectiva de Sprint: el propósito de la Retrospectiva del Sprint es planificar formas de aumentar la calidad y la eficacia. El equipo Scrum examina cómo se desarrolló el último Sprint en lo que respecta a las personas, las interacciones, los procesos, las herramientas y su definición de finalizado. Los elementos inspeccionados suelen variar según el dominio de trabajo. Se identifican los supuestos que los llevaron por mal camino y se exploran sus orígenes. El equipo Scrum analiza qué salió bien durante el Sprint, qué problemas se encontraron y cómo se resolvieron (o no). El equipo Scrum identifica los cambios más útiles para mejorar su eficacia. Las mejoras más impactantes se abordan lo antes posible. Incluso pueden añadirse al Sprint Backlog para el próximo Sprint.

FASES DEL DESARROLLO

Para la Aplicación para Gestión del mantenimiento de equipo de cómputo se decidió utilizar la plataforma de Microsoft Visual Studio para su desarrollo, utilizando C# como lenguaje de programación y Microsoft SQL Server como Sistema Gestor de Base de datos.
Para la planeación y desarrollo de la Aplicación para Gestión del mantenimiento de equipo de cómputo se decidió utilizar la metodología ágil de desarrollo de software Scrum, considerando las etapas generales del ciclo de vida del software, esto debido a que el tamaño de la aplicación no es extenso (Scrum, 2024).
A continuación, se describirán algunos de los productos realizados en algunas de las fases desarrolladas.
Análisis
En esta etapa, entre las diferentes actividades llevadas a cabo, se establecieron los requerimientos funcionales y no funcionales para el desarrollo de la Aplicación para Gestión del mantenimiento de equipo de cómputo, que fue denominada TrioTech por cuestiones prácticas
En la tabla 1, se enlistan los algunos de los requerimientos funcionales, esto debido a que se generaron más de 40 de ellos, mientras que en la tabla 2, algunos de los requerimientos no funcionales.

Tabla 1. Lista de requerimientos funcionales

CLAVE	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
ReqF01	Nuevo Cliente	El usuario podrá insertar un nuevo Cliente.
ReqF02	Nuevo Equipo	El usuario podrá insertar un nuevo Equipo de Cómputo.
ReqF03	Nuevo Técnico	El usuario podrá insertar un nuevo Técnico.
ReqF04	Nuevo Mantenimiento	El usuario podrá insertar un nuevo Mantenimiento.
ReqF05	Nuevo Producto	El usuario podrá insertar un nuevo Producto.
ReqF06	Nueva Venta	El usuario podrá insertar una nueva Venta de Producto.
ReqF07	Ver Clientes	El usuario podrá ver la información de los clientes.
ReqF08	Ver Equipos	El usuario podrá ver la información de los Equipos de cómputo.
ReqF09	Ver Técnicos	El usuario podrá ver la información de los Técnicos.
ReqF10	Ver Mantenimientos	El usuario podrá ver la información de los Mantenimientos.
ReqF11	Ver Productos	El usuario podrá ver la información de los Productos.
ReqF12	Ver Ventas	El usuario podrá ver la información de las Ventas.

Tabla 2. Lista de requerimientos No funcionales

CLAVE	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
ReqNF01	Centralización de vistas	Todas las vistas se centrarán en un menú principal.
ReqNF02	Diseño	El diseño de interfaces deberá ser utilizando material design.

Desarrollo

En primera instancia, se procedió al diseño de la base de datos, considerando la creación de procedimientos almacenados para mejorar entre otras características cuestiones de seguridad y desempeño de la aplicación, y así crear todas las capas de datos necesarias.

Se generaron diferentes tablas dentro de la base de datos (véase Figura 1), así mismo los procedimientos almacenados (véase Figura 2) necesarios para la gestión de los datos de la base de datos TrioTech.

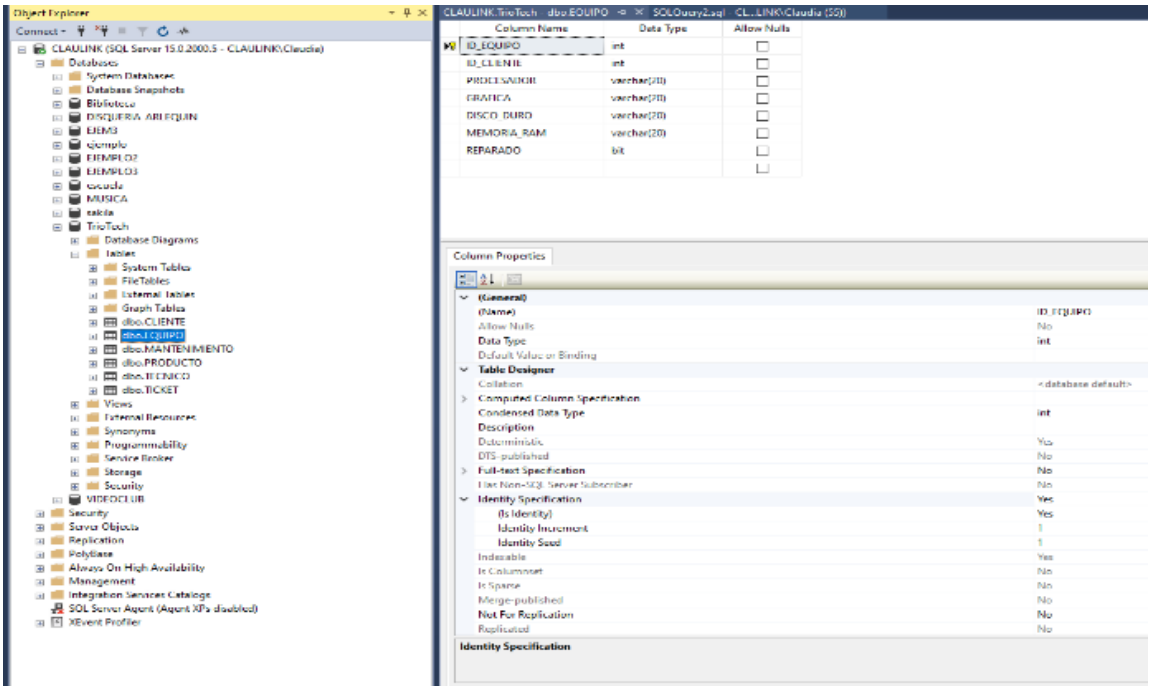


Figura 1. Base de Datos TrioTech

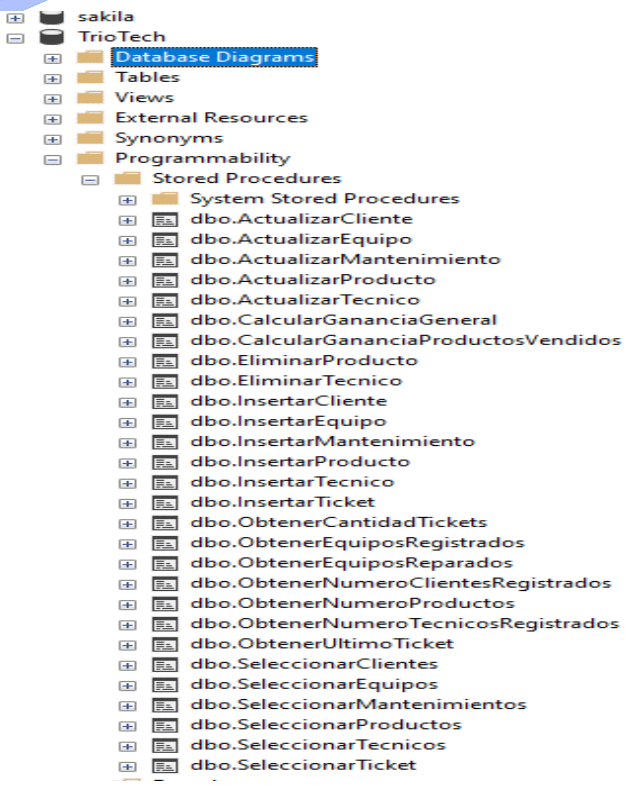


Figura 2. Procedimientos almacenados TrioTech

Una vez diseñada la base de datos, se procedió a realizar el diseño de las interfaces para responder a todos y cada uno de los requerimientos funcionales establecidos. En la Figura 3 y 4 se pueden observar algunas de las interfaces creadas (véase Figura 3 y 4).



Figura 3. Interfaz principal TrioTech

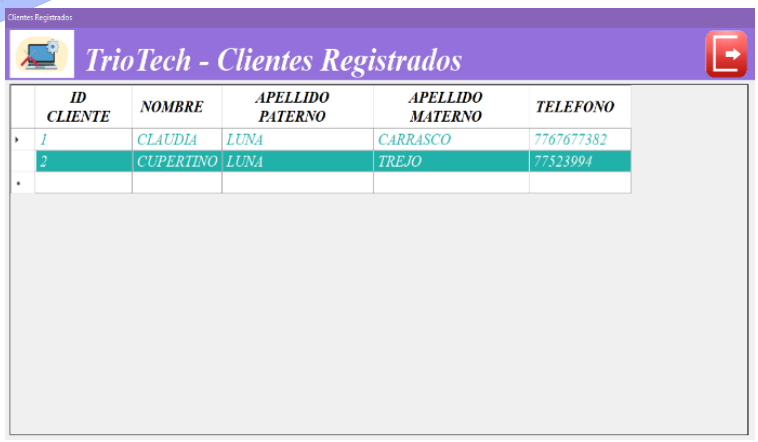


Figura 4. Interfaz ver Clientes TrioTech

En las figuras 5 y 6, se pueden observar los códigos generados para algunos procedimientos almacenados de la Base de Datos TrioTech (véase Figura 5 y 6).

```
CREATE PROCEDURE ActualizarMantenimiento
    @ID_MANTENIMIENTO INT,
    @TOTAL DECIMAL(12, 2)
AS
BEGIN
    UPDATE MANTENIMIENTO
    SET FECHA_SALIDA = GETDATE(),
        TOTAL = @TOTAL
    WHERE ID_MANTENIMIENTO = @ID_MANTENIMIENTO;

    UPDATE EQUIPO
    SET REPARADO = 1
    WHERE ID_EQUIPO = (
        SELECT ID_EQUIPO
        FROM MANTENIMIENTO
        WHERE ID_MANTENIMIENTO = @ID_MANTENIMIENTO
    );
END
```

Figura 5. Procedimiento Almacenado ActualizarMantenimiento TrioTech

```
CREATE PROCEDURE InsertarEquipo
    @IdCliente INT,
    @Procesador VARCHAR(20),
    @Grafica VARCHAR(20),
    @DiscoDuro VARCHAR(20),
    @MemoriaRAM VARCHAR(20),
    @Reparado BIT
AS
BEGIN
    SET NOCOUNT ON;

    INSERT INTO EQUIPO (ID_CLIENTE, PROCESADOR, GRAFICA, DISCO_DURO, MEMORIA_RAM, REPARADO)
    VALUES (@IdCliente, @Procesador, @Grafica, @DiscoDuro, @MemoriaRAM, @Reparado);
END;
```

Figura 6. Procedimiento Almacenado InsertarEquipo TrioTech

Además, se llevó a cabo la codificación de las interfaces gráficas diseñadas con el fin de darles funcionalidad, en las figuras 7 y 8 se presentan algunos de los módulos y funciones creadas para TrioTech (véase Figura 7 y 8).

```
public void ActualizarCliente()
{
    try
    {
        SqlCommand Command = new SqlCommand("ActualizarCliente", gestorBaseDatos.AbrirConexion());
        Command.CommandType = CommandType.StoredProcedure;
        String Nombre = txt_Nombre.Text;
        String APaterno = txt_APaterno.Text;
        String AMaterno = txt_AMaterno.Text;
        String Telefono = txt_Telefono.Text;
        Command.Parameters.AddWithValue("@IdCliente", Id_Cliente);
        Command.Parameters.AddWithValue("@Nombre", Nombre);
        Command.Parameters.AddWithValue("@ApellidoPaterno", APaterno);
        Command.Parameters.AddWithValue("@ApellidoMaterno", AMaterno);
        Command.Parameters.AddWithValue("@Telefono", Telefono);
        Command.ExecuteNonQuery();
        gestorBaseDatos.CerrarConexion();
        MessageBox.Show("Cliente Actualizado", "Actualizacion Exitosa", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Information);
        txt_Nombre.Text = "";
        txt_APaterno.Text = "";
        txt_AMaterno.Text = "";
        txt_Telefono.Text = "";
    }
    catch
    {
        MessageBox.Show("Revise los datos ingresados, hubo un error", "Error", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
    }
}
```

Figura 7. Función ActualizarCliente TrioTech

```
public void InsertarEquipo()
{
    try
    {
        SqlCommand Command = new SqlCommand("InsertarEquipo", gestorBaseDatos.AbrirConexion());
        Command.CommandType = CommandType.StoredProcedure;
        String Procesador = txt_Procesador.Text;
        String Grafica = txt_Grafica.Text;
        String DiscoDuro = txt_DiscoDuro.Text;
        String RAM = txt_RAM.Text;
        Command.Parameters.AddWithValue("@IdCliente", Id_Cliente);
        Command.Parameters.AddWithValue("@Procesador", Procesador);
        Command.Parameters.AddWithValue("@Grafica", Grafica);
        Command.Parameters.AddWithValue("@DiscoDuro", DiscoDuro);
        Command.Parameters.AddWithValue("@MemoriaRAM", RAM);
        Command.Parameters.AddWithValue("@Reparado", false);
        Command.ExecuteNonQuery();
        gestorBaseDatos.CerrarConexion();
        MessageBox.Show("Equipo Registrado", "Registro Exitoso", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Information);
        txt_Procesador.Text = "";
        txt_Grafica.Text = "";
        txt_DiscoDuro.Text = "";
        txt_RAM.Text = "";
    }
    catch
    {
        MessageBox.Show("Revise los datos ingresados, hubo un error", "Error", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
    }
```

Figura 8. Función InsertarEquipo TrioTech

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al término de todo el diseño y desarrollo de las diferentes interfaces y funcionalidad de las mismas, se presenta a continuación parte del funcionamiento de la Aplicación para Gestión del mantenimiento de equipo de cómputo denominada TrioTech.

En primera instancia, se presenta en la interfaz principal (véase Figura 3) un menú del lado izquierdo de dicha interfaz, que permite seleccionar si se desea administrar Clientes, Técnicos, Equipos de Cómputo, Mantenimientos, Productos o Ventas. De cada una de las opciones mostradas, se presenta un menú secundario. De fondo de la interfaz principal se presenta un estadístico para conocer datos que pueden ser de utilidad como conteos rápidos.

Se pueden registrar nuevos Clientes, para ello, se selecciona en el menú del lado izquierdo la opción de Clientes y al desplegar el submenú, seleccionar Registrar Cliente (véase Figura 9).



Figura 9. Opción Registrar Cliente TrioTech

Una vez seleccionada la opción de Registrar Cliente, se despliega una interfaz que muestra los campos a registrar de un cliente y la lista de los clientes registrados al momento, y una vez ingresados los datos correspondientes y presionado el botón de Agregar, se muestra un mensaje de que el registro se guardó con éxito (véase Figura 10).

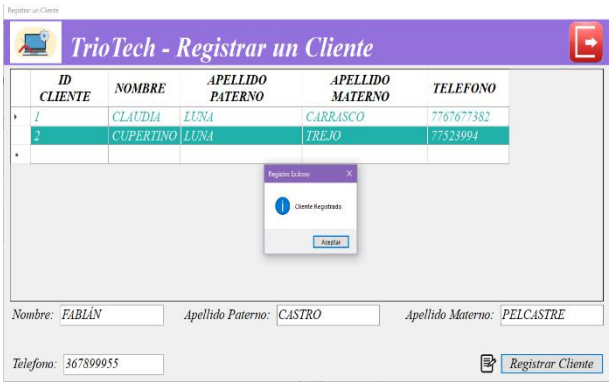


Figura 10. Registro de un Cliente TrioTech

El proceso es similar para el registro de un nuevo Equipo de Cómputo, solo que este debe quedar asociado a un cliente, por lo que en la interfaz de registro, aparecerán los clientes disponibles y solo debe seleccionarse el cliente-dueño del equipo de cómputo para su almacenamiento (véase Figura 11). Una vez ingresados los datos correspondientes la Aplicación para la Gestión de los datos de Mantenimiento de Equipo de Cómputo denominada TrioTech enviará un mensaje del registro exitoso.

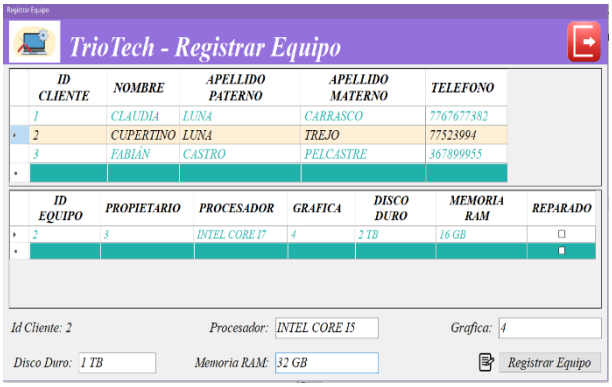


Figura 11. Registro de un Equipo de Cómputo TrioTech

Para el registro de un Nuevo Mantenimiento a un Equipo de Cómputo, debe indicarse el equipo de Cómputo y el Cliente propietario de dicho equipo de cómputo (véase Figura 12), una vez realizadas las acciones anteriores, se puede registrar el nuevo mantenimiento.

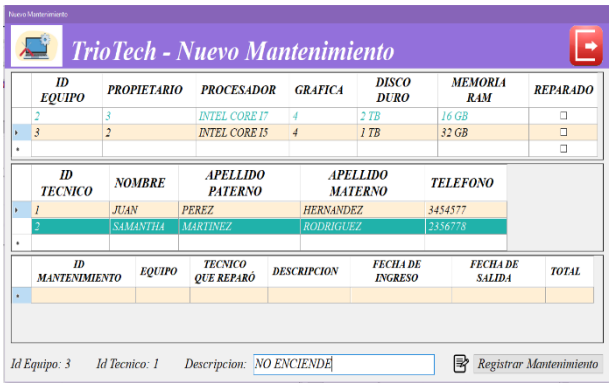


Figura 12. Registro de un Mantenimiento TrioTech

CONCLUSIÓN

Se logró el desarrollo de la Aplicación para Gestión del mantenimiento de equipo de cómputo con una interfaz intuitiva, minimalista y apropiada para el uso de los usuarios.

La información presentada es clara, concisa y en un lenguaje sencillo para que los usuarios puedan entenderla con facilidad y rapidez.

La Aplicación para Gestión del mantenimiento de equipo de cómputo es visualmente agradable y sencilla para que de esa forma los usuarios puedan utilizarla sin tantas complicaciones.

La Aplicación para Gestión del mantenimiento de equipo de cómputo es una solución que utiliza distintas capas de datos para volver la gestión de datos mas eficaz y eficiente y con ello una mejora en la seguridad.

La Aplicación para Gestión del mantenimiento de equipo de cómputo aprovecha las distintas tecnologías disponibles para la administración eficiente de los datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Amazon AWS. (30 de septiembre de 2024). ¿Qué es una base de datos?. https://aws.amazon.com/es/what-is/database/#seo-faq-pairs#modern-databases
- Date, C.J. (2001). Introducción a los Sistemas de bases de datos. Pearson Educación. México.
- Elmasri R., Navathe S.B. (2017). Fundamentals of Database System. Pearson Educación S.A.
- Google Cloud. (01 de octubre de 2024). ¿Qué es una base de datos relacional?. https://cloud.google.com/learn/what-is-a-relational-database?hl=es-419
- Microsoft. (30 de septiembre de 2024). Conceptos Básicos sobre bases de datos. https://support.microsoft.com/es-es/topic/conceptos-b%C3%A1sicos-sobre-bases-de-datosa849ac16-07c7-4a31-99483c8c94a7c204#:~:text=Una%20base%20de%20datos%20es,programa%20de%20procesamiento%20de%20texto.
- Oracle México. (30 de septiembre de 2024). ¿Qué es la gestión de datos?. https://www.oracle.com/mx/database/what-is-data-management/
- RedHat. (10 de octubre de 2024). ¿Qué es la gestión de los datos? https://www.redhat.com/es/topics/data-services/what-is-data-management
- Silberschatz, Abraham., Korth H., Sudarshan S. (2019). Fundamentos de Bases de datos. McGraw-Hill.España.
- Schwaber, K. Sutherland,J. (11 de octubre de 2024). La Guía de Scrum. La guía definitiva de Scrum: Las reglas del juego. https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-Latin-South-American.pdf
- Scrum, (27 de septiembre de 2024). What is Scrum?. https://www.scrum.org/learning-series/what-isscrum/what-is-scrum

Inserción Sociolaboral de Personas con Trastorno Mental en una Empresa Ordinaria

Verónica, Rangel Medina[1], Verónica Esmeralda, Hernández Medrano[2], Dora Lilia Guadiana Medina[3]

[1] *Tecnológico Nacional de México /ITES Región Carbonífera/e-mail: 9822@rcarbonifera.tecnm.mx*
[2] *Tecnológico Nacional de México /ITES Región Carbonífera/e-mail: 2217@rcarbonifera.tecnm.mx*
[3] *Tecnológico Nacional de México /ITES Región Carbonífera/e-mail:9430@rcarbonifera.tecnm.mx*

Línea de investigación: Administrativa

Resumen

La inserción socio laboral de personas con trastorno mental se ha limitado en la actualidad y se ha definido como un problema, de esta manera limitando así su capacidad de superación y de expansión.

Esta situación se ha analizado y se ha notado acrecentada por el estigma y la discriminación que presenta la sociedad, por tal motivo es necesario que se promueva la integración laboral en los empleos ordinarios, de esta manera se puede fomentar la participación en la sociedad, el empoderamiento de la persona y la construcción de metas y proyectos.

De acuerdo con la investigación que se está llevando a cabo se pretende identificar los factores y las estrategias que delimitan el éxito de la inserción socio laboral dentro de las organizaciones.

Con el propósito de crear una perspectiva que contemple la diversidad como una realidad que potenciar y no excluyente, de tal manera se debe considerar la práctica profesional, así como tener una propia perspectiva de las personas con trastorno mental para lograr obtener los resultados deseados.

Palabras clave: Estrés humano, Salud mental, Síndrome de Burnout, Sobrecarga laboral

Abstract

The socio-occupational insertion of people with mental disorders has currently been limited and has been defined as a problem, thus limiting their ability to improve and expand.

This situation has been analyzed and has been noted to be increased by the stigma and discrimination that society presents, for this reason it is necessary to promote labor integration in ordinary jobs, in this way participation in society can be encouraged, empowerment of the person and the construction of goals and projects.

According to the research that is being carried out, the aim is to identify the factors and strategies that define the success of socio-labor insertion within organizations.

With the purpose of creating a perspective that considers diversity as a reality to be enhanced and not exclusive, professional practice must be considered in this way, as well as having one's own perspective of people with mental disorders to achieve the desired results.

Keywords: Human stress, Mental health, Burnout syndrome, Work overload

INTRODUCCIÓN

Las sociedades modernas han de resolver un problema que ellas mismas han creado y que afecta a miles de personas en todo el mundo: la exclusión social. Entre las muchas actuaciones que hay que abordar para solucionar el problema, la integración laboral se presenta como la más importante para que la reinserción de los afectados sea efectiva y real.

En nuestra sociedad contamos con personas que, por diversos factores (extrínsecos o intrínsecos), necesitan de una acción protectora para ser incluidos como parte de la sociedad normalizada. Son los denominados colectivos en riesgo de vulnerabilidad o exclusión social.

En el presente proyecto de investigación se analizan factores y estrategias que inciden en el éxito de la inserción laboral en personas con trastorno mental. Se cree conveniente centrar la investigación en el mercado ordinario de trabajo, debido a la importancia de fomentar una integración real de las personas con enfermedad mental, promoviendo un acceso a un empleo digno que expanda sus potencialidades y capacidades.

Así mismo, el trabajo es valorado como un mecanismo de inclusión que permite a la persona con trastorno mental la posibilidad de generar una identidad personal, el empoderamiento de sí misma, la creación de un proyecto de vida y el establecimiento de relaciones sociales.

DESARROLLO

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que solo el 40% de la población con discapacidad cuentan con empleo. Debemos de trabajar para que las empresas construyan políticas de inclusión y decidan brindar oportunidades a todos y todas. La experiencia de relacionarse con personas diferentes enriquece y crean nuevas vivencias a los colaboradores. La inclusión laboral significa ofrecer trabajo de forma activa, dejando atrás la discriminación e intentando que las vidas de estas personas se normalicen en todos los ámbitos.

La inclusión no solo benéfica a las personas con discapacidad sino también a las personas que trabajan con ellas. Para el ser humano, el trabajo es un medio de realización persona y el esfuerzo de otros puede motivar al resto a dar lo mejor de sí.

De acuerdo con la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de las Naciones Unidas, las personas con discapacidad incluyen a aquellas personas que cuentan con deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales tales como de audición o de visión, que a largo plazo al interactuar con diversas barreas, pueden impedir su participación plena y efectiva en la sociedad.

La inclusión de personas con discapacidades es garantizar que todo el mundo tenga las mismas oportunidades de participar en todos los aspectos de la vida al máximo de sus capacidades y de sus deseos.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Con esta investigación se busca que la inserción social de las personas con trastornos mentales aumente, dado que son personas con aptitudes capaces de realizar muchas actividades, además de que tienen muchas habilidades que pueden dotar a las organizaciones de nuevas formas de realizar actividades, también pueden desarrollar nuevas y mejores habilidadesEn la siguiente tabla se muestra la hipótesis que fundamenta la presente investigación.

Objetivos específicos

Promover la superación de prejuicios y estereotipos hacia las personas con trastorno mental, en el ámbito empresarial y en la sociedad en su conjunto.

Potenciar la empleabilidad de las personas con un trastorno mental respondiendo tanto a las necesidades individuales de cada miembro de la organización, como a las del mercado.

OBJETO DE ESTUDIO

La inclusión de personas con discapacidades es garantizar que todo el mundo tenga las mismas oportunidades de participar en todos los aspectos de la vida al máximo de sus capacidades y de sus deseos. Por lo que la sociedad debería dotar de oportunidades de trabajo a personas con trastorno mental o discapacidad, además de dinamizar, por medio de acciones de prospección y de intermediación, el acercamiento entre empresa y trabajador con trastorno mental o discapacidad.

METODOLOGÍA

El tipo de investigación aplicada para este protocolo fue la investigación aplicada ya que el objetivo de esta investigación es encontrar estrategias que puedan ser empleadas en el abordaje de un problema específico; la investigación aplicada se nutre de la teoría para generar conocimiento práctico.

Es necesario llevar a cabo una entrevista a una experta en el tema de trastornos mentales y encuestar a personal de alguna organización que al final del día son las personas con las más se convive, ellos pueden ayudar de mejor manera a que se adapten y se sientan incluidos de la mejor manera posible, además se abre la puerta a obtener información acerca de que piensan las personas ordinarias de las personas con algún trastorno mental.

La entrevista se aplicó a una experta en el tema para que dé su punto de vista acerca de la vida laborar de personas con algún tipo de trastorno, y así promover la empleabilidad de personas con trastorno mental o discapacidad, además de que éstas se sientan cómodas, seguras, pero sobre todo con el conocimiento de qué ser inclusivo y cómo podría beneficiar a la organización.

Las estrategias se fundamentan en el diseño de planes individualizados de formación, en la potenciación de las competencias clave necesarias para el trabajo y las específicas para cada empleo, en establecer una orientación continua hacia el trabajador y en conseguir la participación y coordinación empresarial para la adaptación psicosocial de puestos de trabajo para personas con trastornos mentales.
Dentro de las estrategias, se propone implementar programas y sesiones de empoderamiento para los empleados que estén pasando por dichas situaciones, que se sientan parte de la empresa y además que noten que son una pieza clave y necesaria para llevar a cabo el trabajo, mensualmente brindar pláticas sobre motivación y superación personal, recuperar la seguridad en sí mismos y la finalidad de que se incorporen al mercado laboral.

Además, se tiene la posibilidad de generar sesiones o talleres para los empleados ordinarios para que sean ellos mismos un apoyo de primera mano a la adaptación de las personas con trastornos mentales, se les puede capacitar de la mejor manera para que sean otro consejero y ayudarlos de la mejor manera.
Los beneficios en la contratación de personas con enfermedad mental se pueden medir en beneficios económicos y beneficios sociales. Valorar los beneficios desde una perspectiva de la responsabilidad social corporativa implica hacer un análisis de la realidad social de los ciudadanos afectados de un problema de salud mental, tomando medidas que repercutan en su integración laboral y en una mejora de su bienestar.

FASES DEL DESARROLLO

Recolección de información referente al tema de estudio y la importancia que socialmente representa la inserción de personas con algún tipo de trastorno mental en el ámbito laboral. Es por ello que se aplicó una encuesta a una psicóloga para saber la opinión experta, además de una encuesta a una muestra representativa de una empresa de la región, con la finalidad de conocer el grado de aceptación al trabajar con personas con algún tipo de trastorno mental, pero perfectamente competentes para realizar sus funciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados
A continuación, se presentan los resultados obtenidos con la entrevista a la Psicóloga General Selma Eloísa Espinoza Romo y también los resultados de la encuesta realizada a 100 empleados de la empresa.
Encuesta aplicada a la Psicóloga General. Selma Eloísa Espinoza Romo.
1. ¿Existe un tratamiento para curar una enfermedad mental?
Para su cura no, el tratamiento es para el tipo de Enfermedad mental que presente, la gravedad y el que más le sea efectivo.
2.- ¿Cuál sería una solución?
Tener un control de medicamento y que lo tome a diario o cada que sea recomendado.
3. ¿Qué tipo de capacitaciones se pueden brindar en una organización para aprender a auxiliar a un empleado con un trastorno?
Para que en un ambiente laboral se maneje la situación se crea una pauta general de detección intervención y prevención dentro de la organización por medio de encuestas que al final se convierten en un curso informativo para que el empleado esté informado de los síntomas y buscar ayuda.
4. ¿Considera importante la integración de personas con trastornos en organizaciones?
Creo que todos tenemos la oportunidad de sobrellevar las cosas, no somos tan diferentes, sabiendo respetar el espacio que cada uno requiere y sobre todo un ambiente laboral favorable todo debe de marchar bien.
5. ¿Cuál es la importancia de contar con una persona especializada en la salud mental en una empresa?
Es de mucha importancia, la combinación de baja demanda laboral y altas demandas laborales presiden determinados problemas y trastornos mentales tales como son la depresión y la ansiedad
6. ¿Cómo debería ser el trato del resto del personal de la organización con una persona con algún tipo de trastorno?
Debemos de ubicar a las personas que padezcan de estos trastornos, brindarles su espacio, no darles horarios de trabajo rígidos e integrarlos en todo momento, no sabemos por lo que pasen y para ellos es difícil de explicarlo, estar conscientes que no debemos de fijarnos en las características, si no en la forma en que intentamos apoyar y mantener un ambiente favorable, sobre todo sacar el trabajo y mantener el empleo.
7. ¿Qué problemas podrían presentarse a la hora de contratar a una persona con un problema mental?
Para eso al momento de cada entrevista, se le cuestiona a la persona para ver su información médica cuándo presenta un trastorno o poco autocontrol de su conducta, analizar barreras y alteraciones habituales, dentro de un área laboral siempre se presentan casos de un descontrol de comportamiento en muchos de los empleados así que su manejo primero empieza siendo supervisados en el área de la salud.
8. ¿Qué aconseja hacer cuando una persona tenga un ataque?
Comunicarse con personal de salud y con la persona especializada dentro de la organización.
9. ¿Considera que es bueno que las empresas contraten a estas personas?
Tendrá sus pros y sus contras, ¿Por qué? Muchas de es un área laboral siemprelidades muy bien desarrolladas.

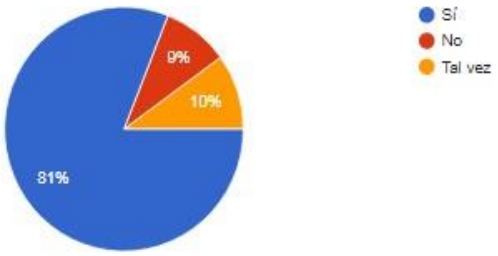
Encuesta realizada a los empleados de la empresa





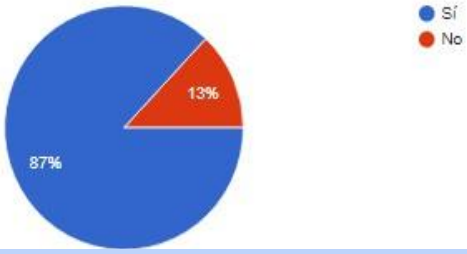
¿Consideras importante que las personas con un trastorno mental tengan las mismas oportunidades de trabajo?

100 respuestas



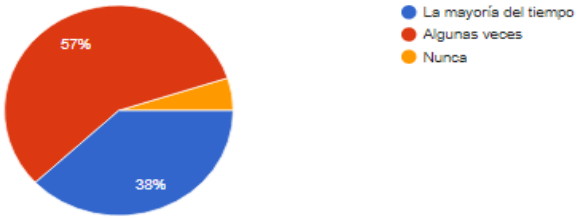
¿Ayudarías a que una persona con algún trastorno mental se sienta incluido en la organización?

100 respuestas



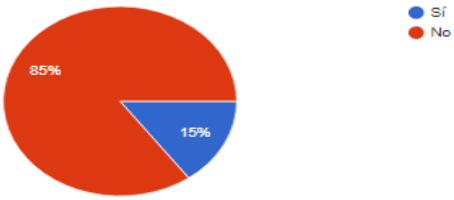
¿Con qué frecuencia te has sentido estresado/depresivo?

100 respuestas



¿La empresa se preocupa por tu salud mental?

100 respuestas



CONCLUSIÓN

La investigación realizada determina que los trabajadores con trastorno mental o discapacidad realmente no son muchos en las organizaciones y que por parte de los demás trabajadores no se encuentra problema a la hora de incluir a trabajadores que tengan algún trastorno o discapacidad, por otra parte, principalmente en la organización no se toma mucha importancia a la salud mental de los trabajadores, quienes normalmente se han sentido estresados o depresivos.

En cuanto a la inserción laboral de personas con trastorno mental se comprueba que en aún se queda mucho por dar a conocer sobre la importancia de que lleven una vida normal, a pesar de que muchos trabajadores estén de acuerdo en apoyarlas, la organización debería de tomar mayor responsabilidad en cuanto a la inserción de las personas con trastorno mental o discapacidad, integrando a la empresa un departamento que auxilié a dichas personas o talleres para promover la inclusión dirigidos para los compañeros de trabajo.

Finalmente, con la información obtenida se puede determinar que, gracias a las acciones de rehabilitación e inserción profesional, se confirma que es posible diseñar estrategias eficaces de fortalecimiento de competencias para el empleo en personas con trastorno mental.

BIBLIOGRAFÍA.

Referencias

Bisquerra, R., & Figueras, P. (1992). Transición e inserción: Una aproximación conceptual. Barcelona: Associación Catalana d´Orientación Escolar i Professional.

Bueno, E. (1996). Organización de Empresas: Estructura, procesos y modelos. España: Ediciones Pirámide.

Casals, J., Masjuan, J., & Planas, J. (1991). La inserción social y profesional de los jóvenes: Los itinerarios de transición entre los 14 y los 25 años. Madrid: CIDE.

Davila, C. (2004). Teorías Organizacionales y Administración: Enfoque Crítico. Colombia: McGraw Hill. Donoso, T. (2000). La inserción socio-laboral: Diagnóstico de las variables relevantes. Barcelona: Estel. Dubrin, A. (2003). Fundamentos de Comportamiento Organizacional. México: Thomson.

Esteban, B., & Borja Jordán de Urríes Vega, F. d. (2006). Empleo con apoyo para personas con discapacidad intelectual y para personas con enfermedad mental. Getafe: Comparación metodológica en dos proyectos piloto.

García, C., & Sánchez, A. (2001). Clasificaciones de la OMS sobre discapacidad. Boletín del RPD.

Hilarión, P. (2012). Guía para la integración laboral de personas con trastorno mental. Barcelona: Obra Social Fundación "la Caixa".

Mascayano, F. (2012). Estigma hacia los trastornos mentales: características e intervenciones. Santiago de Chile: Escuela de Psicología, Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso.

Muñoz, A. P. (2010). Discapacidad: contexto, conceptos y modelo. Revista Colombiana de Derecho , 381-414.

Pelayo Pérez, M. (2012). Capital social y competencias profesionales: Factores condicionantes para la inserción laboral. México: Edición Digital.

Pérez Porto, J., & Merino, M. (10 de Febrero de 2008). definiciones. Recuperado el 10 de Noviembre de 2020, de definiciones: https://definicion.de/discapacidad/

Robbins, S. (1999). Comportamiento Organizacional. México: Prentice Hall.

Salaverry, O. (2012). La piedra de la locura: inicios históricos de la salud mental. Líma: Facultad de Medicina Humana, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Lean Enterprise y la simulación de procesos para maximizar la cartera de clientes en una empresa de servicios

Ismael Jesús Pérez Montes de Oca[1], Eloy Dimas Celestino[2], Jorge Carlos León Anaya[3], José Itzerai Rodríguez Salcedo[4], Enrique Osorio Vázquez[5]

[1]*Universidad Politécnica del Valle de México/e-mail:ismaelperezmo@gmail.com*
[2]*Universidad Politécnica del Valle de México/e-mail:dimas_ce@hotmail.com*
[3]*Universidad Politécnica del Valle de México/e-mail:jcleon1969@gmail.com*
[4]*Universidad Politécnica del Valle de México/e-mail:itzerai@hotmail.com*
[5]*Universidad Politécnica del Valle de México/e-mail:ingeov6212@gmail.com*

Línea de investigación: Lean Enterprise

Resumen

El mantener a los clientes cautivos, es un proceso de cambio interno de los procesos de una empresa. Los procesos internos deben estar orientados hacia los clientes. El problema es que se convirtió en un conflicto ya que mes a mes se pierden clientes, aunque los vendedores logran captar nuevos clientes y casi lograr empatar a los que perdieron, la pérdida es inevitable y no tienen la aplicación de procesos para recuperar a los clientes. El conservar a los clientes es un proceso de servicio y atención a sus requerimientos. El análisis y solución para conservar a los clientes se realizará a través de la aplicación de Lean Enterprise apoyándose de la Simulación con el Software Arena para encontrar la solución óptima al conflicto de perder clientes. Dicho de otra forma, es crear valor en el proceso.

Palabras clave: Competitividad, crear valor, flujo de valor, Lean Enterprise, orientación al cliente, simulación.

Abstract

Keeping captive customers is a process of internal change processes of a company. Internal processes must be geared towards customers. The problem is that it became a conflict as month to month customers are lost, although vendors fail to capture new customers and nearly tying to achieve those lost, the loss is inevitable and no application process to win back customers. Retaining customers is a process of service and attention to their needs. The analysis and solution to retain customers is done through the application of Lean Enterprise leaning Simulation with Arena Software to find the optimal conflict resolution to lose customers. Stated another way to create value in the process.

Keywords: Competitive, Creating value, value stream, Lean Enterprise, customer orientation, simulation

INTRODUCCIÓN

La producción ajustada es un enfoque para llegar al éxito en la industria manufacturera y ha tenido una aceptación amplia como buenas prácticas de manufactura en el mundo. [Jones y Womack, 1990]. Este enfoque reduce en gran medida la mejora de fabricación cuando se introducen prácticas lean sobre una base sólida. [Czabke y Doolen, 2008]. La transición a empresa Lean requiere un cambio radical que supone una total redefinición del propósito, el sistema y la cultura de la organización. [Hines y Holwe, 2004].

La empresa de Recarga de Tiempo Aire (RTA) vende desarrollo y herramientas, es decir, ofrece una plataforma para que el cliente que este comprando pueda subcontratar. La competencia sólo vende recargas. La empresa tiene 10 años de estar presente en el mercado. En sus primeros años la empresa inicia con recargas Movistar y ventas de equipos telefónicos móvil, al paso del tiempo se incorporan otros carriers. En el año 2010, la empresa se divide creándose dos empresas, una de recargas y la otra de ventas de equipo. En este artículo centraremos el esfuerzo de mejora en la empresa RTA.

La empresa actualmente tiene cinco carriers: Nextel, Telcel, Movistar, IUSA-UNEFON y en puerta están Virgin, Mazrecarga y un tercero.

La empresa RTA compra Tiempo Aire diariamente. Además, existen 11 regiones en México, cada región envía su saldo a la empresa RTA, ya que existe conectividad con la empresa.

Se tiene un punto de reorden para la compra de Tiempo Aire, y cuando se llega al punto de reorden, entonces las regiones envían su solicitud de compra de Tiempo Aire a la empresa RTA.

La competencia de la empresa RTA son: el competidor Qubo creado por la empresa Bimbo, está participando en este servicio de saldos Tiempo Aire de Telcel, solamente y en octubre 2014 lanza otra empresa con pagos de servicios. Por lo tanto, los competidores a la fecha son: Bimbo, Qubo, Yastas, (compartamos banco), Oxxo, Seven y centros comerciales.

La problemática detectada en la empresa RTA es el que la empresa pierde clientes que en promedio mensual entran 240 clientes, los cuales, en el mes siguiente se pierden de un 40% a un 60%, de estos que resta, en el segundo mes que transcurre se pierde otro 20% y los que van quedando se van fidelizando a la empresa y se futurizan como clientes potenciales.

Se detecto en la empresa que no existen procedimientos por escrito de las actividades que se realizan, no hay estandarización de los procesos, además la empresa fue creciendo como una empresa y esos lazos familiares irrumpen en el flujo de la actividad empresarial.

El utilizar Lean es redefinir las actividades de las áreas de forma que puedan contribuir a la creación de valor y puntualizar en los requerimientos de los trabajadores en cada parte del flujo, de tal forma que nazca el interés de hacer que el valor fluya. Es decir, es replantear en forma radical el flujo de valor, desde el pedido del cliente hasta la entrega del servicio a este. [Jones y Womack, 2012].

Se aplicarán las herramientas de Lean Enterprise y la Simulación (software Arena) para encontrar el proceso óptimo de la forma de trabajar y erradicar la pérdida de clientes y así maximizar la cartera de clientes de la empresa RTA, se le recomienda a la empresa, implementar una medición (KPI – Key Performance Indicators) – Indicadores de Desempeño de la cartera de clientes, tanto en número de clientes y en forma monetaria.

Con la simulación en ARENA (Software de simulación) se podrá visualizar, verificar y analizar los procesos de una forma puntual y se podrá decidir, cuál será el proceso óptimo.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL

Fidelizar a los clientes externos, de tal forma, que el índice de deserción de los clientes externos se minimice.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Aplicarmapeo de procesos (VSM) para entender el proceso e identificar las oportunidades de mejora.

Aplicar Simulación de Procesos con el software ARENA, para encontrar el proceso óptimo.

Comparar el proceso actual vs proceso óptimo para identificar el beneficio obtenido.

OBJETO DE ESTUDIO

Impacto de la aplicación de Lean Enterprise con Simulación de Procesos (SW ARENA) para fidelizar a los clientes externos.

METODOLOGÍA

En esta investigación se utiliza el instrumento de recolección de información el Mapeo de Valor como una técnica de Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) o también denominada Lean Enterprise (Empresa Esbelta), este mapeo de valor actual y futuro están elaborados en el Rockwell Software Arena donde se realiza la simulación del proceso de Ventas de la empresa RTA, esto con el fin de obtener un proceso óptimo, que ayude a fidelizar a los clientes y por ende a incrementar la cartera de clientes de la empresa y por lo tanto incrementando las ventas de forma favorable para continuar compitiendo en el mercado.

FASES DEL DESARROLLO

Se utiliza el software Arena para la elaboración del Mapeo de Valor Actual y Mapeo de Valor futuro simulando ambos modelos e identificando las brechas que existen entre estos dos, y a su vez simulando ambos modelos del Estado Actual y futuro se obtienen los datos de los resultados de la mejora. Entre otros resultados se comparará la duración en tiempo de cada proceso e identificar el Cuello de Botella para poder resolver la problemática a partir de este.

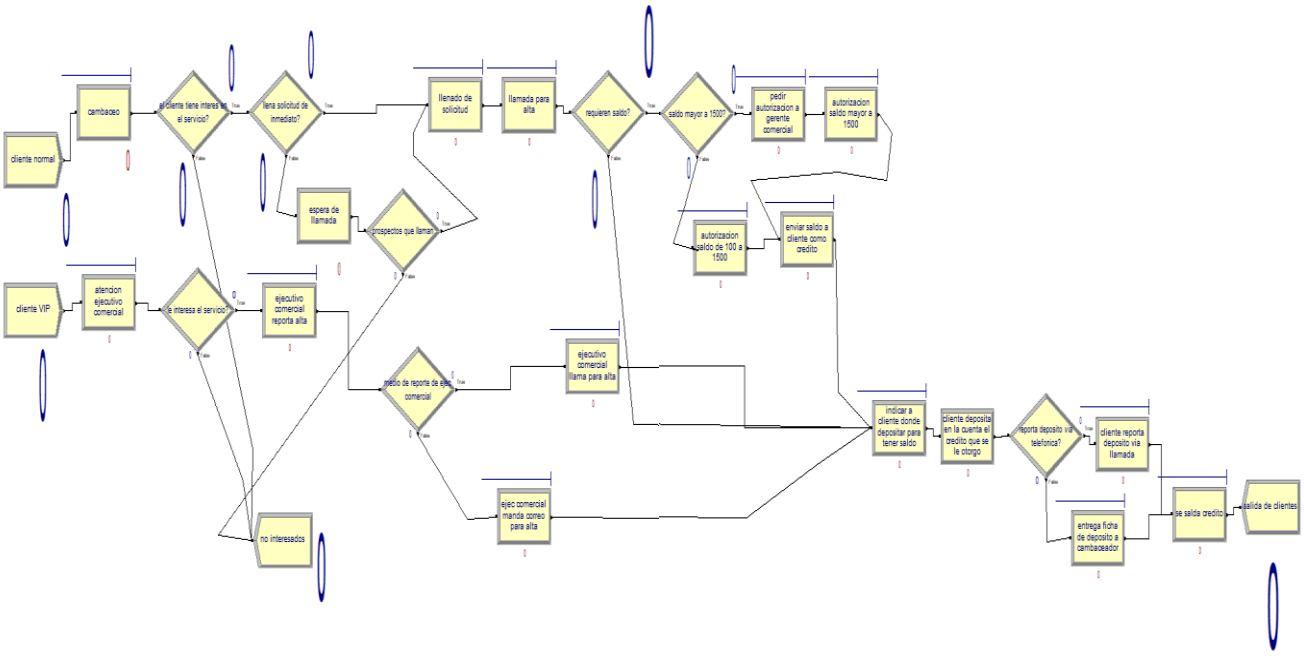
Las entidades que están involucradas en el proceso son: Los Clientes normales y los clientes VIP, y los recursos son: los cambaceadores, el Ejecutivo Comercial, el Administrador de Altas de nuevos clientes, Administrador de Bancos, Ejecutivo de Recarga, Calidad, Ejecutivo de Monitoreo y Sistemas.

Se obtuvieron datos de proporciones, duraciones de actividades, frecuencias para que a través de la herramienta "analize" nos proporcione el tipo de distribución de probabilidad y con base en esta información anotar los datos en los diferentes procesos del modelo del proceso de Ventas para simularlo.

Fase 1. Elaboración del Mapeo de Valor Actual en software Arena.

Figura 1

Mapeo de Valor Actual en Arena del proceso de compra-venta de Recarga de Tiempo Aire.



Fuente: Elaboración Propia.

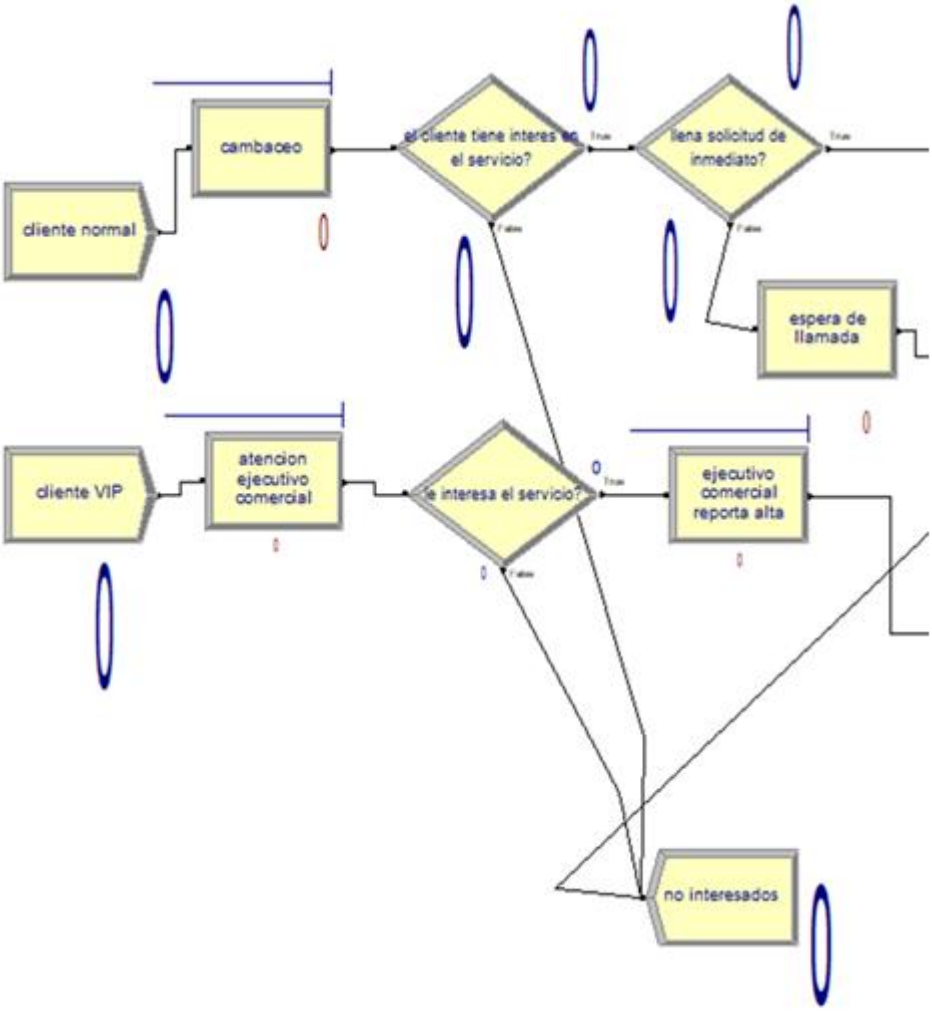
El proceso de compra-venta de recarga de Tiempo Aire de la empresa RTA inicia con dos tipos de cliente: Cliente Normal y Cliente VIP. Para el Cliente Normal, se realiza el cambaceo, si el cliente tiene interés en el servicio, entonces llena la solicitud y si no, posteriormente el prospecto llama para llenado de solicitud, después la empresa llama para alta del cliente y le preguntan al cliente, si requiere saldo y el monto, si el saldo es mayor a 1500, se pide autorización a gerente comercial y si el saldo es menor o igual a 1500, se le envía el saldo al cliente como crédito, indicándole al cliente, en donde depositar para tener saldo y el cliente deposita en la cuenta el crédito que se le otorgo, después el cliente reporta deposito vía llamada telefónica o entrega ficha de depósito a cambaceador y finalmente se salda el crédito otorgado.

Para el Cliente VIP, lo atiende un ejecutivo comercial, y si le interesa el servicio, el ejecutivo comercial reporta alta, posteriormente el ejecutivo comercial llama al cliente para darlo de alta o el ejecutivo comercial envía correo para dar de alta al cliente, después le indican al cliente donde depositar para tener saldo y el cliente deposita en la cuenta el crédito que se le otorgo y reporta el depósito vía telefónica o entrega ficha de depósito al ejecutivo comercial, finalmente se salda el crédito otorgado.

Con el fin de visualizar las descripciones de cada una de las entidades del proceso de compra-venta de Recarga de Tiempo Aire en la empresa RTA, se realiza un zoom al proceso que se tiene en el software ARENA segmentándolo en 4 partes como se visualiza en las siguientes figuras:

Figura 1a

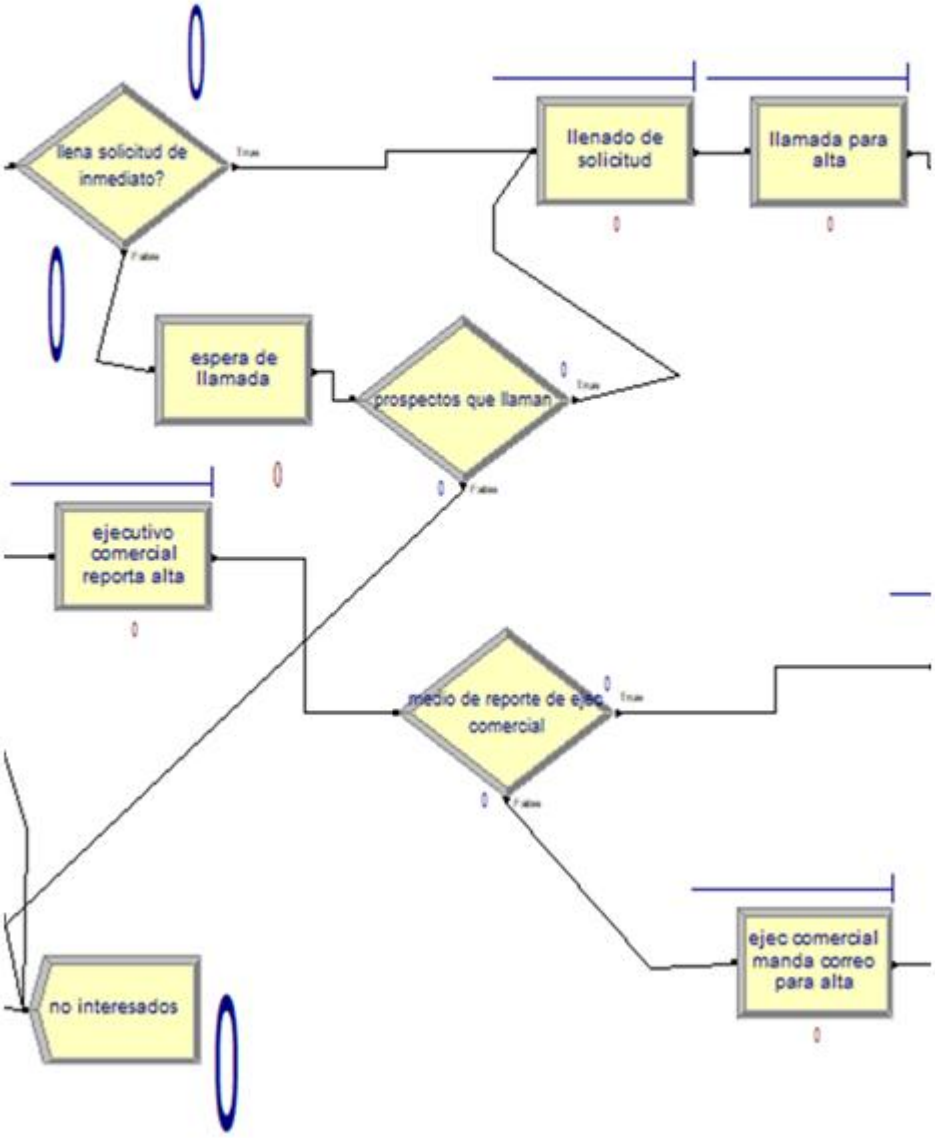
Mapeo de Valor Actual en Arena del proceso de compra-venta de Recarga de Tiempo Aire.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 1b

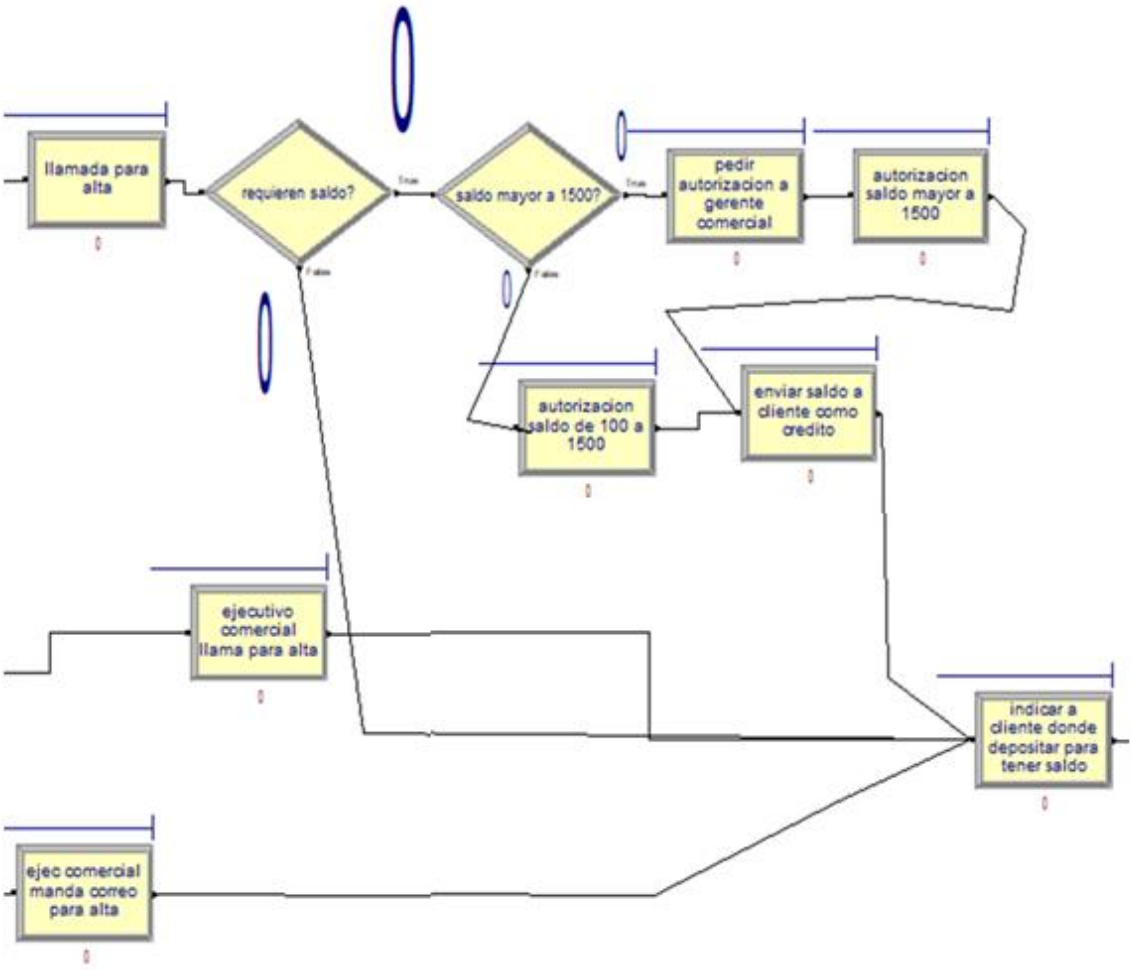
Mapeo de Valor Actual en Arena del proceso de compra-venta de Recarga de Tiempo Aire.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 1c

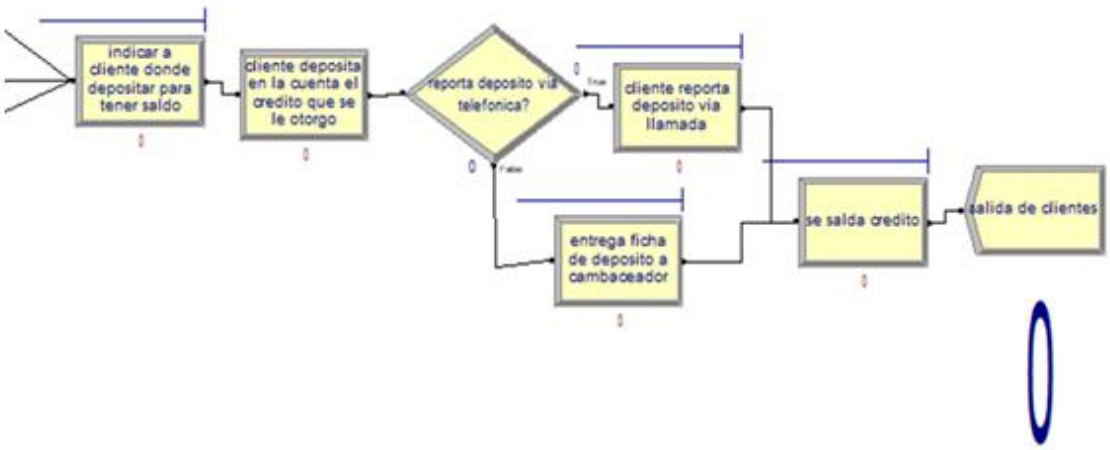
Mapeo de Valor Actual en Arena del proceso de compra-venta de Recarga de Tiempo Aire.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 1d

Mapeo de Valor Actual en Arena del proceso de compra-venta de Recarga de Tiempo Aire.

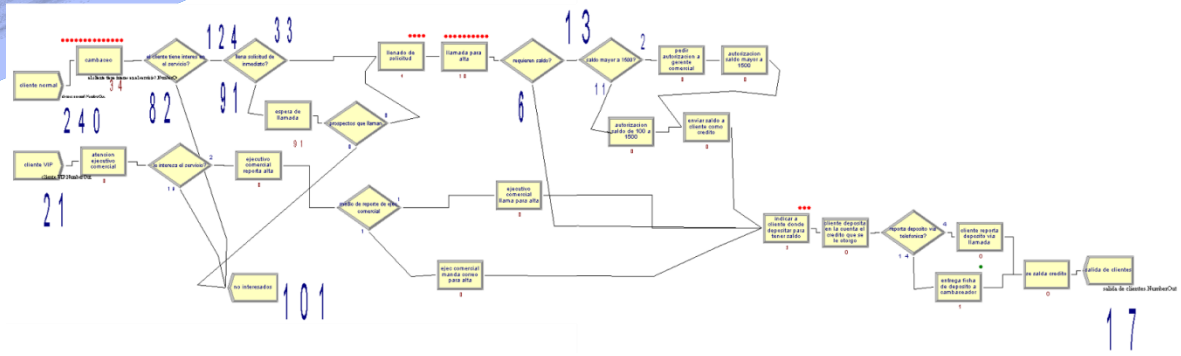


Fuente: Elaboración Propia.

El proceso segmentado en 4 partes (Figuras 1a, 1b, 1c, 1d) para facilitar la lectura de las descripciones de las entidades, es el mismo para las figuras 2, 4 y 5, solamente cambian las cantidades para realizar diferentes simulaciones.

Se citan a continuación algunas causas (oportunidades de mejora) por las que los clientes se van con la competencia:
Los clientes se fastidian por pagar a diferentes cuentas según los carriers del que desea tener saldo y después tienen que reportarlo a la empresa, para que la empresa pueda verificar que ya se realizaron los pagos correspondientes y es hasta entonces que se les envía su saldo de tiempo aire.
Los clientes que tienen derecho a mayo comisión por el volumen de venta, la empresa RTA no se los aplica, le pagan de forma normal como a cualquier otro cliente y tarde o temprano se dan cuenta algunos clientes y se retiran buscando el servicio con otras compañías.
Los tiempos de repuesta en recibir su saldo normalmente son de 30 minutos, y cuando hay problemas con los bancos tarda más, entre 1 a 1.5 horas.Cuando los clientes necesitan alguna transacción que es una solución de su operación bancaria, la aclaración de un extravío, rastrear un depósito o una transferencia, el obstáculo para que se realice este proceso es el esperar la autorización del Director de Finanzas que en muchas ocasiones no está en su lugar. Este proceso de resolución tarda desde el día de la incidencia hasta el cierre del mes actual más 10 a 12 días del siguiente mes (máximo 40 días) si iniciara cualquier proceso de estos el día primero del mes actual.
Por fallas del sistema no se les reembolsa a los clientes.
Los lunes y viernes por la gran demanda no se cumplen las recargas de Tiempo Aire en 20 minutos.
Los vendedores registran dos clientes aún cuando se trate de un solo cliente que demanda dos productos, cobrando doble comisión.
Los clientes VIP tienen un servicio especial de workservice para usar la plataforma, estos no manejan sus cuentas de depósito, es decir, los subdistribuidores depositan a la empresa RTA de servicios de recarga de tiempo aire y la empresa RTA, envía a los clientes el saldo y es aquí donde se hace complejo el control (comunicación), ya que entre otras cosas, se duplican folios, cuando se rastrean depósitos, ya que no se identifica de que cliente es, etc.
Lo anterior da como resultado que la empresa pierda clientes que en promedio mensual son 240 clientes que representan una entrada para la empresa RTA de $625,000.00 mensuales.
A los clientes VIP los atiende el Gerente de Ventas, pero esta persona no tiene el expertise para hacer crecer el portafolio de clientes VIP, e inclusive en el año 2014, la empresa perdió un cliente VIP que compraba $4, 000,000.00 mensuales.

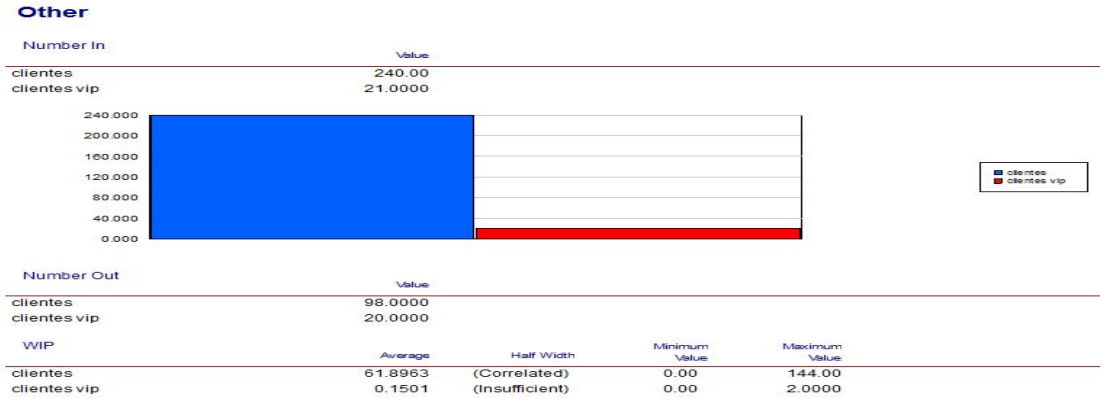
Fase 2. Elaboración del Mapeo de Valor Actual en el software Arena con la corrida de simulación.
Figura 2
Mapeo de Valor Actual en el software Arena con la corrida de simulación, del proceso de compra-venta de Recarga de Tiempo Aire.



Fuente: Elaboración Propia.

En la corrida del modelo Actual del proceso de Ventas, se analizó que el Cuello de Botella se encuentra en la actividad de "Administración de Altas de Nuevos Clientes", y es en esta actividad en donde se tiene que hacer el cambio para poder mejorar.

Fase 3. Salida de Clientes y WIP del modelo Actual del SW Arena.
Figura 3
Salida de clientes y el WIP (Trabajo en proceso) del modelo Actual del SW Arena, del proceso de compra-venta de Recarga de Tiempo Aire.



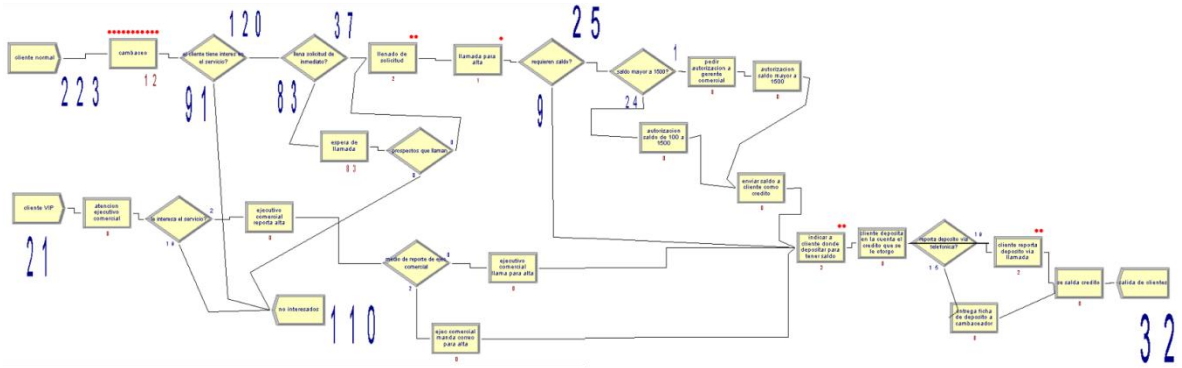
Fuente: Elaboración Propia.

En el modelo Actual, se cuenta con una "salida del cliente" de 15 clientes normales y 2 clientes VIP, dando un total de 17 clientes.

Fase 4. Mapeo de Valor Futuro en Arena con 2 recursos en "Administración de Altas de Nuevos Clientes".

Figura 4

Mapeo de Valor Futuro con 2 recursos en "Administración de Altas de Nuevos Clientes", del proceso de compra-venta de Recarga de Tiempo Aire.



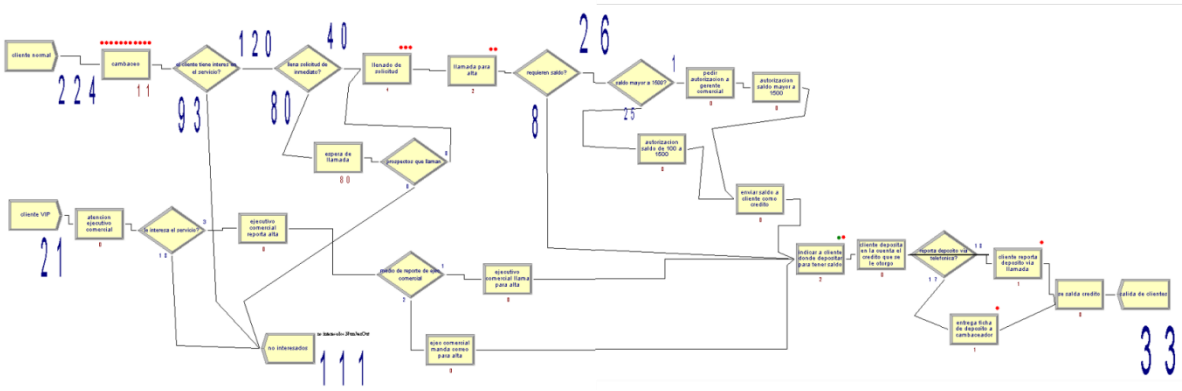
Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 4, se puede observar que la salida de clientes normales son 32 y 2 clientes VIP, (por el tiempo que permitió la simulación no se visualizan estos 2 clientes VIP en la salida) con 2 recursos en la "Administración de Altas de nuevos clientes", incrementando la salida de 17 a 34 clientes, es decir, incremento en un 100%.

Fase 5. Mapeo de Valor Futuro en Arena con 3 recursos en "Administración de Altas de Nuevos Clientes".

Figura 5

Mapeo de Valor Futuro con 3 recursos en "Administración de Altas de Nuevos Clientes", del proceso de compra-venta de Recarga de Tiempo Aire.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 5, se visualiza la corrida de simulación del proceso de ventas de la empresa RTA con 3 recursos en la actividad de "Administración de Alta de nuevos clientes", pero la "salida de cliente" nos da un total de 33 clientes normales y 2 clientes VIP, en total 35 clientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar el Estado Actual y Futuro se encontró que aumentando de 1 a 2 recursos en la actividad de "Administración de Altas de Nuevos Clientes" se mejoró notablemente la gestión del servicio al cliente, obteniendo los siguientes beneficios: "El servicio de salida al cliente" de todo la gestión del proceso Actual es de 15 clientes normales y 2 clientes VIP, con el aumento de 1 recurso más en la actividad de "Administración de Altas de Nuevos Clientes", se tendrá "El Servicio de salida al cliente" de toda la gestión del proceso de 32 clientes normales y 2 clientes VIP, esto quiere decir, que aumenta la tasa de servicio en un 100%, es decir de un total de 17 clientes a 34 clientes.

No es factible aumentar hasta 3 recursos en la actividad de "Administración de Altas de Nuevos Clientes" ya que incrementamos más el costo por tener un recurso más y hay un beneficio muy pobre de un cliente atendido, por lo que, aplicaremos la mejora con 2 recursos en la actividad de "Administración de altas de nuevos clientes" como se visualiza en la figura 4 Mapeo de Valor Futuro en Arena con 2 recursos en "Administración de Altas de Nuevos Clientes".

Las mejoras que se tendrían que hacer emergentes en la empresa RTA serían las siguientes:

Contratar a una persona para el puesto de "Administrador de altas de Nuevos Clientes".

También se podrían reducir el número de cambaceadores, para así, presionar y cumplir con las metas y así lograr un ahorro del salario de algunos cambaceadores.

Estas mejoras nos conllevan a modelar el futuro de la empresa proporcionando los siguientes datos: El incremento de "Salida de cliente, va de 17 a 34 clientes y sólo se incrementará 1 recurso en la actividad de "Administración de Alta de nuevos clientes", es decir, la tasa se servicio al cliente se incrementa en un 100%.

Para asegurar que se obtengan los resultados del Mapeo Futuro se requiere realizar las siguientes actividades:

- Establecer procedimientos por escrito de las actividades que se realizan.
- Estandarizar los procesos.
- Separar los lazos familiares de la actividad empresarial, estableciendo políticas de trabajo.
- Con procedimientos de trabajo establecidos preparar KPI´s (Key Performance Indicators) (Indicadores de Desempeño) adecuados para medir la gestión de la empresa y sobre todo que esta Gestión este orientada al cliente.

Con base a lo anterior, se espera lograr retener los 240 clientes mensuales, ya que por cada 240 clientes se tiene un ingreso de $625,000.- mensuales, que al año significarían 2880 clientes y con un ingreso por ventas de $7, 500, 000.00 como máximo y aproximado.

CONCLUSIÓN

En esta investigación se utilizaron las técnicas de Lean Enterprise y la Simulación de procesos para lograr establecer un proceso óptimo y maximizar la cartera de clientes.

El lograr el flujo de valor en el proceso es un cambio de forma de pensar y actuar de todos los involucrados en una empresa con la finalidad de disminuir los desperdicios ya sea en tiempos de espera, retrabajos, movimientos innecesarios, verificaciones excesivas, almacenamiento de documentos en los lugares de trabajo, etc.

Lean Enterprise es una metodología que activa el valor en las corporaciones y con la ayuda de la simulación por medio del software ARENA lograr potencializar este esfuerzo de dar valor a las operaciones de una compañía.

Se recomienda a la empresa que, al lograr maximizar la cartera de clientes, lo siguiente, es dedicarse a implementar proyectos de Mejora Continua (Kaizen).

BIBLIOGRAFÍA

Czabke J., Doolen, (2008). A MULTISITE FIELD STUDY OF LEAN THINKING IN US AND GERMAN SECONDARY WOOD PRODUCTS MANUFACTURERS. For Prod J 58(9): 77-85

Hines P.., Holwe M., (2004). LEARNING TO EVOLVE – A REVIEW OF CONTEMPORARY LEAN THINKING. Int J Oper Prod Manag 24(9-10): 994-1011

Murman, etal, (2002). LEAN ENTERPRISE VALUE: INSIGHTS FROM MIT's. USA, 2003, Editorial J. Ross Publishing.

Terence T. Burton, Steven M. Boeder, (2003). THE LEAN EXTENDED ENTERPRISE. USA, 2003, Editorial J. Ross Publishing.

W. David Kelton, Randall P. Sadowsky, (2008). SIMULACIÓN CON SOFTWARE ARENA, Cuarta edición, México, Mc Graw Hill.

Womak J., Jones D., (2012). LEAN THINKING. España, Febrero 2012, Editorial Gestión 2000.

Womak J., Jones D., (1990). THE MACHINE THAT CHANGED THE WORLD. USA, 1990, Editorial: Macmillan.

Enseñanza de la Lógica de Programación

M.C.C. Juan Jaime Fuentes Uriarte[1], C. Karla Ximena Zavala Aguirre[2], M.T.I.N María Alejandra Zamudio Aguilasocho[3], M.C. Gonzalo Soberanes Flores[4].

[1]Universidad Politécnica del Valle del Évora, e-mail: juanjaime.fuentes@upve.edu.mx , [2]Universidad Politécnica del Valle del Évora, e-mail: karlaximenazavalaaguirre@gmail.com [3]M.T.I.N María Alejandra Zamudio Aguilasocho, e-mail: alejandra.zamudio@upve.edu.mx , [4]M.C. Gonzalo Soberanes Flores, e-mail: gonzalo.soberanes@upve.edu.mx .

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el impacto de las herramientas de software PSeInt y Raptor en el aprendizaje de la lógica de programación en estudiantes de primer año de Ingeniería en Tecnología de la Información e Innovación Digital. La lógica de programación es esencial para resolver problemas de manera estructurada, pero representa un desafío significativo para los estudiantes. La metodología empleada incluyó tres etapas de evaluación que abarcaban entrada y salida de datos, condiciones y bucles, donde se utilizó un enfoque mixto que combinó análisis cuantitativos y cualitativos para medir el progreso académico y las percepciones de los estudiantes. Los resultados mostraron que PSeInt fue la herramienta más eficiente, considerando la evolución de las calificaciones y las opiniones de los estudiantes. Esta herramienta destacó por su capacidad para facilitar la comprensión de conceptos teóricos y la construcción de algoritmos mediante pseudocódigo, eliminando distracciones relacionadas con la sintaxis. Raptor, aunque útil en la visualización de procesos mediante diagramas de flujo, mostró un menor impacto en el desarrollo lógico y en la resolución de problemas. Se concluyó que PSeInt es más efectiva para fortalecer las competencias algorítmicas y superar las dificultades comunes en los primeros ciclos de programación. Además, su implementación en la asignatura de Fundamentos de Programación no solo mejora el rendimiento académico, sino que también sienta bases sólidas para enfrentar desafíos futuros en su formación profesional. El estudio reafirma la importancia de utilizar herramientas educativas adecuadas para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en programación.

Palabras Claves: Software Educativo, Diagrama de flujo, Programación, Enseñanza de Programación.

Abstract

The study aimed to evaluate the impact of the software tools PSeInt and Raptor on programming logic learning among first-year students in the Information Technology and Digital Innovation Engineering program. Programming logic is essential for solving problems in a structured way but poses significant challenges for students. The methodology involved three evaluation stages covering input/output processes, conditions, and loops, employing a mixed approach that combined quantitative and qualitative analyses to assess academic progress and student perceptions. The results showed that PSeInt was the most efficient tool, considering the improvement in grades and student feedback. This tool stood out for its ability to facilitate the understanding of theoretical concepts and algorithm construction through pseudocode, removing distractions related to syntax. Raptor, while useful for visualizing processes through flowcharts, had a lesser impact on logical development and problem-solving skills. It was concluded that PSeInt is more effective in strengthening algorithmic competencies and overcoming common difficulties in the early stages of programming education. Furthermore, its implementation in the Fundamentals of Programming course not only enhances academic performance but also lays a strong foundation for addressing future professional challenges. The study underscores the importance of using appropriate educational tools to optimize the teaching-learning process in programming.

Keywords: Educational Software, Flowchart, Programming, Programming Education.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la lógica de programación en la formación académica de los estudiantes en el área de Tecnologías de la Información es innegable. Desarrollar un pensamiento algorítmico sólido es una habilidad fundamental para resolver problemas de manera eficiente y efectiva. Sin embargo, muchos estudiantes enfrentan dificultades significativas al intentar dominar la lógica de programación durante las primeras etapas de su trayectoria académica. Este estudio se enfoca en evaluar el impacto de dos herramientas de software—PSeInt y Raptor—en el aprendizaje de la lógica de programación en estudiantes de primer año del programa de Ingeniería en Tecnología de la Información e Innovación Digital de la Universidad Politécnica del Valle del Évora. El objetivo principal de esta investigación es determinar cuál de las dos herramientas, PSeInt o Raptor, tiene un mayor impacto en el desarrollo de habilidades de lógica de programación en los estudiantes. De manera específica, el estudio busca analizar cómo estas herramientas influyen en el desempeño académico de los alumnos y en su comprensión de conceptos clave de programación, como
los procesos de entrada y salida de datos, condiciones y bucles. Las variables del estudio incluyen el uso de herramientas de software educativo (PSeInt y Raptor) como variables independientes, mientras que el desempeño académico y las percepciones de los estudiantes son las variables dependientes. La investigación se centra en evaluar la evolución de las calificaciones de los estudiantes y su experiencia al utilizar estas herramientas, para identificar cuál resulta más efectiva en fortalecer las competencias algorítmicas.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

Determinar qué herramienta de software tiene un mayor impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Fundamentos de Programación en la carrera de Ingeniería en Tecnología de la Información e Innovación Digital de la Universidad Politécnica del Valle del Évora para mejorar el desarrollo de la lógica de programación de los estudiantes y su capacidad para resolver problemas de programación.

- Diseñar y aplicar actividades prácticas que utilicen las herramientas de software para fomentar el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas y en la implementación de algoritmos.
- Evaluar el progreso académico de los estudiantes a lo largo del curso, utilizando métricas y análisis que incluyan la revisión de calificaciones, participación en clases, entrega de trabajos y exámenes.
- Identificar cuál de las herramientas de software genera el mayor impacto en el proceso de enseñanzaaprendizaje de los Fundamentos de Programación, mejorando el desarrollo de habilidades lógicas y de resolución de problemas en los estudiantes.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto principal de estudio de esta investigación es el impacto de las herramientas de software PSeInt y Raptor en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Fundamentos de Programación, en el contexto de la carrera de Ingeniería en Tecnología de la Información e Innovación Digital en la Universidad Politécnica del Valle del Évora. Este objeto de estudio se fundamenta en la necesidad de mejorar las competencias de lógica de programación de los estudiantes, ya que esta habilidad es esencial para el desarrollo de algoritmos y la resolución efectiva de problemas en programación. La elección de las herramientas PSeInt y Raptor se debe a que ambas ofrecen enfoques interactivos y visuales que facilitan el aprendizaje de conceptos abstractos y la estructuración lógica, eliminando barreras relacionadas con la sintaxis de los lenguajes de programación. PSeInt, al centrarse en el pseudocódigo, permite a los estudiantes enfocarse en el diseño de algoritmos sin distracciones, mientras que Raptor, al usar diagramas de flujo, facilita la visualización de los procesos lógicos. El estudio de estas herramientas busca determinar cuál de ellas tiene un mayor impacto en el rendimiento académico de los estudiantes y en el desarrollo de sus habilidades algorítmicas, lo que puede contribuir a optimizar las estrategias de enseñanza en la materia.

METODOLOGÍA

Esta investigación adopta un enfoque mixto, ya que combina el análisis cuantitativo que permite obtener datos objetivos y medibles sobre el rendimiento académico de los estudiantes y un análisis cualitativo permitiendo explorar las percepciones y experiencias de los estudiantes al desarrollar soluciones a problemas complejos utilizando la herramienta de software disponibles. Al integrar diferentes enfoques, se identifica que herramienta de software tiene mayor impacto en el desenvolvimiento de habilidades de lógica, combinando los datos obtenidos con el contexto subjetivo de las experiencias de los estudiantes, obteniendo una visión integral del proceso de aprendizaje.

Para llevar a cabo este estudio, se implementa un proceso estructurado en cuatro etapas, en cada una de las cuales se aplican un total de siete cuestionarios, lo cual incluyen autoevaluaciones y evaluaciones formales que permiten medir el progreso y desempeño de los estudiantes en los dos grupos objeto de estudio, para la elaboración de los cuestionarios se utiliza la herramienta Google Forms. La recopilación de datos numéricos facilita la identificación de patrones de rendimiento y la cuantificación del impacto de cada herramienta en la adquisición de habilidades de programación.

El análisis cualitativo permite conocer las experiencias y percepciones de los estudiantes sobre su proceso de aprendizaje. A través de las mediciones obtenidas, se pueden identificar patrones en los logros de los estudiantes y poder determinar el impacto de las herramientas en el desarrollo de habilidades de programación. Además, este análisis permite profundizar en las dificultades que los estudiantes perciben

durante la implementación de las herramientas y su impacto en la comprensión de conceptos clave. Este enfoque proporciona una visión sobre las razones detrás del éxito o fracaso en el aprendizaje de la lógica de programación

El proyecto se enfoca en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería en Tecnología de la Información e Innovación Digital de la Universidad Politécnica del Valle del Évora (UPVE), generación 2024. La población total está conformada por 48 alumnos, distribuidos en dos grupos: TII1-1 y TII1-2. Las edades de los estudiantes oscilan entre 17 y 20 años, lo que indica que la población está compuesta por jóvenes.

Cabe destacar que la mayoría de los estudiantes de los dos grupos, un 77%, son del sexo masculino, mientras que el 23% corresponde a estudiantes del sexo femenino, lo que sugiere una predominancia de hombres dentro de esta generación. En la Tabla 1, se presenta una tabla que ilustra la distribución de los dos grupos, proporcionando una visión clara de la composición de los estudiantes con los que se trabajará en esta investigación.

Tabla 1. *Distribución de la población.*

Grupo	Numero Estudiantes	Edad Promedio	Hombres	Mujeres
TII1-1	25	17	17	8
TII1-2	23	18	19	4

Nota: Distribución de los Estudiantes de los Grupos TII1-1 y TII1-2. Elaboración Propia.

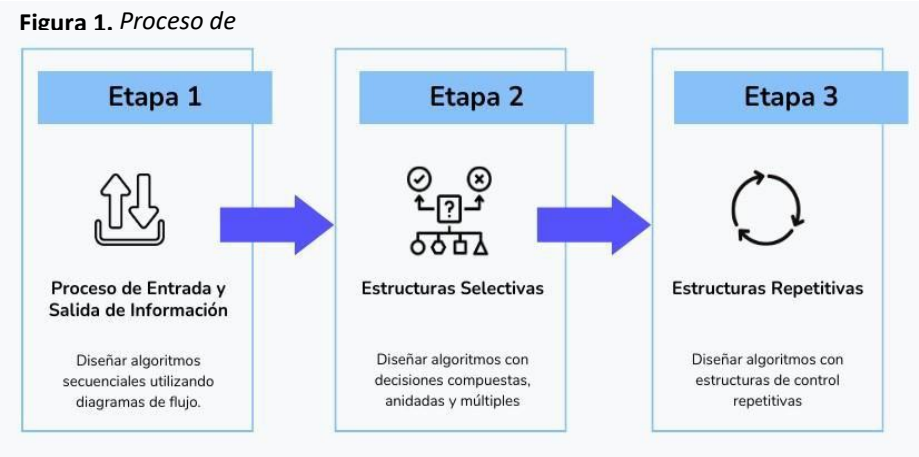
La tabla muestra la distribución de los estudiantes en los dos grupos seleccionados para este estudio. El grupo TII1-1, compuesto por 25 estudiantes con una edad promedio de 17 años, cuenta con 17 hombres y 8 mujeres. El grupo TII12, por su parte, incluye 23 estudiantes con una edad promedio de 18 años, de los cuales 19 son hombres y 4 son mujeres. Estos datos permiten observar que la población estudiada tiene una predominancia masculina en los dos grupos y una media de edad juvenil, lo que resulta relevante para comprender las características de los grupos y contextualizar los resultados que se obtendrán en las distintas etapas de evaluación de este proyecto.

Se plantea una metodología de evaluación distribuida en tres etapas las cuales abarcan las primeras dos unidades de la asignatura de Fundamentos de Programación. Aunque la materia está compuesta por tres unidades, debido a limitaciones de tiempo, este estudio se centrará únicamente en la Unidad I: Algoritmos y la Unidad II: Estructuras de Control. La Unidad I corresponde a la etapa uno, que se centra en el proceso de entrada y salida de información. Por otro lado, la Unidad II, titulada "Estructuras de Control", abarca la etapa dos, relacionada con la estructura selectiva, y la etapa tres, que se refiere a la estructura repetitiva.

A lo largo de estas etapas, se evalúan los conceptos fundamentales de la programación con el objetivo de que los estudiantes adquieran las habilidades necesarias para resolver problemas complejos mediante el uso efectivo de las herramientas de software asignadas a cada grupo. El avance de los estudiantes, reflejado en los resultados de cada evaluación, permitirá identificar qué herramienta está generando los mejores resultados. El proceso de evaluación se llevará a cabo de manera progresiva, permitiendo valorar el desempeño de los estudiantes en función de su comprensión y aplicación de los conceptos clave de las unidades seleccionadas.

Como se observa en la figura 1 se presenta el esquema de estas etapas, que se llevan a cabo de manera secuencial, con el fin de obtener información detallada sobre la efectividad de cada herramienta, según los resultados obtenidos en los ejercicios prácticos realizados por los estudiantes.

Figura 1. *Proceso de*



Nota: Esquema de las etapas de evaluación en las Unidades I y II de Fundamentos de Programación. Elaboración propia.

A lo largo de estas etapas, se pretende que los estudiantes adquieran un dominio profundo de los fundamentos de la programación, utilizando las herramientas de software para identificar cuál de ellas se adapta mejor al proceso de aprendizaje inicial. Al dominar estas etapas, los estudiantes fortalecerán su capacidad para desarrollar una lógica eficiente, lo que les permitirá abordar desafíos cada vez más complejos.

FASES DEL DESARROLLO

En este capítulo se presenta las etapas sobre el aprendizaje de los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información e Innovación Digital, en la asignatura de Fundamentos de Programación. **Evaluación de conocimientos previos**

Para iniciar el proceso de evaluación para determinar que herramienta tiene mayor impacto en la enseñanza de la lógica de la programación a los grupos TII1-1 y TII1-2 de primer año de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información e Innovación Digital, se implementa una evaluación diagnóstica. Esta evaluación es diseñada con el propósito de obtener un panorama claro sobre el nivel de conocimientos previos que los estudiantes poseen en relación con los fundamentos de programación, específicamente en áreas como la lógica de programación, el pensamiento algorítmico y la resolución de problemas.

Las calificaciones se han clasificado en dos categorías: aprobados (con calificaciones mayores o iguales a 7) y no aprobados (calificaciones menores a 7), lo que permitió obtener una visión clara del nivel de comprensión básica del tema en cada grupo. Este análisis inicial proporciona una base cuantitativa para comparar el impacto de las herramientas de enseñanza asignadas a cada grupo en etapas posteriores.

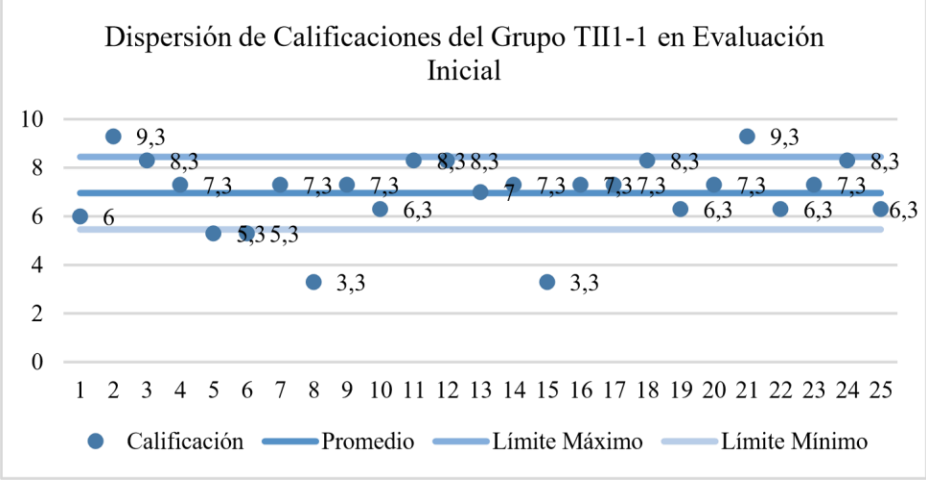
Tabla 2. *Desempeño de los grupos en la evaluación inicial.*

Grupo	Número de estudiantes	Estudiantes aprobados	Estudiantes no aprobados	Rango de calificaciones	Promedio	Desviación Estándar
TII1-1	25	16	9	3.3-9.3	6.96	1.49
TII1-2	23	5	18	3.0-9.3	5.77	1.61

Nota: Resultados de la Evaluación Inicial. Elaboración Propia.

Con base a la tabla 2 el 64% de los estudiantes aprobó, lo cual refleja un desempeño positivo dentro del grupo. El promedio de calificaciones fue de 6.96 puntos, indicando un nivel de rendimiento aceptable en general. La desviación estándar de 1.49 sugiere una dispersión moderada en los puntajes, lo que implica que la mayoría de los estudiantes se mantuvo relativamente cerca del promedio, sin variaciones extremas. La figura 2, que muestra una gráfica de dispersión, evidencia que la mayoría de las calificaciones se concentran en torno al promedio de 6.96 puntos, con pocas desviaciones significativas. En la gráfica se observa que los puntajes más altos se agrupan cerca del límite máximo de 8.45, mientras que los más bajos se aproximan al límite mínimo de 5.46, lo que confirma la homogeneidad relativa en el nivel de conocimientos del grupo en esta evaluación inicial.

Figura 2. *Visualización de Calificaciones del Grupo TII1-1*

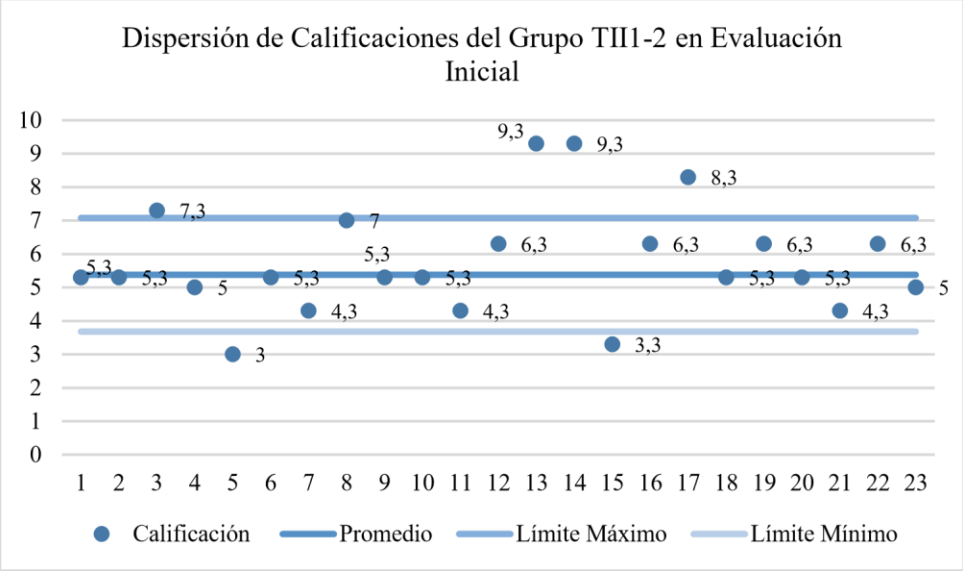


Nota: Rango de Calificaciones del Grupo TII1-1 Determinado por el Promedio y la Desviación Estándar. Elaboración Propia.

Por otro lado, el grupo TII1-2 su tasa de aprobación es del 22%, lo que refleja un desempeño bajo a nivel general. Este porcentaje resalta que una gran mayoría de los estudiantes no alcanzó el nivel de conocimiento esperado en esta etapa. El promedio del grupo fue de 5.77 puntos, lo que evidencia una comprensión limitada de los conceptos evaluados, probablemente en aspectos clave relacionados con los temas de la asignatura. La desviación estándar, de 1.61, indica una variabilidad considerable en las calificaciones, con una notable proporción de estudiantes agrupados en los rangos más bajos. Este resultado subraya que el desempeño del grupo no solo es bajo en promedio, sino también inconsistente, con pocos casos destacados en el rango superior y una mayoría con puntajes significativamente inferiores.

Se puede observar en la figura 3 cómo está la dispersión de las calificaciones de este grupo con un valor mínimo de 3.0 y un valor máximo de 9.3, estos rangos se establecen tomando en cuenta el promedio de las calificaciones (5.77) y la desviación estándar (1.61).

Figura 3. *Visualización de Calificaciones del Grupo TII1-2.*



Nota: Rango de Calificaciones del Grupo TII1-2 Determinado por el Promedio y la Desviación Estándar. Elaboración Propia.

Etapa 1: Entrada y Salida de Información

La etapa 1 comienza con el enfoque en la Unidad 1. Algoritmos, donde los estudiantes aprenden a diseñar algoritmos secuenciales para resolver problemas específicos de manera precisa y eficiente. En el marco del nuevo plan de estudio 2024, a los alumnos se le asignan los conocimientos necesarios para comprender y aplicar los fundamentos de programación.

A lo largo de esta etapa, se realizan ejercicios prácticos en clase, utilizando la herramienta de software asignada a cada grupo: Raptor para el grupo TII1-1 y PSeInt para el grupo TII1-2. Estos ejercicios están enfocados en trabajar con los procesos de entrada y salida de información. Al realizar los ejercicios se llevó a cabo una autoevaluación de conocimientos en ambos grupos con el objetivo de obtener una visión clara sobre la experiencia de los estudiantes al resolver un problema complejo relacionado con los procesos de entrada y salida de información. La autoevaluación consistió en 6 preguntas cerradas, diseñadas para recopilar información sobre diversos aspectos del proceso de aprendizaje. A través de esta autoevaluación, realizada por estudiantes que utilizaron por primera vez una herramienta de software para resolver ejercicios de algoritmos relacionados con entrada y salida, se identificaron las experiencias y dificultades que enfrentaron dos grupos de nuevo ingreso al implementar la lógica algorítmica.

De un total de 48 estudiantes encuestados, 25 del grupo TII1-1 y 23 del grupo TII1-2, se obtuvieron 48 respuestas. Con base en estos datos, se realizaron observaciones centradas en las respuestas más frecuentes y en la primera interacción reportada por los estudiantes. Estas observaciones abordan aspectos como la resolución de problemas
algorítmicos, la capacidad para resolver problemas de manera directa, la comprensión del problema antes de diseñar la solución y las dificultades encontradas.

Las perspectivas de los estudiantes se reflejan en la tabla 3, que muestra las respuestas más frecuentes sobre su experiencia con la resolución de problemas algorítmicos.

Tabla 3. *Respuestas de Autoevaluación*

Observaciones	TII1-1	TII1-2
Resolución a problemas algorítmicos	Regular (65%)	Regular (44%)
Resolución de Problemas	Recordé algunas instrucciones y apoyo	**de manera directa** No (32%) con un compañero (35%)
Comprensión del Problema antes de Diseñar la Solución	A veces (88%)	A veces (44%)
Dificultades al Implementar Soluciones con Lógica de Algoritmos	Diseñar el diagrama de flujo (50%)	Comprender el problema (44%)
Percepción de mejora en habilidad para resolver problemas	Ha mejorado poco (54%)	Ha mejorado poco (64%)
Utilidad de herramientas	**de software en aprendizaje**	Sí (100%) Sí (100%)

Nota: Autoevaluación de Procesos de Entrada y Salida, Destacando Experiencias y Dificultades de los Grupos TII1-1 y TII1-2. Elaboración Propia.

Según los datos presentados en la tabla 3, ambos grupos muestran una percepción general de sus habilidades algorítmicas como regulares, aunque con diferencias en algunos aspectos clave. En el grupo TII1-1, la mayoría de los estudiantes se considera capaz de resolver problemas, pero un 35% depende de recordar instrucciones o de la ayuda de compañeros, lo que indica una inseguridad en su capacidad para abordar problemas de manera independiente. A pesar de esto, el 100% de los estudiantes reconoce que las herramientas de software (Raptor) han sido útiles, la percepción de que su habilidad ha mejorado poco (54%) muestra una interconexión ya que, aunque la herramienta es útil, el progreso percibido no se traduce en una mejora significativa.

En el grupo TII1-2, la situación es similar en cuanto a la percepción de habilidades regulares y la dependencia de apoyos externos. Un 32% no resuelve los problemas de manera directa, lo que refleja una falta de confianza similar al grupo anterior. La relación entre la comprensión del problema y las dificultades al implementar soluciones muestra una interconexión: el 44% que tiene dificultades para comprender el problema podría estar relacionado con la baja habilidad para diseñar soluciones algorítmicas. Al igual que en el grupo TII1-1, los estudiantes valoran positivamente las herramientas de software, aunque la mejora percibida en su habilidad sigue siendo limitada (64%).

La tabla 4 presenta las calificaciones obtenidas por los estudiantes en los grupos TII1-1 y TII1-2 después de la evaluación de la primera etapa, que se centró en el proceso de entrada y salida de información. Los estudiantes fueron clasificados en los rangos de calificación establecidos: 0-4.9, 5-6.9, 7-8.9 y 9-10. Estos rangos nos permiten analizar la dispersión de las calificaciones y observar el rendimiento general de los estudiantes en esta fase del curso.

Tabla 4. *Rango de Calificaciones.*

Rango de Calificación	0 – 4.9	5 – 6.9	7 – 8.9	9 -10	Tota de estudiantes
Grupo TII1-1	10	0	5	10	25
Grupo TII1-2	2	4	14	3	23

Nota: Distribución de Calificaciones en la Primera Etapa. Elaboración Propia.

Como se muestra en la tabla 4, el grupo TII1-1 muestra una distribución donde 10 estudiantes se ubicaron en el rango de 0-4.9, mientras que la mayoría (10 estudiantes) se encuentran en el rango más alto de 9-10. Esto sugiere que, a pesar de algunas dificultades evidentes en el grupo, una proporción significativa logró un desempeño destacado. Por otro lado, el grupo TII1-2 tiene una mayor dispersión en sus calificaciones, con 14 estudiantes en el rango de 7-8.9, lo que indica un desempeño más homogéneo en comparación con TII1-1. Sin embargo, también se observa que 2 estudiantes no lograron aprobar (0-4.9), lo que refleja una ligera diferencia en los resultados.
A partir de estos rangos, se pueden determinar con mayor precisión cuántos estudiantes aprobaron y cuántos no, como se muestra en la tabla 5, que presenta los resultados de la evaluación de entrada y salida de información. Aquí, se puede observar el promedio general de cada grupo y la desviación estándar, lo que permite una evaluación más completa del desempeño académico.

Tabla 5. *Resultados de Entrada y Salida de Información de los Grupos TII1-1 y TII1-1.*

Grupo	Número de estudiantes	Estudiantes Aprobados	Estudiantes no Aprobados	Promedio	Desviación Estándar
Grupo TII1-1	25	15	10	5.51	4.52
Grupo TII1-2	23	17	6	7.23	1.96

Nota: Rendimiento Académico de los Grupos TII1-1 y TII1-2. Elaboración Propia.

Los resultados de la evaluación presentados en la tabla 5 muestran que, aunque ambos grupos tienen percepciones similares en cuanto a su habilidad para resolver problemas algorítmicos, sus rendimientos académicos son diferentes.
En el Grupo TII1-1, con un total de 25 estudiantes, 15 aprobaron y 10 no, obteniendo un promedio de 5.51, lo que refleja un rendimiento académico relativamente bajo. La desviación estándar de 4.52 sugiere una alta variabilidad en los resultados, lo que indica que algunos estudiantes tienen un rendimiento mucho más bajo que otros, a pesar de que la mayoría percibe una mejora en sus habilidades. Aunque el grupo reconoce la utilidad de las herramientas de software y siente que su habilidad ha mejorado, estos factores no se reflejan en una mejora significativa en su desempeño académico.
Por otro lado, en el Grupo TII1-2, compuesto por 23 estudiantes, 17 aprobaron y 6 no, con un promedio de 7.23, significativamente más alto que el del grupo TII1-1. La desviación estándar de 1.96 muestra una menor variabilidad en los resultados, lo que sugiere que el rendimiento de los estudiantes en este grupo es más consistente. Aunque este grupo también tiene una percepción de mejora moderada en sus habilidades, su desempeño real es más sólido y refleja una mejor capacidad para aplicar sus conocimientos, a diferencia de lo observado en TII1-1. **Etapa 2: Estructura de Decisión**
En esta etapa, correspondiente a la Unidad II: Estructuras de Control, se aborda la estructura de control conocida como decisión. Los grupos recibirán una introducción teórica sobre los distintos tipos de decisiones en programación, con el objetivo de aprender a diseñar algoritmos que respondan a condiciones específicas y que permitan elegir entre varias alternativas. Esta fase es fundamental para afianzar el conocimiento de cómo implementar estructuras de decisión en programación, ya que brinda a los estudiantes la oportunidad de crear algoritmos eficientes y representar visualmente estas estructuras mediante diagramas de flujo, lo que facilita su comprensión y aplicación práctica.
Esta etapa se evalúa mediante ejercicios prácticos diseñados para que los estudiantes apliquen de manera individual los conceptos aprendidos, centrándose en la creación de algoritmos que incorporen estructuras condicionales. Estos ejercicios fomentarán una comprensión sólida sobre el manejo de decisiones en un programa y el razonamiento lógico necesario para implementarlas. Estas actividades prácticas permitirán no solo reforzar los conocimientos adquiridos, sino también comparar el desempeño de cada grupo al emplear diferentes herramientas de programación, identificando así el enfoque más eficiente y el nivel de desenvolvimiento de los participantes.
En la tabla 6 se presentan los rangos de calificaciones obtenidas por los grupos TII1-1 y TII1-2 durante la segunda etapa. Se observa que, en general, la mayoría de los estudiantes de ambos grupos logró un desempeño destacado, ubicándose en el rango más alto de calificación,

de 9 a 10. Esta tendencia refleja un rendimiento notablemente alto entre los estudiantes, con solo unos pocos ubicándose en los rangos más bajos. A continuación, se detallan los resultados de cada grupo.

Tabla 6. *Rango de Calificaciones de la Segunda Etapa.*

Rango de Calificación	0 - 4,9	5 - 6,9	7 - 8.9	9 - 10	Total, de estudiantes
Grupo TII1-1	2	0	0	23	25
Grupo TII1-2	3	0	7	13	23

Nota: Distribución de Calificaciones en la Segunda Etapa. Elaboración Propia.

En el Grupo TII1-1, la mayoría de los estudiantes (23 de 25, lo que equivale al 92%) obtuvo calificaciones en el rango de 9 a 10. Solo 2 estudiantes (el 8%) se ubicaron en el rango de 0 a 4.9, mientras que ninguno de los estudiantes alcanzó calificaciones en los rangos de 5 a 6.9 o 7 a 8.9. Esto indica que la gran mayoría de los miembros de este grupo tuvo un desempeño sobresaliente en esta etapa.
Por otro lado, en el Grupo TII1-2, 13 de los 23 estudiantes (el 57%) también obtuvieron calificaciones en el rango de 9 a 10. Este grupo mostró una mayor diversidad en los resultados, ya que 7 estudiantes (el 30%) se ubicaron en el rango de 7 a 8.9. Tres estudiantes (el 13%) se encontraban en el rango de 0 a 4.9, mientras que no hubo estudiantes en el rango de 5 a 6.9. En general, la mayoría de los estudiantes del Grupo TII1-2 también alcanzó un buen desempeño, aunque con una mayor variabilidad en los resultados en comparación con el Grupo TII1-1.
Con base en los rangos de calificación, se puede determinar el desempeño general de los estudiantes, tanto aprobados como reprobados, calculando su promedio y desviación estándar. La Tabla 7 muestra los resultados obtenidos en la etapa de estructuras de decisión, destacando que el grupo TII1-1, que utilizó Raptor, obtuvo un promedio de 9.20. Por otro lado, el grupo TII1-2, que utilizó PSeInt, también evidenció avances significativos, aunque con un promedio ligeramente menor.

Tabla 7. *Resultados de Estructura de Decisión de los grupos TII1-1 y TII1-2.*

Grupo	Número de estudiantes	Estudiantes Aprobados	Estudiantes no Aprobados	Promedio	Desviación Estándar
Grupo TII1-1	25	23	2	9.20	2.71
Grupo TII1-2	23	20	3	7.89	3.23

Nota: Resultados de la Etapa de Estructuras de Decisión, Mostrando el Rendimiento Académico de los Grupos TII1-1 y TII1-2. Elaboración propia.

Los resultados presentados en la Tabla 6 muestran el rendimiento académico de los grupos TII1-1 y TII1-2 en la etapa de estructuras de decisión. El grupo TII1-1 tiene un alto porcentaje de estudiantes aprobados (23 de 25), con un promedio de 9.20 y una desviación estándar de 2.71, lo que indica que, en general, los estudiantes lograron un buen desempeño, aunque con algunas variaciones en sus calificaciones. En comparación, el grupo TII1-2 también presenta un alto porcentaje de aprobados (20 de 23), pero con un promedio ligeramente inferior de 7.89 y una desviación estándar más alta de 3.23. Esto sugiere que, aunque el grupo TII1-2 tiene un buen rendimiento, existe una mayor variabilidad en los resultados obtenidos por los estudiantes en este grupo.

Etapa 3: Estructura de Repetición

En la Etapa 3, titulada "Estructuras Repetitivas", los estudiantes continúan su exploración dentro de la Unidad 2, que aborda las estructuras de control, pero con un enfoque particular en las estructuras repetitivas. Esta fase está diseñada para ayudar a los estudiantes a comprender cómo los ciclos permiten la repetición de un conjunto de instrucciones hasta que se cumpla una condición específica dentro de un algoritmo. Utilizando herramientas visuales como Raptor y PSeInt, los estudiantes podrán representar estos ciclos de manera gráfica, lo cual les permitirá visualizar el flujo lógico de los ciclos sin necesidad de programar en lenguajes específicos. Este enfoque se centra en fortalecer el razonamiento algorítmico, una habilidad crucial para el desarrollo de soluciones computacionales.
El uso de estas herramientas pretende facilitar a los estudiantes la evaluación y análisis de sus algoritmos, permitiendo identificar de manera clara cómo se ejecutan las estructuras repetitivas y cómo afectan el comportamiento del algoritmo. A través de la visualización del flujo de control, los estudiantes podrán evaluar la eficiencia y la corrección de sus soluciones, aprendiendo a identificar posibles errores o puntos de

mejora sin entrar directamente en la programación. Esto no solo refuerza el aprendizaje teórico sobre ciclos, sino que también optimiza el proceso de depuración de algoritmos y les brinda una base sólida para abordar problemas más complejos en etapas posteriores.
En esta sección se evalúa través de ejercicios prácticos utilizando las herramientas Raptor y PSeInt, los estudiantes representarán estos ciclos mediante diagramas de flujo, lo que les permitirá evaluar el comportamiento de los ciclos visualmente. Al representar sus algoritmos de forma gráfica, los estudiantes no solo podrán verificar la lógica detrás de las decisiones dentro de los ciclos, sino también evaluar la eficiencia de las soluciones propuestas y comparar distintas formas de estructurar un ciclo para resolver el mismo problema. Al obtener las calificaciones de los alumnos se determinar los rangos de cada grupo para tener una visión de cual es la distribución de las calificaciones, observada en la tabla 8.

Tabla 8. *Rango de Calificaciones de la Tercera Etapa.*

Rango de Calificación	0 – 4.9	5 – 6.9	7 - 8.9	9 – 10	Total, de estudiantes
Grupo TII1-1	2	0	1	22	25
Grupo TII1-2	3	0	5	15	23

Nota: Distribución de Calificaciones en la Tercera Etapa. Elaboración Propia.

En el Grupo TII1-1, el 88% de los estudiantes se encuentran en el rango más alto (9–10), evidenciando un desempeño académico sobresaliente y una gran homogeneidad en el rendimiento. Solamente tres estudiantes no alcanzaron este rango: dos de ellos se encuentran en el rango de reprobación (0–4.9) y uno en el rango medio-alto (7–8.9). Es notable que no hay estudiantes en el rango de 5–6.9, lo cual refuerza la tendencia hacia resultados excelentes en este grupo.
En el Grupo TII1-2, también predomina el rango más alto (9–10), con el 65% de los estudiantes ubicados en esta categoría. Sin embargo, existe una mayor dispersión en los resultados, ya que cinco estudiantes obtuvieron calificaciones en el rango medio-alto (7–8.9) y tres en el rango de reprobación (0–4.9). Al igual que en el Grupo TII11, no se registraron estudiantes en el rango de 5–6.9. Esta distribución muestra un buen nivel general de desempeño.
Se presentan los resultados obtenidos en la etapa de evaluación de la estructura de control de repetición, que incluye el análisis del desempeño de los grupos TII1-1 y TII1-2. Los datos muestran que el rendimiento de los dos grupos en la evaluación de la estructura de control de repetición, el grupo TII1-1 obtuvo el desempeño más alto, con un promedio de 9.12, que superó al grupo TII1-2, cuyo promedio fue de 8.15. Este resultado indica que el grupo TII1-1 mostró un rendimiento superior en la resolución de problemas relacionados con estructuras de repetición, con una mayor tasa de estudiantes aprobados (23 de 25) en comparación con el grupo TII1-2, que tuvo 20 estudiantes aprobados de 23.
Además, el grupo TII1-1 presentó una desviación estándar más baja (2.72), lo que sugiere que los estudiantes de este grupo tuvieron un rendimiento más consistente. Por el contrario, el grupo TII1-2 tuvo una desviación estándar más alta (3.26), lo que indica una mayor dispersión en los resultados, reflejando que algunos estudiantes tuvieron dificultades mayores para abordar los problemas de la etapa.
En la Tabla 9, se presentan los resultados académicos de los grupos TII1-1 y TII1-2 durante la evaluación de la Etapa de Estructuras de Repetición.

Tabla 9. *Resultados Estructura de Decisión de los grupos TII1-1 y TII1-2.*

Grupo	Número de estudiantes	Estudiantes Aprobados	Estudiantes no Aprobados	Promedio	Desviación Estándar
Grupo TII1-1	25	23	2	9.12	2.72
Grupo TII1-2	23	20	3	8.15	3.26

Nota: Resultados de la Etapa de Estructuras de Repetición, Mostrando el Rendimiento Académico de los Grupos TII1-1 y TII1-2. Elaboración propia.

En el Grupo TII1-1, compuesto por 25 estudiantes, 23 aprobaron la evaluación, lo que representa una tasa de aprobación del 92%. El promedio del grupo es de 9.12, reflejando un alto rendimiento académico, con una desviación estándar de 2.72, lo que indica una ligera variabilidad en las calificaciones. A pesar de este pequeño rango de dispersión, el grupo mostró un desempeño mayoritariamente excelente.

Por otro lado, el Grupo TII1-2, conformado por 23 estudiantes, tuvo 20 aprobados (aproximadamente un 87%) y un promedio de 8.15, que es algo inferior al del grupo TII1-1. La desviación estándar en este grupo es de 3.26, lo que denota una mayor dispersión en los resultados y sugiere que algunos estudiantes tuvieron un desempeño significativamente más bajo que otros.

Perspectivas del aprendizaje de la Etapa 2 y Etapa 3

En este apartado se analizan las respuestas de la autoevaluación realizada por los dos grupos. La autoevaluación se realiza de manera conjunta, ya que ambas estructuras corresponden a la unidad 2 del curso. Se toma en cuenta la perspectiva de los alumnos, considerando la opción con mayor selección por grupo para determinar la experiencia colectiva y analizar cuál de las dos etapas representó mayor dificultad o qué problemas fueron los más desafiantes.

El formulario fue respondido por un total de 39 encuestados, distribuidos en: 19 pertenecientes al grupo TII1-1 y 20 al grupo TII1-2. En la Tabla 10, se presentan los resultados de la autoevaluación respecto a las etapas de estructuras de decisión y repetitivas, tomando en cuenta la opción con mayor selección por grupo.

Observaciones	TII1-1	TII1-2
Resolución a problemas de decisión y repetición de manera directa	No (47%)	No (55%)
Experiencia en resolver problemas simples utilizando lógica de algoritmos con ciclos	Regular Regular (40%) (53%) condiciones.	
Experiencia en resolver problemas simples utilizando lógica de algoritmos con ciclos	Regular y Mala (47%)	Regular (45%)
¿La práctica ha mejorado tu habilidad para resolver problemas con algoritmos y diagramas de flujo usando condiciones y ciclos?	Ha mejorado poco (63%)	Ha mejorado poco (60%)
¿Entiendes claramente los problemas antes de diseñar una solución con diagramas de flujo que usen condiciones y ciclos?	A veces (57%)	A veces (60%)
¿Qué parte te resulta más difícil al implementar soluciones con lógica de algoritmos?	Diagrama de flujo (47%)	Diagrama de flujo (35%)
Utilidad de herramientas de software en aprendizaje de condiciones y ciclos	No (84%)	Si (95%)

Nota: Autoevaluación de Estructuras de Control, Destacando Experiencias y Dificultades de los Grupos TII1-1 y TII1-2. Elaboración Propia.

El 47% de los estudiantes del grupo TII1-1 no logró resolver problemas relacionados con las estructuras de decisión y repetición de manera directa, lo que indica una dificultad con estos temas. El 53% calificó su experiencia con algoritmos y condiciones como "regular", lo que refleja una comprensión parcial de las estructuras de decisión. A pesar de la práctica, el 63% mencionó que su habilidad para resolver problemas con algoritmos y diagramas de flujo usando condiciones y ciclos solo ha mejorado "poco", aunque sacaron un promedio elevado no se sienten tan seguros al realizar ejercicios de ciclos de manera directa si ni dependiendo de apoyos externos. Además, el 47% indicó que el diagrama de flujo es lo más difícil, lo que puede estar relacionado con la dificultad para representar las decisiones en los algoritmos.

En el grupo TII1-2, el 55% de los estudiantes no logró resolver problemas relacionados con las estructuras de decisión y repetición de manera directa, lo que sugiere dificultades en la comprensión de estos conceptos. El 40% calificó su experiencia con algoritmos y condiciones como "regular", indicando una comprensión parcial de las estructuras de decisión. El 60% señaló que la práctica ha mejorado "poco" sus

habilidades en el uso de algoritmos y diagramas de flujo con condiciones y ciclos. Finalmente, el 35% mencionó que el diagrama de flujo es lo más difícil, lo que refleja desafíos específicos en la representación visual de las decisiones en los algoritmos.

RESULTADOS

En este apartado se analiza de manera integral el desempeño de los estudiantes en las tres etapas, con el objetivo de determinar qué grupo obtuvo un mayor impacto con la herramienta seleccionada. Este análisis considera tanto los resultados cuantitativos como las perspectivas de los estudiantes, evaluando si la herramienta influyó significativamente en el desarrollo del razonamiento lógico.

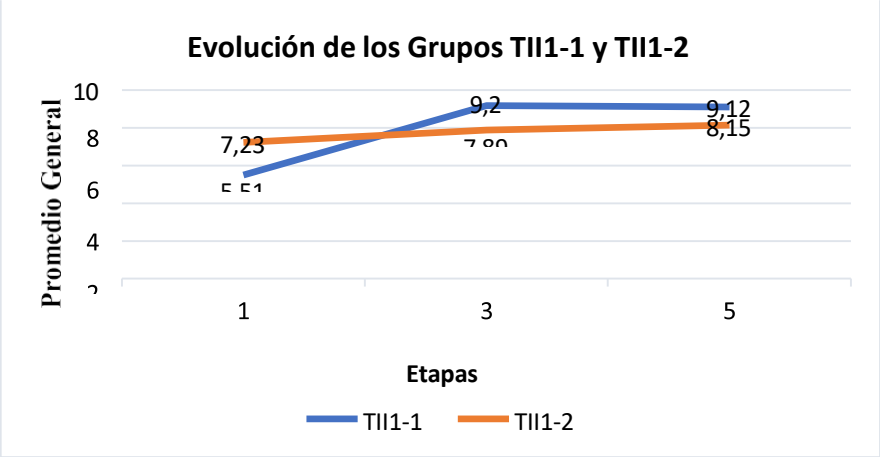
En la Tabla 11 se presentan los resultados generales de cada etapa y grupo, incluyendo los promedios por etapa, el promedio global, la tasa de aprobación global y la desviación estándar promedio. Estos datos permiten identificar posibles diferencias en el rendimiento de los grupos:

Grupo	Promedio Primera Etapa	Promedio Segunda Etapa	Promedio Tercera Etapa	Promedio Global	Tasa de Aprobación Global	Desviación Estándar promedio
TII1-1	5.51	9.20	9.12	7.94	81.33%	3.32
TII1-2	7.23	7.89	8.15	7.76	82.61%	2.82

Nota: Análisis Integral del Desempeño por Grupo. Elaboración propia

Con base en la Tabla 11, la figura 4 ilustra de manera gráfica los resultados obtenidos donde el grupo TII1-2 obtuvo un mejor promedio en la primera etapa, superando al grupo TII1-1 por un 31.2% (7.23 frente a 5.51). Sin embargo, el grupo TII1-1 presentó un notable progreso en las etapas siguientes, con incrementos significativos en sus promedios: un 66.9% en la segunda etapa (9.20) y un 65.5% en la tercera etapa (9.12) respecto a la primera etapa. En contraste, el grupo TII1-2 experimentó incrementos más moderados, alcanzando promedios de 7.89 y 8.15 en la segunda y tercera etapas respectivamente. Esto indica que, aunque el grupo TII1-2 tuvo un mejor inicio, el grupo TII1-1 logró una mejora más consistente, liderando las últimas etapas con promedios superiores.

Figura 4. *Visualización de la Evolución de los Grupos TII1-1 y TII1-2 en cada Etapa.*



Nota: Diferencias en Desempeño, Destacando el Progreso de los Grupos. Elaboración propia.

El grupo TII1-1 obtuvo un promedio global de 7.94, mientras que el grupo TII1-2 alcanzó un promedio global de 7.76. Aunque el grupo TII1-2 presentó un desempeño superior en la primera etapa, el grupo TII1-1 mostró un notable progreso en las etapas siguientes, logrando un promedio global ligeramente superior. Esto sugiere que el grupo TII11 experimentó una mejora más consistente a lo largo del proceso. A pesar de este progreso, un 16% de los estudiantes del grupo TII1-1 indicaron que la herramienta Raptor no fue útil para su aprendizaje, lo que sugiere que, aunque el rendimiento mejoró, la herramienta no cumplió con las expectativas de la mayoría de los estudiantes.

En cuanto a la tasa de aprobación global, el grupo TII1-2 presentó una tasa de 82.61%, superior a la tasa de 81.33% alcanzada por el grupo TII1-1. A pesar de que el grupo TII1-1 obtuvo un mejor promedio global, el grupo TII1-2 logró una mayor proporción de estudiantes aprobados en todas las etapas. Este resultado refleja que la herramienta utilizada, PSeInt, fue efectiva para facilitar el aprendizaje de la mayoría de los estudiantes del grupo TII1-2, lo que se confirma en la autoevaluación, donde el 95% de los estudiantes señalaron que les fue

útil en las tres etapas.

De igual forma, se observa que los grupos presentan una desviación estándar global, lo que refleja su consistencia general, calculada a partir de los promedios de cada etapa. La Tabla 12 detalla la dispersión en cada etapa, permitiendo analizar las variaciones en el desempeño de los estudiantes a lo largo del proceso.

Tabla 12. *Desviación Estándar por Etapa.*

Grupo	Desviación Estándar Primera Etapa	Desviación Estándar Segunda Etapa	Desviación Estándar Tercera Etapa
TII1-1	4.52	2.71	2.72
TII1-2	1.96	3.23	3.26

Nota: Muestra la Dispersión del Desempeño en cada Etapa. Elaboración Propia.

En el grupo TII1-2, la Primera Etapa es la menos dispersa, con una desviación estándar de 1.96, lo que indica que los estudiantes tuvieron un rendimiento más uniforme en esta fase inicial. Este grupo mantuvo una consistencia aceptable en las Segunda y Tercera Etapa, aunque con una mayor dispersión reflejada en desviaciones estándar de 3.23 y 3.26 respectivamente. En términos generales, la menor desviación estándar promedio del grupo (2.82) evidencia que, a pesar de tener promedios más bajos que TII1-1, el grupo mostró una menor variabilidad en su desempeño global, lo que puede atribuirse a una preparación más homogénea.
Por el contrario, en el grupo TII1-1, la primera etapa tuvo una desviación estándar significativamente alta (4.52), lo que refleja una gran dispersión en el rendimiento inicial de los estudiantes. Sin embargo, en las segunda y tercera Etapa, las desviaciones estándar disminuyeron a 2.71 y 2.72, mostrando una mejora en la uniformidad del desempeño. A pesar de esto, la desviación estándar promedio del grupo (3.32) es mayor, debido al impacto que tuvo la dispersión inicial sobre el cálculo global.

CONCLUSIONES

De acuerdo con el objetivo de este proyecto, que es determinar cuál herramienta es más eficiente para la enseñanza de programación considerando los resultados obtenidos y las percepciones de los estudiantes, se identificó que PSeInt se posiciona como la herramienta más eficiente.
El grupo TII1-2, que utilizó esta herramienta, mostró un progreso significativo, pasando de un promedio inicial de 5.77 en la evaluación de conocimientos previos a un promedio global de 7.77. Este avance no solo se reflejó en las calificaciones, sino también en la tasa de aprobación, que fue notablemente alta. Este proyecto buscaba determinar cómo una herramienta podía facilitar el aprendizaje de programación para estudiantes sin conocimientos previos, y PSeInt cumplió con este objetivo al demostrar su capacidad para guiar a los alumnos desde conceptos básicos hasta una comprensión más avanzada.
La evolución del grupo TII1-2, partiendo de un nivel bajo de conocimientos hacia un progreso continuo, refuerza el impacto positivo de esta herramienta. Además, el 95% de los estudiantes de este grupo consideró que PSeInt fue útil para su aprendizaje, lo que evidencia una relación consistente entre los resultados obtenidos y las percepciones de los estudiantes. La herramienta no solo facilitó el aprendizaje, sino que también permitió a los alumnos avanzar de manera conjunta y progresiva a lo largo de las etapas, cumpliendo con los objetivos del proyecto.

Por otro lado, aunque el grupo TII1-1, que utilizó Raptor, alcanzó un promedio global ligeramente más alto (7.94), su incremento fue menos significativo al partir de un promedio inicial de 6.96 en la evaluación de conocimientos previos, con una desviación estándar de 1.49. Esto sugiere que, aunque la herramienta ayudó a mejorar el rendimiento de los estudiantes, su impacto fue menor debido a que el grupo ya contaba con conocimientos más avanzados. Además, el 84% de los estudiantes señaló que Raptor no les fue útil en las etapas 2 y 3, lo que indica una desconexión entre los resultados obtenidos y las percepciones de los alumnos. Este contraste refuerza que, mientras Raptor puede ser una herramienta adecuada para estudiantes con conocimientos previos, PSeInt resulta más efectiva para quienes inician desde cero.
Sin embargo, aunque el objetivo de este proyecto fue determinar cuál herramienta es más eficiente, es importante destacar que tanto PSeInt como Raptor demostraron ser eficaces en sus respectivos contextos. Ambos grupos experimentaron una evolución positiva en sus calificaciones, lo que refleja el impacto favorable de las herramientas. PSeInt resultó ser efectiva al facilitar un avance progresivo en el entendimiento de los conceptos básicos, lo que se reflejó en el aumento de las calificaciones y una tasa de aprobación alta. Por otro lado, Raptor también mostró buenos resultados, permitiendo un aprendizaje más rápido y avanzado, lo cual se evidenció en un desempeño destacado.

En ambos casos, la evolución de las calificaciones como se muestra en la figura 8 confirma que las herramientas fueron útiles, y su efectividad estuvo vinculada al contexto y las características del grupo. Las herramientas no solo contribuyeron al progreso académico de los estudiantes, sino que también les permitieron alcanzar un nivel de comprensión más alto de la programación, aunque cada una tuvo un impacto distinto dependiendo del nivel de conocimiento previo de los participantes.

REFERENCIAS

Bellido, J. (2018). La programación en el aula: Herramientas visuales para la enseñanza. Revista de Educación a Distancia, 18(57).

Carlisle, M. C., Wilson, T. A., Humphries, J. W., & Hadfield, S. M. (2005). RAPTOR: A visual programming environment for teaching algorithmic problem solving. Acm Sigcse Bulletin, 37(1), 176-180.

Chanchí, G. E., Sánchez, P. Á., & Muñoz, W. Y. C. (2018). Estrategias para la enseñanza de lógica de programación en ingeniería. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería Jiménez-Toledo, J. A., Collazos, C., & Revelo-Sánchez, O. (2019). Consideraciones en los procesos de enseñanzaaprendizaje para un primer curso de programación de computadores: una revisión sistemática de la literatura. TecnoLógicas, 22(SPE), 82-116.

Kinnunen, P., & Malmi, L. (2021). El papel de las herramientas digitales en la educación en programación. Revista de Educación en Ciencias de la Computación.

Laura-Ochoa, L., Bedregal-Alpaca, N., Delgado-Barra, L., & Guevara, K. (2023). Aprendizaje activo y aprendizaje cooperativo para la enseñanza de un curso de fundamentos de programación. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E59), 64-77.

Machuca Vivar, S. A., Sampedro Guamán, C. R., Palma Rivera, D. P., & Cañizares Galarza, F. P. (2021). Desarrollo de la lógica de programación en estudiantes de sistemas de Uniandes Santo Domingo. Conrado, 17(79), 214-224.

Martínez, J. (2021). Fundamentos de la programación: Un enfoque pedagógico. Revista de Educación y Tecnología, 12(3), 45-56. doi:10.1234/reduet.2021.12.3.45.

Mora, L. H. N., Jaramillo, G. A. F., Unuzungo, G. D. F., Loor, E. J. G., & Cubas, C. M. (2023). La enseñanzaaprendizaje de programación en computadora con PSeint: Una revisión sistemática. Revista Científica Multidisciplinar G-ner@ ndo, 4(2), 56.

Rojas, A. C., & González, S. (2021). Aprendizaje de programación a través de herramientas visuales: Una revisión de la literatura. Educación y Educadores, 24(1), 95-112.

Salazar Guaña, C. E. (2022). Lógica de programación.

Sutherland, R. (2023). Mejorando el aprendizaje a través de la tecnología educativa. Revista Internacional de Tecnología Educativa.

Téllez, C. A., & Romero, M. (2020). El uso de PSeInt como herramienta didáctica en la enseñanza de la programación. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 23(1), 155-173.

Factores que Influyen en el Desarrollo de Lesiones en Porteros

Josué Antonio Pérez Huerta[1], Rubí Alcalá González[2]

[1]Tecnológico Nacional de México/ITES de la Región Carbonífera /241dm009@rcarbonifera.tecnm.mx
[2] Tecnológico Nacional de México/ITES de la Región Carbonífera /9617@rcarbonifera.tecnm.mx

Línea de investigación: E**stadística**

RESUMEN
El objetivo de este trabajo es conocer todos aquellos factores que influyen a la hora de desarrollarse una lesión en los porteros de la Región Carbonífera y así obtener información para el diseño de propuestas de métodos preventivos para disminuir el porcentaje de ocurrencia de las lesiones. Para lograr lo anterior la investigación analiza diversos factores que impactan en las lesiones de los porteros de futbol soccer, Para lo anterior se realizan análisis estadísticos utilizando la Prueba Chi cuadrada y los Diagramas de Pareto, al ser evaluados los datos se pudo responder a la pregunta de investigación, ¿Qué factores son determinantes en el desarrollo de una lesión en el jugador de soccer que tiene la posición de portero?, Los datos se analizaron en software Minitab 19 y entre lo más relevante se destaca que los porteros entre 21 y 30 años son los que mas se lesionan, entre más tiempo este el portero dentro del partido, más se lesiona, falta una preparación física adecuada, mejorar las condiciones del terreno de juego. Además, se observó que hay falta de conocimientos sobre técnicas de prevención de lesiones y escasa infraestructura de rehabilitación.

Palabras Clave: *Estadística Deportiva, Futbol, Lesión, Portería*

INTRODUCCIÓN:

"El futbol llanero en México se juega más con el corazón que con la cabeza; se desborda el alma en la fibra del músculo que se ha entrenado no en gimnasios, sino en la dura jornada diaria de cargar, empujar, jalar, romper la piedra o abrir el surco "El futbol es uno de los deportes más populares en la República Mexicana, este deporte se ubica en la primera posición de popularidad con 55.3% según el ranking del portal web EAC; En México existen diferentes categorías para practicar este deporte, pero las dominantes a lo largo del territorio son la "profesional" y "Amateur Actualmente en la Región Carbonífera el futbol amateur es el segundo deporte más practicado en las ramas femenil y varonil solo superado por el béisbol, Como en toda actividad deportiva existe el riesgo de sufrir una lesión, Las lesiones en los campos de juego en la Región Carbonífera es un tema común entre los jugadores ya que en los equipos no se cuentan con los cuidados necesarios como lo son: entrenamiento, información nutricional, equipo de protección y psicología deportiva.

Una de las posiciones con más riesgo de sufrir una lesión es la de portería, el portero es una pieza fundamental en el funcionamiento colectivo del equipo de futbol, ya que este jugador es el encargado de proteger el área de entrada del balón y, más concretamente, evitar que el balón atraviese la línea de la portería. Por eso mismo, podría parecer que prácticamente no tienen probabilidades de sufrir una lesión dentro del campo de juego; pero lo cierto es que no es así. Ya que esta posición requiere del uso total del cuerpo para bloquear todos los espacios vulnerables que puedan terminar en una clara ocasión de gol, el portero a lo largo del partido se ve puesto a prueba en distintas situaciones como lo son balones aéreos, caídas a los costados, saltos, recuperación de balones casi tocando el piso y con altura, mano a mano, desviación de balones con las manos, sin contar con la gran cantidad de impactos de balón al cuerpo del portero en áreas como: rostro, boca, nariz, tórax, brazo, y piernas. cada una de estas situaciones conllevan un gran riesgo para la integridad física del jugador y por ende con el paso de tiempo desencadenan una serie de lesiones que merman el desempeño del jugador, en ocasiones estos factores acompañados por malos hábitos, el poco entrenamiento y la incorrecta técnica de los jugadores determinan la magnitud de la lesión y el tiempo de recuperación, otro aspecto importante que cabe destacar a la hora de desarrollarse una lesión son las condiciones en las que se encuentran los espacios dedicados a la práctica de este deporte, la mayor parte de estos se encuentran en muy malas condiciones por el abandono de las autoridades y de sus organizadores.

DESARROLLO

OBJETO DE ESTUDIO

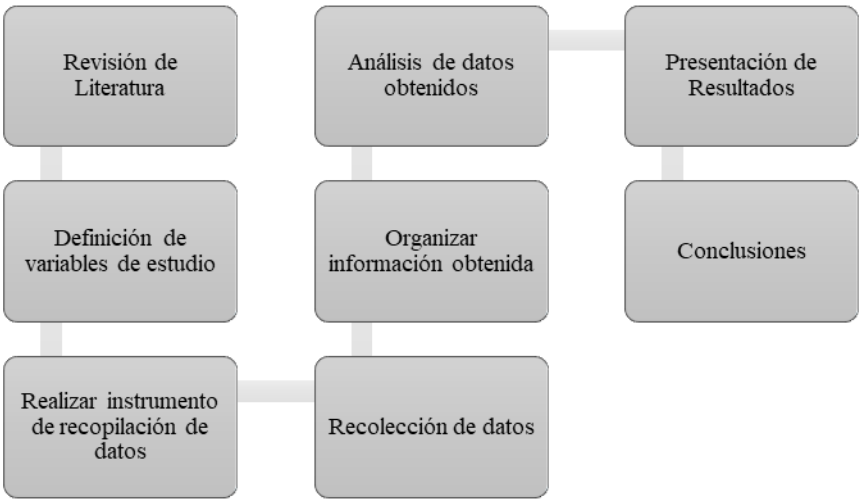
En el presente estudio se pretende analizar mediante el uso de herramientas estadísticas aquellos factores que son determinantes en el desarrollo de lesiones en los porteros, con la finalidad de contribuir con mayor conocimiento para que los Club deportivos diseñen sistemas de entrenamiento, preparación física y técnicas de juego, mejoren hábitos alimenticios, realicen procedimientos adecuados en el uso de equipos de protección, realicen propuestas de mejora en las condiciones de los terrenos de juego y con esto prevenir lesiones en los porteros de las principales ligas de la Región Carbonífera (Coahuila).

METODOLOGÍA

La investigación tiene una aproximación cuantitativa de tipo observacional. La recopilación de la información fue por medio de encuestas. El análisis de los datos se realizó utilizando estadística descriptiva utilizando gráficas y estadística inferencial específicamente Pruebas Chi cuadrada.

Esta investigación va dirigida a todos los jugadores de futbol (porteros) activos de las principales ligas amateur de la Región Carbonífera, en las categorías Juvenil, primera división, segunda división, veteranos; con un promedio de edad de 15 años hasta los 55 años. La muestra se obtuvo con un nivel de confianza de 95%, un error del 10%, lo recomendable es encuestar 16 porteros.

Figura 1
Metodología de la investigación



Fuente: Elaboración propia

FASES DEL DESARROLLO

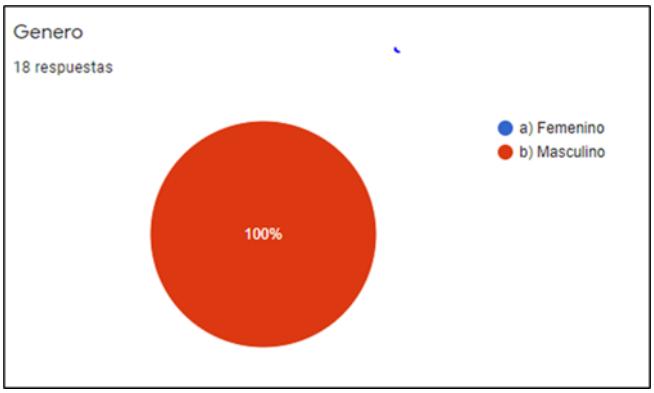
1. Definición del problema.
2. Seleccionar variable de respuesta (dependiente). Es lesiones en portero de futbol soccer
3. Selección de las variables independientes, las cuales son falta de una preparación física, las condiciones del terreno de juego, la falta de conocimientos sobre técnicas de prevención de lesiones, la escasa infraestructura de rehabilitación, edad de los jugadores, los hábitos alimenticios de los jugadores, la técnica individual del portero.
4. Diseñar Instrumento de recolección de datos, en este caso las dos encuestas.
5. La recopilación de datos se llevó a cabo en dos fases a lo largo de dos meses. La fase 1 se llevó a cabo mediante encuestas presenciales en los campos de juego a los porteros, donde se le explicaba a detalle el objetivo de la investigación, al igual que se recabaron datos personales para un posterior análisis a través de una encuesta en la plataforma Google Forms. La fase 2 consistió en encuestas a través del formulario Google Forms, al portero se le hizo llegar a través de Whatsapp.
6. Análisis de los resultados. Una vez que se recopilan los datos correspondientes, como primera etapa se analizaron las preguntas utilizando una base de datos que arroja el formulario Google forms y se realizaron gráficas en Excel, la segunda etapa se comprueba estadísticamente para determinar qué factores afectan las lesiones, utilizando el modelo de Chi cuadrada prueba de independencia, Diagrama de Pareto, se utiliza el software Minitab (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2007).
7. Conclusiones.

RESULTADOS

Primera Etapa

Se realizó una encuesta en Google Forms para determinar cuáles son los factores determinantes para el desarrollo de una lesión en los porteros de ligas amateur, A continuación, se mostrarán de manera gráfica los resultados obtenidos.

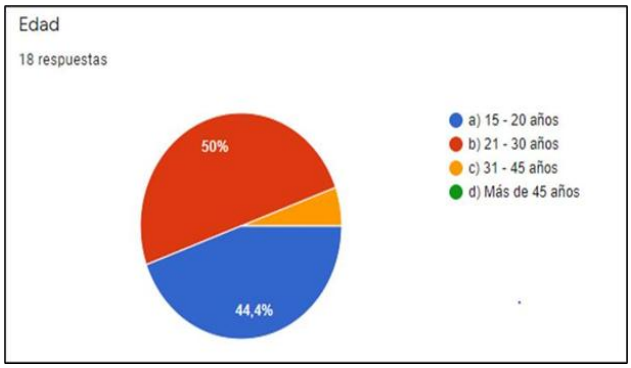
Figura 2
Gráfica Género De los Encuestados



Fuente: Formulario Google Forms

Se realizaron 18 entrevistas a porteros de futbol amateur de alguna de las ligas de la Región Carbonífera, El 100% de la población que se analizó corresponde al género Masculino.

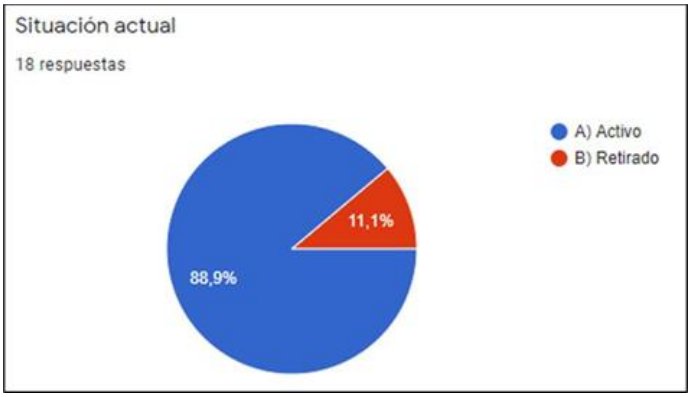
Figura 3
Gráfico edad de los encuestados



Fuente: Formulario Google Forms

El rango de edad que arrojó la entrevista es que actualmente los porteros que militan en alguno los equipos de la Región Carbonífera son jóvenes de entre 21 y 30 años (con un 50%), seguido de estos están los Adolescentes de entre 15 y 20 años (con un 44.4%), y por último están los adultos con una edad de entre los 31 años y 45 años (5.6%).

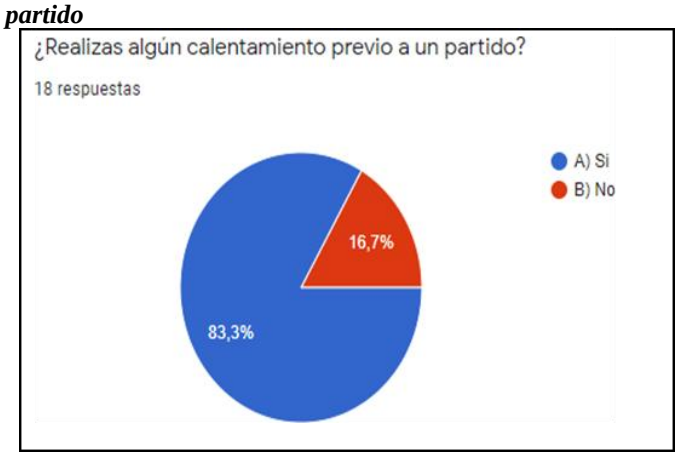
Figura 4
Grafica de la situación actual del encuestado



Fuente: Formulario Google Forms

Se les cuestiono a los jugadores cuál era su situación actual de juego, el 88.9 % respondió que era un jugador en activo, mientras que el 11.1 % respondió que se habíanretirado del futbol.

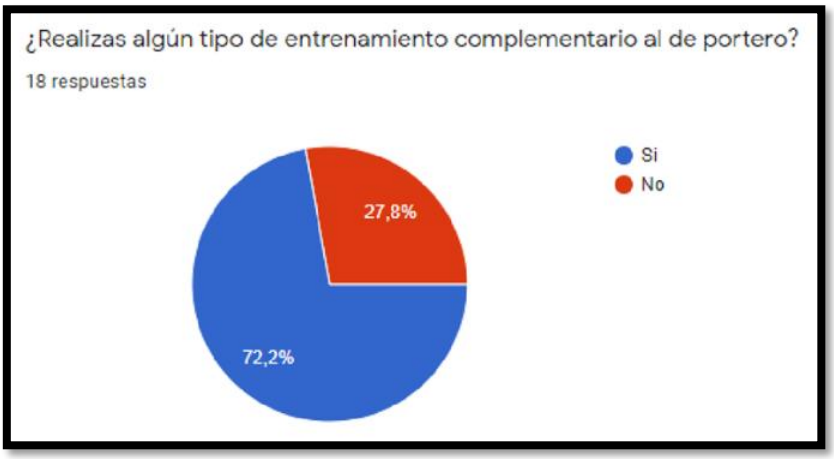
Figura 5
Gráfica del Calentamiento Previo al partido



Fuente: Formulario Google Forms

El calentamiento previo al partido es una parte fundamental ya que evita la aparición delesiones durante el partido, al cuestionarles a los porteros si ellos realizaban esta acciónprevia al pitazo inicial, el 83.3 % contesto que sí, mientras que el 16.7 % contesto que no, esto nos da a entender que no existe un cuidado previo al ingreso al terreno de juego.

Figura 6
Gráfica de Entrenamiento Complementario en los encuestados



Fuente: Formulario Google Forms
El 72.2% de los entrevistados dijo que, si realizaba un entrenamiento complementario alespecifico de portero, mientras que el 27.8 negó tener otro tipo de entrenamiento.

Resultados Segunda etapa
Se analizaron los datos utilizando el modelo estadístico de Prueba Chi cuadrada de independencia, Diagramas de Pareto y Regresión lineal simple/Diagrama de Dispersión para probar la hipótesis.
Se compararon **las edades** de los porteros con el tipo de lesión que habían desarrollado, seguido de esto se introdujo la información al software minitab para su interpretación de los resultados se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Tipo de lesiones

Rango de edades	Esguince o fractura de tobillo	Contractura	Muscular	Fractura de muñeca	Fractura de tibia y peroné	lesiones en costillas	Fisura de dedos
15 - 20 años	0	1	1	1	0	0	0
21 - 30 Años	3	1	3	1	2	2	1
31 - 45 Años	1	0	1	0	0	0	1

Fuente: Minitab 2019

Hipótesis:

Ho: Las lesiones son independientes de la edad del jugador

Ha: Las lesiones son dependientes de la edad del jugador

Figura 7

Gráfico prueba chi cuadrada "lesiones vs edad"

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Total
1	0	1	1	1	0	0	0	3
	0.63	0.32	0.79	0.32	0.32	0.32	0.32	
2	3	1	3	1	2	2	1	13
	2.74	1.37	3.42	1.37	1.37	1.37	1.37	
3	1	0	1	0	0	0	1	3
	0.63	0.32	0.79	0.32	0.32	0.32	0.32	
Total	4	2	5	2	2	2	2	19
Chi-Sq	= 0.632	+ 1.482	+ 0.056	+ 1.482	+ 0.316	+ 0.316	+ 0.316	+
	0.025	+ 0.099	+ 0.052	+ 0.099	+ 0.291	+ 0.291	+ 0.099	+
	0.215	+ 0.316	+ 0.056	+ 0.316	+ 0.316	+ 0.316	+ 1.482	= 8.574

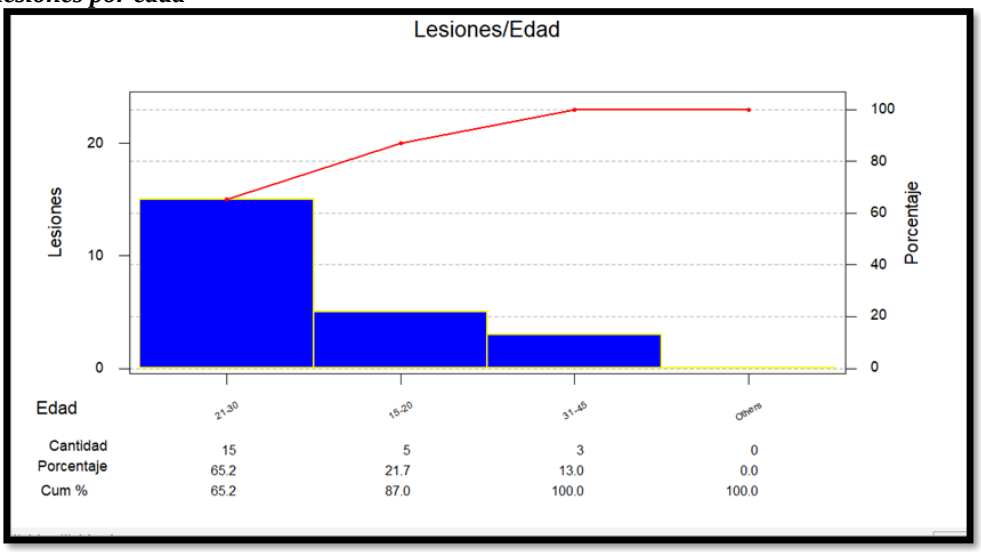
Fuente: Software Minitab 2019

Interpretación

Con lo anterior podemos concluir con un 95%, un nivel de significancia del 5 % y 12 grados de libertad, X^2 0.05, (7-1) x (3-1) = $X^2$0.05,12 = 21.03 y es mayor que X^2= 8.574 por lo tanto se acepta Ho, por lo que las lesiones son independientes de la edad del jugador. A continuación, podemos observar en el Diagrama de Pareto que en la edad donde más lesiones se presentan es de 21 a 30 años.

Figura 8

Diagrama de Parto de lesiones por edad



Fuente: Software Minitab 2019

Se compararon los tipos de cancha con el tipo de lesión, seguido de esto se introdujo la información al software minitab para su interpretación, los resultados se presentan en la tabla 2

Tabla 2. Lesiones Por tipo de cancha

	Tipo de cancha		
Lesión	Llano	C. Sintético	C. Natural
Si	10	9	2
No	5	6	2

Fuente: Software Minitab 2019

Hipótesis:

Ho: Las lesiones son independientes del tipo de cancha de juego

Ha: Las lesiones son dependientes del tipo de cancha de juego

Figura 9

Gráfico prueba chi cuadrada "tipo de canchas vs lesión"

	C1	C2	C3	Total
1	10	9	2	21
	9.26	9.26	2.47	
2	5	6	2	13
	5.74	5.74	1.53	
Total	15	15	4	34
Chi-Sq	= 0.058	+ 0.008	+ 0.090	+
	0.094	+ 0.012	+ 0.145	= 0.407

DF = 2, P-Value = 0.816

2 cells with expected counts less than 5.0

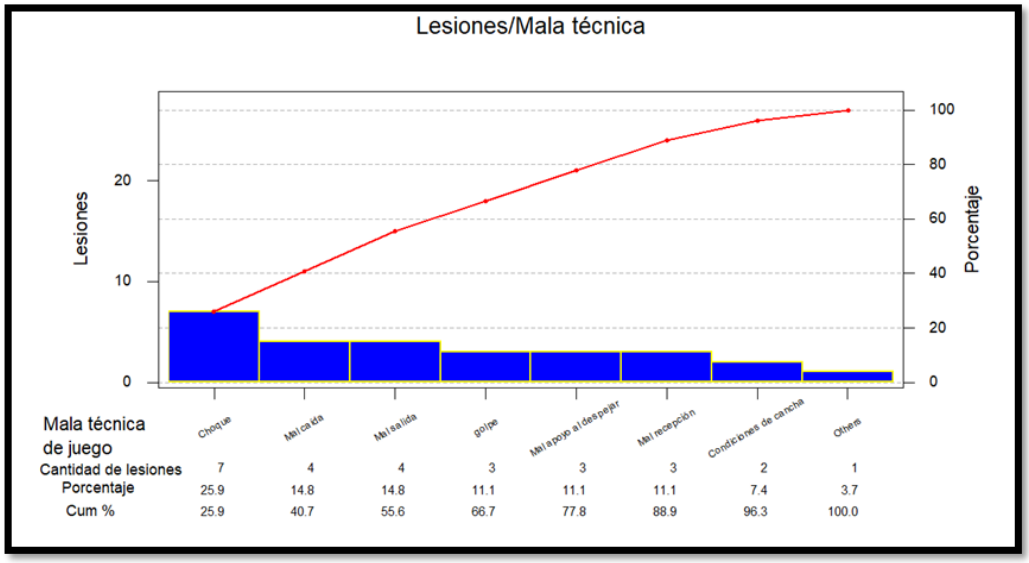
Fuente: Software Minitab 2019

Interpretación

Con lo anterior podemos concluir con un 95%, un nivel de significancia del 5 % y 2 gradosde libertad, X^2 0.05, (3-1) x (2-1) = $X^2$0.05,2 = 5.99 y es mayor que X^2= 0.407 por lo tanto se acepta Ho, por lo que las lesiones son independientes del tipo de cancha de juego. A continuación, podemos observar en el Diagrama de Pareto que en el tipo de cancha llano es donde más lesiones se presentan.

Figura 10

Grafica Lesiones por Técnica Incorrecta



Fuente: Software Minitab 2019

Se comparó el **desempeño del jugador** en el partido en las diferentes técnicas de juego (blocaje, despejes, desviación, rechace, anticipación, Golpeo y saques, prolongación juego aéreo, reflejos, posicionamiento, lance y caída) de los porteros con el porcentaje de lesiones, Se analizó utilizando la prueba Chi cuadrada de bondad de ajuste, seguidode esto se introdujo la información al software minitab para su interpretación de los resultados se presentan en la tabla siguiente.

Figura 11

Grafica Prueba Chi-cuadrada de bondad de ajuste para conteos observados en variable

Uso de nombres de categorías en criterios

Categoría	Observado	Conteos históricos	Proporción de prueba	Esperado	Contribucióna Chi-cuad.
Muy bueno	18	40	0.40	40	12.1000
Bueno	60	35	0.35	35	17.8571
Regular	18	20	0.20	20	0.2000
Malo	4	5	0.05	5	0.2000

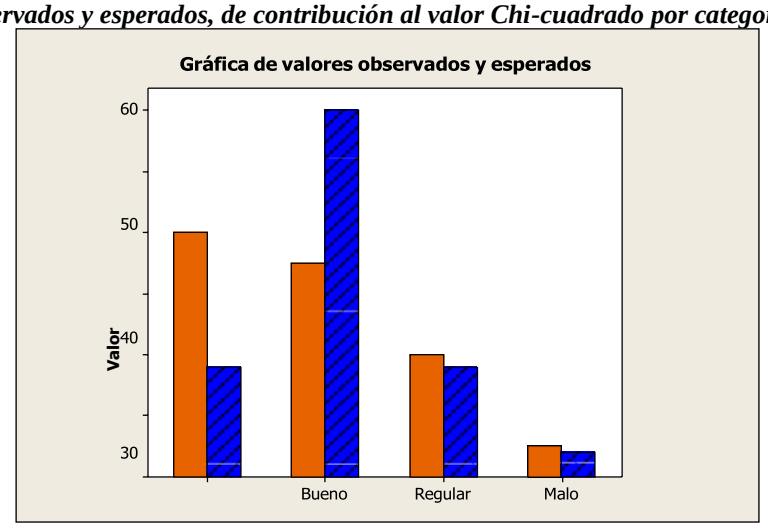
N	GL	Chi-cuad.	Valor P
100	3	30.3571	0.000

Fuente: Software Minitab 2019

Se observa en la gráfica siguiente, con un nivel de confianza del 95 % que si hay diferencia entre los valores observados y esperados. Como se observa en la gráfica, el porcentaje de lesiones si es más elevado en la categoría Bueno, esto nos dice que, a mejor desempeño del jugador en el partido, si hay más lesiones.

Figura 12

Gráfica de valores observados y esperados, de contribución al valor Chi-cuadrado por categoría



Fuente: Software Minitab 2019

CONCLUSIÓN

En el presente Trabajo se han analizado los diversos factores que influyen en el desarrollo de lesiones en los porteros en la Región Carbonífera. A través de la recopilación de datos y el análisis estadístico de las diferentes variables. Entre lo más relevante destaca la falta de una preparación física adecuada, las condiciones del terreno de juego, que en muchos casos presentan irregularidades debido a las características geográficas de la región. Además, se observó que hay falta de conocimientos sobre técnicas de prevención de lesiones y escasa infraestructura de rehabilitación, lo anterior son aspectos críticos que afectan la salud y el rendimiento de los porteros. Las principales causas de lesiones están relacionadas con una combinación de factores físicos, técnicos y ambientales. Este estudio resalta la importancia de implementar programas de capacitación tanto para entrenadores como para los jugadores, enfocados en la prevención de lesiones y en mejorar la condición física general de los porteros.

BIBLIOGRAFÍA

- Brandt, F. (2017). Análisis estadístico en lesiones en futbol juvenil. *AATD*, 31.
- Castañeda Meza, B. (2021). eac. https://www.enlaceacancha.com/basquetbol/basquetbol-se-coloca-como-el-cuarto-deporte-mas-popular-en-mexico-en-2021/9575/
- El fútbol llanero en México. (s.f.). https://www.mexicodesconocido.com.mx/el-futbol-llanero.html
- fisiocenterc. (2019). fisiocenterc. http://fisiocentercs.com/prevenir-lesiones-porteros-futbol/
- Martín Pérez, F. (2018). FIFA: 113 años de historia de fútbol. BBVA: https://www.bbva.com/es/fifa-113-anos-historia-del-futbol/
- medlineplus. (2020). medlineplus, de medlineplus: https://medlineplus.gov/spanish/woundsandinjuries.html
- Mis entrenamientos de fútbol. (2020). Mis entrenamientos de fútbol: https://www.misentrenamientosdefutbol.com/diccionario
- Rivera Triguero, J. (s.f.). Competencias psicológicas del portero de fútbol. https://soccerinteraction.com/es/competencias-psicologicas-portero-futbol/
- Villanueva. (2016). Lesiones en el Fútbol. https://doctorvillanueva.com/lesiones-en-el-futbol/

Walpole, Myers, Myers, & Ye. (2007). Probabilidad y Estadística. Pearson/Prentice Hall

Desarrollo de aplicación para el cálculo de propiedades geométricas de secciones transversales de elementos en flexión y flexocompresión

José Antonio Cortés Benítez[1], Arturo Arellano Hernández[2], Héctor Iván Montoya Martínez[3], Armando Gómez Trinidad[4]

[1]*Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, e-mail: jacortes@upfim.edu.mx*
[2]*Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, e-mail: aarellano@upfim.edu.mx*
[3]*Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, e-mail: hmontoya@upfim.edu.mx*
[4]*Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, e-mail: argomez@upfim.edu.mx*

Línea de investigación: Software

Resumen

En este documento se presenta el desarrollo de una aplicación que calcula las propiedades geométricas de secciones trasversales de concreto reforzado y de acero estructural, que están expuestas a flexión y/o flexocompresión, con lo que se busca facilitar el análisis y diseño de este tipo de elementos, tanto en la docencia como en la práctica profesional.
La aplicación se desarrolló en Visual Studio 2022 utilizando el lenguaje Visual .NET, con esto se tiene la posibilidad de introducir datos de diferentes formas y mostrar la sección trasversal analizada para verificar su correcta modelación. Para que al usuario le resulte sencillo familiarizarse con el uso de la aplicación, esta tiene precargados varios ejemplos que buscan orientar al usuario para su correcto uso.
Con esta aplicación se pueden calcular las propiedades de cualquier sección trasversal, siempre y cuando se pueda representar utilizando rectángulos y círculos. En cuanto a los resultados que se pueden obtener están: área, centroide geométrico, centroide plástico, momentos de inercia, radios de giro, módulos de sección elásticos, módulos de sección plásticos, momentos de inercia agrietados y momentos de agrietamiento. Para asegurar el correcto funcionamiento de la aplicación y validar los resultados, se realizó una comparación entre los resultados obtenidos con la aplicación desarrollada y el software ETABS, además de problemas desarrollados y resueltos en la literatura.

Palabras clave: diseño, flexión, flexocompresión, propiedades geométricas, software.

Abstract
This document presents the development of an application that calculates the geometric properties of reinforced concrete and structural steel cross-sections subjected to bending and/or combined bending and compression, which seeks to facilitate the analysis and design of this type of elements, both in teaching and in professional practice.
The application was developed in Visual Studio 2022 using the Visual .NET language, with this it is possible to enter data in different ways and show the analyzed cross section to verify its correct modeling. To help users become familiar with the application, it includes preloaded examples to guide its proper use.
With the application, the properties of any cross section can be calculated, as long as it can be represented using rectangles and circles. The results that can be obtained are: area, geometric centroid, plastic centroid, moments of inertia, radius of gyration, elastic section modulus, plastic section modulus, cracked moments of inertia and cracking moments. To ensure the correct operation of the application and validate the results, a comparison was made between the results obtained with the developed application and the ETABS software, in addition to problems developed and solved in the literature.

Keywords: design, bending, flexural-compression, geometric properties, software.

INTRODUCCIÓN

Durante el análisis y diseño estructural de elementos de acero o concreto que están expuestos a flexión y/o flexocompresión, es necesario calcular algunas propiedades que están en función de la geometría y características mecánicas de los materiales que los conforman, este proceso puede ser sencillo para algunas secciones como las rectangulares y circulares, sin embargo, cuando la sección trasversal está formada a partir de diferentes figuras, el procedimiento se vuelve tedioso y existe la posibilidad de cometer errores.

Algunas de las propiedades que únicamente dependen de la geometría y que se utilizan durante el proceso de análisis y diseño estructural son: área de sección trasversal, centroides, momentos de inercia respecto a ejes centroidales, radios de giro, módulos de sección elásticos y plásticos; por otro lado, dentro de las propiedades estructurales que dependen de la geometría y de las características mecánicas están: momentos plásticos, ejes neutros plásticos, centroide plástico, eje neutro agrietado, inercias agrietadas y los momentos de agrietamiento.

Debido a la naturaleza repetitiva de los análisis realizados para obtener las propiedades antes descritas, es posible automatizarlos. Esto se logra discretizando las secciones transversales mediante diferentes formas geométricas, cuyas características mecánicas, dimensiones y ubicación en el plano X-Y son conocidas. Para obtener algunas propiedades de las secciones transversales, es necesario resolver ecuaciones lineales y cuadráticas, para lo cual se utilizaron iteraciones para llegar al resultado.

Aunque existen programas destinados al cálculo de estas propiedades, algunos tienen limitaciones en las secciones transversales que se pueden analizar, otros no incluyen todas las propiedades que se necesitan durante el análisis y diseño, algunos otros son obsoletos por el sistema operativo en el que se desarrollaron y otros son de paga, debido a lo anterior, se desarrolló esta aplicación de escritorio denominada Sección Equivalente.

DESARROLLO

OBJETIVO

Desarrollar e implementar algoritmos en una aplicación de escritorio para calcular propiedades de secciones transversales de concreto reforzado y acero estructural, empleadas en el análisis y diseño de elementos sometidos a flexión y flexocompresión, utilizando el lenguaje de programación Visual Basic .NET.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A continuación, se describen los objetivos específicos planteados:

- Desarrollar algoritmos para calcular propiedades geométricas y estructurales de secciones transversales.
- Implementar algoritmos en aplicación de escritorio.
- Modelar secciones trasversales a través de elementos rectangulares y circulares.
- Validar la aplicación comparando resultados con softwares comerciales y problemas resueltos en la literatura.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio de este artículo es el desarrollo de herramientas computacionales aplicadas al análisis y diseño estructural, específicamente enfocadas en el cálculo de propiedades de secciones transversales de concreto reforzado y acero estructural. Estas propiedades son fundamentales en el diseño y análisis de elementos sometidos a flexión y flexocompresión, ya que influyen directamente en la resistencia y comportamiento estructural de los mismos.

Se buscó diseñar y desarrollar una aplicación computacional utilizando el lenguaje Visual Basic .NET, que permita automatizar y optimizar estos cálculos, ofreciendo una interfaz intuitiva y resultados precisos. La herramienta esta alineada con conceptos teóricos definidos en la literatura, pero también con especificaciones técnicas definidas en la normatividad vigentes, como lo son: las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, NTCEC-2023 y las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Acero, NTCEA-2023, lo que la convierte en un recurso potencialmente útil para profesionales y estudiantes del área.

Este estudio también analiza los desafíos asociados al desarrollo de software especializado en ingeniería, incluyendo la representación adecuada de las propiedades mecánicas y geométricas, visualización de secciones analizadas, la implementación de algoritmos eficientes y la validación de resultados mediante ejemplos prácticos. En última instancia, el objeto de estudio busca contribuir al desarrollo de tecnologías que mejoren la eficiencia y precisión en la docencia y en el diseño estructural.

Para obtener las propiedades de secciones transversales, se desarrolló un algoritmo que está diseñado para trabajar exclusivamente con elementos rectangulares y circulares. Esta decisión se tomó, debido a que dichos elementos permiten representar cualquier sección transversal comúnmente empleada en ingeniería civil.

METODOLOGÍA

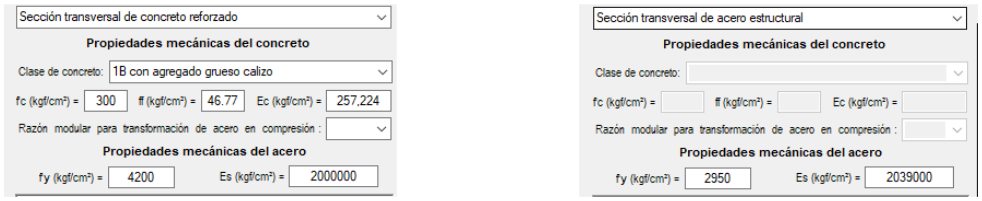
Para el desarrollo de la aplicación, se empleó el software Microsoft Visual Studio en su versión 2022, utilizando el lenguaje de programación Visual Basic .NET, con esto se buscó que la aplicación fuera más interactiva con el usuario y mostrará una visualización de la sección analizada, además de que aportará toda la información necesaria para facilitar el diseño de este tipo de elementos estructurales.

DATOS DE ENTRADA

Lo primero que se debe de definir es, si la sección transversal es de concreto o acero estructural, dependiendo del material, la aplicación activa o desactiva cajas de texto para introducir las propiedades mecánicas de los materiales. Para las secciones de concreto reforzado, se tiene que definir la resistencia a compresión del concreto, f'_c y el tipo de concreto, el cual puede ser seleccionado entre los tipos 1A y 1B con agregado calizo o basáltico, o el tipo 2. Con base en el tipo de concreto y su resistencia a compresión, la aplicación calcula el módulo de elasticidad, E_c y el módulo de rotura, f_f, utilizando las ecuaciones propuestas por las NTCEC-2023. Adicionalmente, se debe introducir el esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo, f'_y y su correspondiente módulo de elasticidad, E_s. Si la sección es de acero estructural, se debe de introducir únicamente el esfuerzo a la fluencia, f'_y y su respectivo módulo de elasticidad, E_s. En la figura 38 se presenta una visualización de la interfaz utilizada para ingresar la información previamente descrita.

Figura 38

Definición de Propiedades Mecánicas de los Materiales.

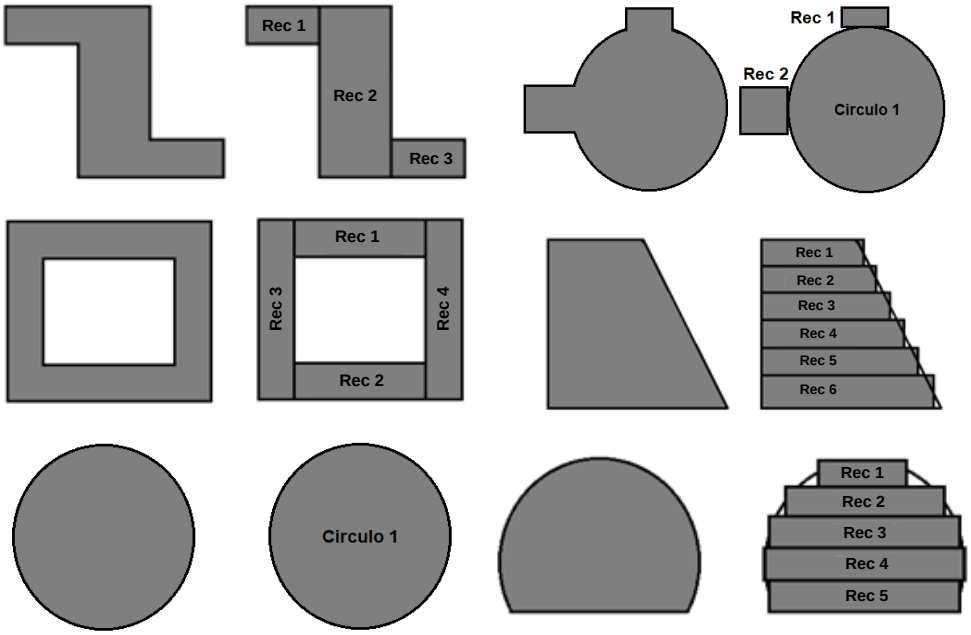


a) Secciones de concreto reforzado b) Secciones de acero

Para introducir la geometría de la sección transversal, esta se debe de discretizar utilizando elementos rectangulares y/o circulares. Como se observa en la figura 39, la aplicación tiene la capacidad de modelar cualquier sección transversal, siempre y cuando la geometría se discretice adecuadamente con los elementos descritos. Para algunas secciones como las mostradas en la figura 39a, las cuales se pueden modelar perfectamente con los elementos incluidos en el desarrollo de la aplicación, los resultados obtenidos serán exactos, sin embargo, si se tiene otro tipo de secciones como las mostradas en la figura 39b, la exactitud del análisis dependerá de la discretización de la sección transversal.

Figura 39

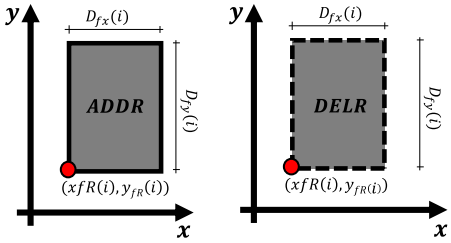
Discretización de Geometría de la Sección Transversal.



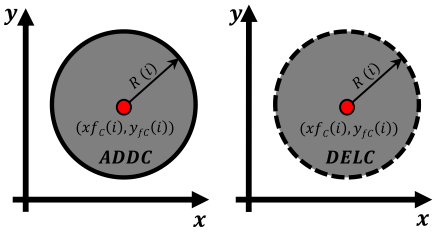
a) Resultados exactos b) Resultados dependientes de discretización

Como se observa en la figura 40, para definir los elementos rectangulares, se deben de introducir las coordenadas de la esquina inferior izquierda y las dimensiones en la dirección X y Y; en el caso del elemento circular, únicamente se deben de introducir las coordenadas del centro de la circunferencia y su respectivo radio. Ambos tipos de elementos permiten agregar o restar área, lo que facilita el modelado de secciones huecas. Para agregar área, se utiliza la opción ADD, mientras que para restar área se utiliza la opción DEL. Los elementos que suman área se representan con líneas continuas y aquellos que restan área, con líneas discontinuas. Es importante mencionar que, las secciones transversales se pueden ubicar en cualquier espacio geométrico en el plano X-Y, sin embargo, se limitó el número de elementos con los que se puede modelar la sección trasversal, teniendo como máximo 100 elementos rectangulares y/o 100 elementos circulares.

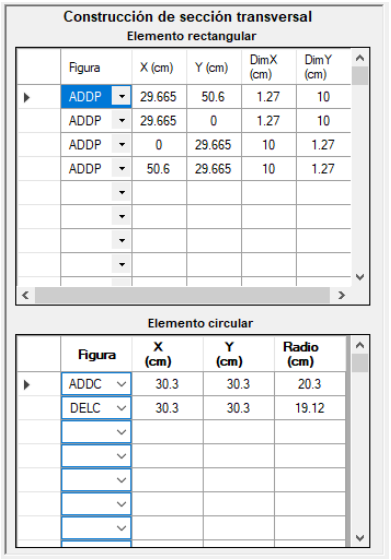
Figura 40
Datos de Entrada de Elementos Utilizados en Discretización de Geometría de Sección Transversal.



a) Elemento rectangular

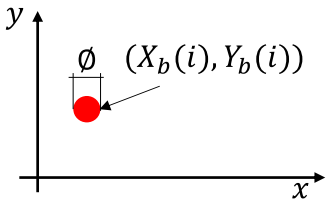


b) Elemento circular

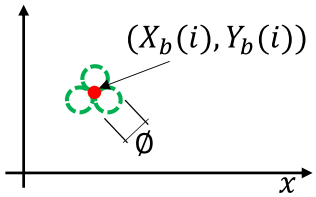


El acero de refuerzo se puede definir considerando barras individuales o paquete de barras conformado por barras del mismo diámetro y es posible activar o desactivar barras según se desee para incluirlas o excluirlas del análisis. Como se muestra en la figura 41, para definir barras individuales, se tienen que ingresar las coordenadas de la barra y su diámetro; para los paquetes de barras, se debe de introducir las coordenadas del centroide del paquete, diámetro de las barras y numero de barras en el paquete.

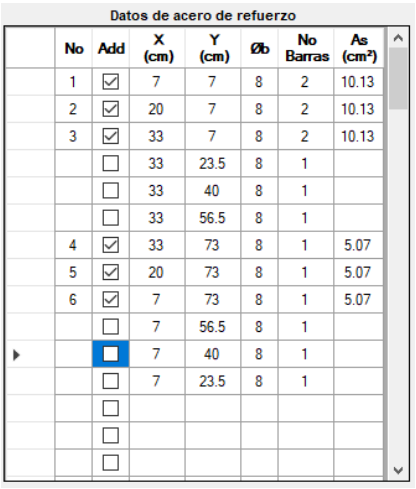
Figura 41
Discretización de Acero de Refuerzo.



a) Barras individuales



b) Paquete de barras



DESARROLLO DE ALGORITMO PARA CÁLCULO DE PROPIEDADES GEOMÉTRICAS Y ESTRUCTURALES DE SECCIONES TRASVERSALES

A continuación, se describe el desarrollo de los algoritmos utilizados para el cálculo de las propiedades geométricas y estructurales de secciones transversales de concreto reforzado y acero estructural, las cuales fueron definidas con base en la teoría definida en la literatura, así como en algunas normas y códigos de diseño.

Una de las propiedades más básicas de cualquier sección trasversal es su área, la cual la podemos obtener con la suma algebraica de las áreas de los diferentes elementos rectangulares y/o circulares con los que se discretizó la sección, si el elemento agrega área, la aplicación asigna un signo positivo al área y esta área sumará, en caso contrario, se asigna un signo negativo al área y el área se restará. Con la ecuación (1) se calcula el área total de la sección transversal.

$$A_{total} = \sum_0^{nfR-1} D_{fx}(i)D_{fy}(i) + \sum_0^{nfC-1} \pi R(i)^2 \qquad (1)$$

donde:
$D_{fx}(i)$: dimensión en dirección X de elemento rectangular
$D_{fy}(i)$: dimensión en dirección Y de elemento rectangular
$R(i)$: radio del elemento circular
nfR: número de elementos rectangulares
nfC: número de elementos circulares

Otra propiedad geométrica fundamental es el centroide, que representa el centro geométrico del área o el centro de gravedad de la sección transversal (Hibbeler, 2017, p. 792). Generalmente, el centroide es el punto desde el cual se modela el elemento estructural, además, en este punto, se consideran aplicadas las cargas y momentos, lo que lo convierte en una referencia clave para el análisis y diseño estructural. Para obtener el centroide de la sección trasversal, es necesario conocer la ubicación de los centroides de cada elemento que la conforma respecto al origen. En el caso del centroide de los elementos circulares, este coincide con las coordenadas del centro de la circunferencia $(x_{fC}(i),\ y_{fC}(i))$, sin embargo, para los elementos rectangulares, su centroide se puede calcular con las ecuaciones (2) y (3), las cuales se derivaron, bajo la suposición de que el centroide de una sección rectangular, se encuentra en el punto medio de sus dimensiones vertical y horizontal.

$$x_{cR}(i) = x_{fR}(i) + 0.5D_{fx}(i) \qquad (2)$$

$$y_{cR}(i) = y_{fR}(i) + 0.5D_{fy}(i) \qquad (3)$$

donde:
$x_{fR(i)}$: coordenada de esquina inferior izquierda de elemento rectangular
$y_{fR(i)}$: coordenada de esquina inferior izquierda de elemento rectangular

Las coordenadas del centroide geométrico de la sección trasversal $(\bar{x}, \bar{y})$, se obtiene con la ecuación (4) y (5) respectivamente, que es la relación entre el primer momento de área respecto al origen y el área total de la sección trasversal, estas dos variables calculadas considerando todos los elementos rectangulares o circulares que modelan la geometría de la sección transversal. En este cálculo, también se diferencia entre áreas positivas o negativas como se explicó anteriormente.

$$\bar{x} = \frac{\sum_0^{nfR-1} D_{fx}(i)D_{fy}(i)x_{cR}(i) + \sum_0^{nfC-1} \pi R(i)^2 x_{fC}(i)}{\sum_0^{NfR-1} D_{fx}(i)D_{fy}(i) + \sum_0^{nfC-1} \pi R(i)^2} \qquad (4)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_0^{nfR-1} D_{fx}(i)D_{fy}(i)y_{cR}(i) + \sum_0^{nfC-1} \pi R(i)^2 y_{fC}(i)}{\sum_0^{nfR-1} D_{fx}(i)D_{fy}(i) + \sum_0^{nfC-1} \pi R(i)^2} \qquad (5)$$

El momento de inercia, es una propiedad geométrica de un área respecto a un eje de referencia (Fitzgerald, 2007, p. 483), el cual es fundamental para calcular los esfuerzos y deformaciones en elementos sujetos a flexión. Para calcular el momento de inercia o también llamado segundo momento de área, se utiliza el teorema de los ejes paralelos, con el cual, se puede calcular el momento de inercia de secciones trasversales, formadas por diferentes figuras geométricas, respecto a cualquier punto, pero en este caso, se realizó respecto al centroide geométrico, ya que el elemento estructural se considera modelado en este punto. Con las ecuaciones (6) y (7), se calculan los momentos de inercia alrededor del eje X y alrededor del eje Y, en este cálculo, también se diferencia entre elementos que agregan área y los que la restan.

$$I_{\bar{X}} = \sum_0^{nfR-1} I_{xR}(i) + \sum_0^{nfR-1} \left(D_{fx}(i)D_{fy}(i)\right) d_y(i)^2 + \sum_0^{nfC-1} I_{xC}(i) + \sum_0^{nfC-1} (\pi R(i)^2) d_y(i)^2 \qquad (6)$$

$$I_{\bar{Y}} = \sum_0^{nfR-1} I_{yR}(i) + \sum_0^{nfR-1} \left(D_{fx}(i)D_{fy}(i)\right) d_x(i)^2 + \sum_0^{nfC-1} I_{yC}(i) + \sum_0^{nfC-1} (\pi R(i)^2) d_x(i)^2 \qquad (7)$$

donde:
$I_{xR(i)}$ y $I_{yR(i)}$: momentos de inercia del elemento rectangular respecto a su centroide
$I_{xC(i)}$ y $I_{yC(i)}$: momentos de inercia del elemento circular respecto a su centroide
dx y dy: distancia entre centroide de cada elemento y el centroide de la sección transversal

Con las ecuaciones (8) y (9) se pueden calcular los radios de giro de la sección trasversal. El radio de giro representa la distancia desde el eje de referencia en la que se podría concentrar toda el área de la sección, manteniendo el mismo momento de inercia que la configuración original (Gere, 2016, p. 910).

$$r_x = \sqrt{\frac{I_{\bar{X}}}{A_{total}}} \qquad (8)$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_{\bar{Y}}}{A_{total}}} \qquad (9)$$

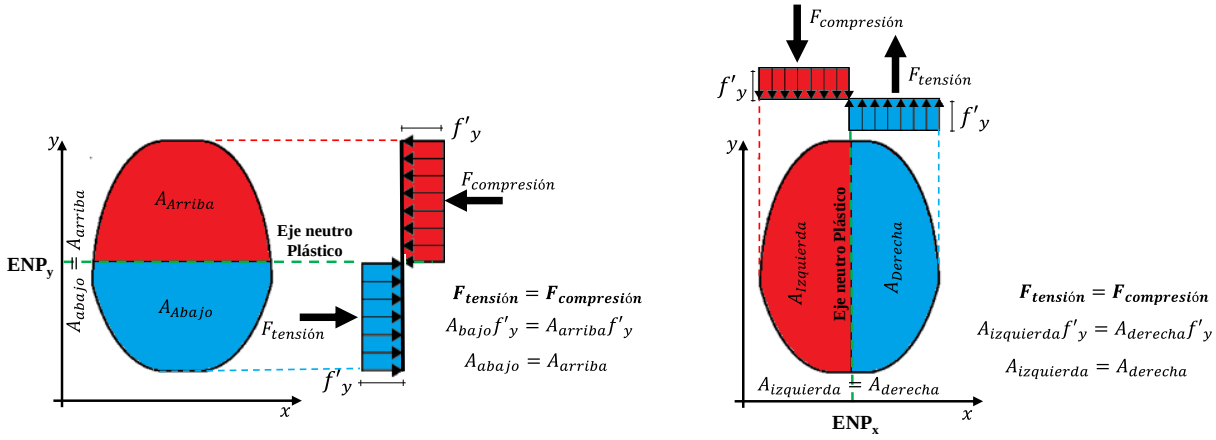
Para calcular los módulos de sección elásticos, es necesario definir cuál es la distancia entre el eje neutro y la fibra más alejada; es importante recordar que, para el caso de flexión pura, el eje neutro coincide con el centroide de la sección transversal (Beer, 2010, p. 217). Con la ecuación (10) y (11), se calculan los módulos de sección elásticos respecto al eje X y eje Y respectivamente.

$$S_x = \frac{I_{\bar{x}}}{C_{ymax}} \qquad (10)$$

$$S_x = \frac{I_{\bar{y}}}{C_{xmax}} \qquad (11)$$

Para las secciones transversales de acero, es fundamental calcular el módulo de sección plástico, para ello, es necesario determinar el eje neutro plástico, que corresponde a la línea que divide la sección transversal, de manera que las fuerzas de tensión y compresión, generadas por un momento que plastifica completamente la sección sean iguales, lo anterior como se muestra en la figura 42. En el acero estructural, donde el material posee las mismas propiedades mecánicas en tensión y compresión, el eje neutro plástico se ubica en un punto que divide la sección transversal, de manera que el área superior es igual al área inferior, al multiplicar estas áreas por el esfuerzo de fluencia del acero, f'_y, se asegura que las fuerzas de tensión y compresión sean equivalentes (McCormac, 2013, p. 241).
Para encontrar la posición del eje neutro plástico en el eje de las ordenadas, se comienza a iterar con la ubicación del eje neutro plástico, ENP_y, iniciando desde la base de la sección trasversal y se incrementa en cada iteración 0.0001 cm; en cada iteración, se calcula el área de la porción de la sección trasversal debajo del eje neutro plástico y se compara con la mitad del área total de la sección trasversal, si estás áreas son iguales, se ha encontrado el eje neutro plástico, en caso contrario, se hace un incremento a la posición del eje neutro plástico.

Figura 42
Cálculo de Módulo de Sección Plástico.



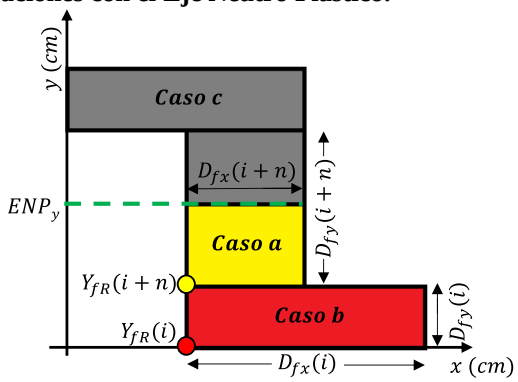
Como se observa en la figura 43 y figura 7, en cada incremento del ENP_y, el área debajo de dicho eje, se puede calcular al analizar todos los elementos rectangulares y circulares que conforman la sección transversal. Como se presenta en la figura 43, en los elementos rectangulares, se pueden presentar tres casos al analizarlos en cada incremento de ENP_y: a) el elemento rectangular es dividido por el ENP_y, b) el elemento rectangular esta debajo del ENP_y o c) el elemento rectangular esta por arriba del ENP_y. Para el caso a, se calcula el área de la porción de elemento debajo del ENP_y, con la ecuación (12); para el caso b, se considera el área completa del elemento rectangular, como lo define la

ecuación (13); para el caso c, no se considera ninguna área. En el análisis de cada elemento, se asigna un signo positivo si el elemento agrega área o un signo negativo en caso contrario.

$$A_{ER}(i) = \left(ENP_y - y_{fR}(i+n)\right) D_{fx}(i+n) \qquad (12)$$

$$A_{ER}(i) = D_{fx}(i) D_{fy}(i) \qquad (13)$$

Figura 43
Análisis de elementos rectangulares en iteraciones con el Eje Neutro Plástico.



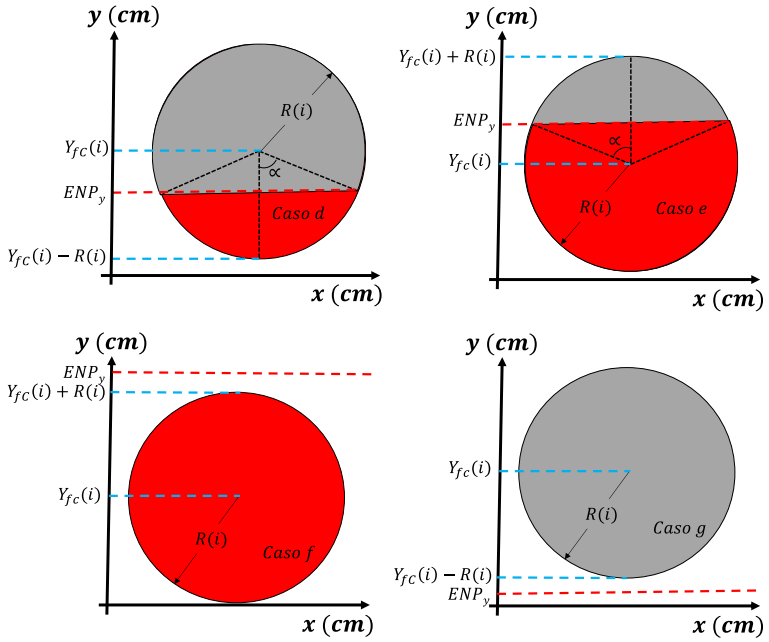
En la figura 7, se ilustran los cuatro posibles casos que se pueden presentar, al analizar los elementos circulares en cada incremento del ENP_y, durante el cálculo del área situada por debajo de este eje. Estos casos son los siguientes: d) el ENP_y divide al elemento circular por debajo del centro de la circunferencia, e) el ENP_y divide al elemento circular por arriba del centro de la circunferencia, f) el ENP_y está por arriba del elemento circular y g) el ENP_y está por abajo del elemento circular. Para el caso d, se utiliza la ecuación (14) para calcular el área de la porción del círculo abajo del ENP_y, la cual se calcula como la resta entre el área de un sector circular, menos el área de dos triángulos rectángulos, los cuales tiene un ángulo α; para el caso e, se utiliza la ecuación (15), la cual se obtiene de restar al área total de la circunferencia, el área de un sector de circulo y sumando el área de dos triángulos rectángulos, los cuales tiene un ángulo α; para el caso f, se considera el área total de la circunferencia como lo define la ecuación (16) y para el caso g, no se considera ninguna área. El ángulo α forma parte de un triángulo rectángulo, por lo que puede calcularse utilizando su hipotenusa, *R(i)* y el cateto adyacente, el cual se obtiene como la diferencia entre la posición del ENP_y y el centro de la circunferencia.

$$A_{EC}(i) = \alpha\, R(i)^2 - R(i)\left(y_{fc}(i) - ENP_y\right) sen(\propto) \qquad (14)$$

$$A_{EC}(i) = \pi R(i)^2 - \alpha R(i)^2 + R(i)\left(ENP_y - y_{fc}(i)\right) sen(\propto) \qquad (15)$$

$$A_{EC}(i) = \pi R(i)^2 \qquad (16)$$

Figura 44
Análisis de elementos circulares en iteraciones con el Eje Neutro Plástico.



Al final de cada iteración, las áreas calculadas tanto en los elementos rectangulares y circulares se suman y se compara con la mitad del área total de la sección trasversal, si son iguales se ha encontrado el eje neutro plástico.

Cuando se encuentra la posición del eje neutro plástico, se calcula el módulo de sección plástico, como la suma del primer momento de área de todos los elementos que conforman a la sección transversal respecto al ENP_y, para este cálculo, se multiplican las áreas de cada elemento por la distancia entre el eje neutro plástico, ENP_y y el centroide de cada elemento.

En el caso de los elementos rectangulares que fueron divididos por el ENP_y, se consideran las áreas de las porciones del elemento que se ubican arriba y debajo de este eje, multiplicadas por la distancia entre el centroide de cada porción del elemento y el ENP_y, tal como se establece en la ecuación (17). Para los elementos rectangulares que no fueron divididos por el ENP_y, se utiliza la ecuación (18), la cual incluye el área completa del elemento, multiplicada por la distancia entre el ENP_y y el centroide del elemento, siendo esta distancia siempre positiva.

$$Z_{xp}(i) = \frac{\left(ENP_y - y_{fR}(i)\right)^2 d_{fx}(i)}{2} + \frac{\left(y_{fR}(i) + d_{fy}(i) - ENP_y\right)^2 d_{fx}(i)}{2} \qquad (17)$$

$$Z_{xp}(i) = \left[d_{fx}(i) d_{fy}(i)\right] abs\left(y_{fR}(i) + 0.5 d_{fy}(i) - ENP_y\right) \qquad (18)$$

Para obtener el primer momento de área respecto al ENP_y, de los elementos circulares que conforma a la sección trasversal, se utilizan los mismos casos descritos anteriormente (del caso d al g). Para los elementos que no fueron divididos, se considera todo su primer momento de área respecto al ENP_y, como lo define la ecuación (19). En el caso de los elementos circulares que fueron divididos por el ENP_y, se consideran las áreas de dos elementos, la porción arriba y debajo del ENP_y, la cual se multiplica por la distancia entre el centroide cada porción de área y el ENP_y. Cuando el ENP_y divide al elemento por debajo del centro de la circunferencia, se utiliza la ecuación (20), para el caso en que el ENP_y divide al elemento por arriba del centro de la circunferencia, se utiliza la ecuación (21), en ambas ecuaciones B_{AINF} y B_{ASUP}, son las distancias entre el ENP_y y el centroide de cada porción de área.

$$Z_{xp}(i) = \pi R(i)^2 abs\left[y_{fc}(i) - ENP_y\right] \qquad (19)$$

$$Z_{xp}(i) = B_{AINF}\left[\alpha\, R(i)^2 - R(i)\left(y_{fc}(i) - ENP_y\right) sen(\propto)\right] + B_{ASUP}\left[\pi\ R(i)^2 - \alpha\, R(i)^2 + R(i)\left(y_{fc}(i) - ENP_y\right) sen(\propto)\right] \qquad (20)$$

$$Z_{xp}(i) = B_{ASUP}\left[\alpha\, R(i)^2 - R(i)\left(ENP_y - y_{fc}(i)\right)\ sen(\propto)\right] + B_{AINF}\left[\pi R(i)^2 - \alpha R(i)^2 + R(i)\left(ENP_y - y_{fc}(i)\right)\ sen(\propto)\right] \qquad (21)$$

Para calcular el módulo de sección plástico alrededor del Eje Neutro Plástico, ENP_x, se aplica la misma metodología previamente descrita. Se comienza determinando la posición del ENP_x, iterando desde la fibra más alejada en el lado izquierdo hasta el extremo opuesto de la sección. Con base en este ENP_x, se calcula el módulo de sección plástico, Z_y, como se ilustra en la figura 42.

Como lo definen las ecuaciones (22) y (23), con los módulos de sección plásticos, se pueden calcular los momentos plásticos alrededor del eje X, M_{PX} y alrededor del eje Y, M_{py}, que dependen directamente del esfuerzo de fluencia del acero, f'_y.

$$M_{px} = Z_x f'_y \quad (22)$$

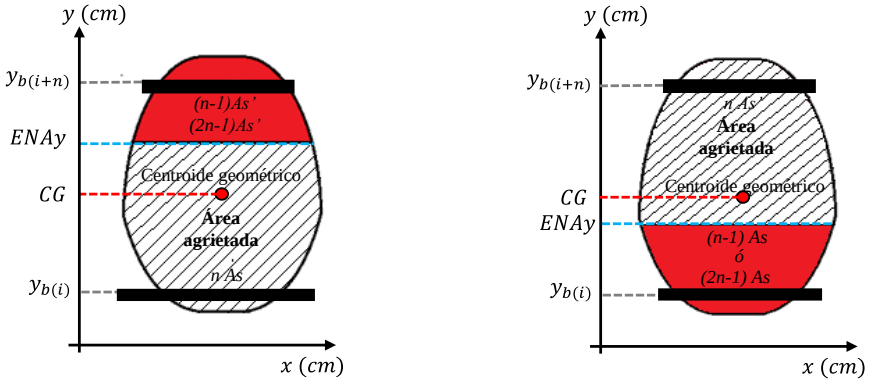
$$M_{py} = Z_y f'_y \quad (23)$$

Para hacer el análisis de la sección agrietada en secciones de concreto reforzado, se tiene que definir la posición del Eje Neutro Agrietado, ENA_y, para esto, se hace una transformación del área del acero de refuerzo en función de una razón modular, *n*, que se obtiene como la relación entre el módulo de elasticidad del acero de refuerzo, E_s y el módulo de elasticidad del concreto, E_c. Como se muestra en la figura 45, para hacer la transformación del área de las barras que están en tensión, se multiplica el área de la barra por la razón modular, *n*, mientras que para las barras que estén en compresión, el área se multiplica por *n-1*, con esto, se resta el área del acero de refuerzo del área del concreto y se evita que dos materiales ocupen un mismo espacio. Para las cargas a largo plazo, el esfuerzo en las barras a compresión se puede incrementar al doble, por lo que para transformar el área de acero se utiliza *2n-1* (McCormac, 2018, p. 48). La aplicación tiene la posibilidad de utilizar *(n-1)* o *(2n-1)* para convertir el área del acero de refuerzo en compresión.

Para encontrar la posición de ENA_y, ya sea para para momento positivo o negativo, se comienza a iterar con su posición, iniciando desde la base de la sección hasta alcanzar la altura total, en cada iteración se verifica que exista equilibrio, igualando el primer momento de área de las áreas en compresión, con el primer momento de área de las áreas en tensión, lo anterior respecto al Eje Neutro Agrietado. Para momento positivo, el área abajo del ENA_y, se considera que esta agrietada y no se incluye en el análisis de la sección transformada, mientras que, para el momento negativo, no se considera el área arriba del ENA_y, lo anterior como se muestra en la figura 45.

Figura 45

Sección Transformada.



a) Zona de momento positivo b) Zona de momento negativo

En cada iteración, se evalúan los elementos rectangulares y circulares que conforman la sección transversal, teniendo en cuenta los distintos casos previamente establecidos (del caso a al d). Al analizar los elementos rectangulares se pueden presentar los mismos tres casos definidos en la figura 43. Para el caso a, donde el ENA_y divide el elemento rectangular en dos partes, se considera únicamente el primer momento de área de la porción situada por arriba del ENA_y, esto en el caso que la sección transversal este en una zona de momento positivo, conforme a lo indicado en la ecuación (24); Para secciones ubicadas en zonas de momentos negativos, únicamente se toma en cuenta el primer momento de área del elemento debajo del ENA_y, según lo definido en la ecuación (25).

$$Q_{xM(+)}(i) = \left[\frac{\left(y_{fR}(i)+D_{fy}(i)-ENA_y\right)^2}{2} D_{fx}(i)\right] \quad (24)$$

$$Q_{xM(-)}(i) = \left[\frac{\left(ENA_y - y_{fR}(i)\right)^2}{2} D_{fx}(i)\right] \quad (25)$$

Para los elementos rectangulares que no son divididos por el ENA_y, correspondientes a los casos b y c ilustrados en la figura 43, se toma en cuenta el total de su primer momento de área, siempre que el elemento se encuentre fuera de la zona agrietada. En cambio, los elementos ubicados dentro de zonas agrietadas no se incluyen en el análisis. Con la ecuación (26), se calcula el primer momento de área respecto al ENA_y, de los elementos rectangulares que no fueron divididos por el ENA_y y que se consideran en el análisis por no estar en una zona agrietada.

$$Q_{xp}(i) = \left[d_{fx}(i) d_{fy}(i)\right] abs\left(y_{fR}(i) + 0.5 d_{fy}(i) - ENA_y\right) \quad (26)$$

Para calcular el primer momento de área de los elementos circulares en cada incremento del ENA_y, se aplican las mismas consideraciones mencionadas previamente. Si la sección transversal se encuentra en una zona de momento positivo, se toma en cuenta únicamente el área situada por encima del ENA_y, mientras que, en una zona de momento negativo, se considera únicamente el área situada por debajo de este

eje. La ecuación (27) se utiliza para determinar el primer momento de área respecto al ENA_y, de los elementos circulares que no fueron divididos por dicho eje, y que se incluyen en el análisis al no encontrarse en una zona agrietada.

$$Q_{xp}(i) = [\pi R(i)^2] abs\left(y_{fC}(i) - ENA_y\right) \qquad (27)$$

Cuando la sección transversal está en una zona de momento positivo y el ENA_y divide al elemento circular por debajo de su centro, únicamente se incluye el primer momento de área de la porción de circunferencia situada por encima de dicho eje, el cual se calcula con la ecuación (28); si el ENA_y corta al elemento circular por encima de su centro, el cálculo del primer momento de área de la porción situada sobre el eje se realiza utilizando la ecuación (29).

$$Q_{xp}(i) = \left[\pi R(i)^2 - \alpha R(i)^2 + R(i)\left(y_{fc}(i) - ENP_y\right) sen(\propto)\right] B_{ASUP} \quad (28)$$

$$Q_{xp}(i) = \left[\alpha\, R(i)^2 - R(i)\left(ENP_y - y_{fc}(i)\right)\, sen(\propto)\right] B_{ASUP} \quad (29)$$

Como se ilustra en la figura 45, para el caso de momento negativo, únicamente se utiliza el área abajo del ENA_y. Si el ENA_y divide a la sección transversal por debajo de su centro, se utiliza la ecuación (30) para calcular el primer momento de área respecto a este eje; para el caso donde el ENA_y, divide a la circunferencia por arriba de su centro, el primer momento de área se calcula con la ecuación (31). En las ecuaciones mencionadas, el B_{ASUP} y B_{AINF}, son las distancias entre el centroide de la porción de área y el ENA_y.

$$Q_{xp}(i) = \left[\alpha\, R(i)^2 - R(i)\left(y_{fc}(i) + ENP_y\right) sen(\propto)\right] B_{AINF} \quad (30)$$

$$Q_{xp}(i) = \left[\pi R(i)^2 - \alpha R(i)^2 + R(i)\left(ENP_y - y_{fc}(i)\right)\, sen(\propto)\right] B_{AINF} \quad (31)$$

Para obtener el primer momento de área del acero de refuerzo respecto al ENA_y, se debe determinar si la barra estará en tensión o en compresión, lo cual se puede establecer comparando la coordenada vertical de la ubicación de la barra, $y_b(i)$, con la posición del ENA_y. Si se está analizando la sección ante momento positivo, las barras estarán en tensión si estas están por abajo del ENA_y, en caso contrario estarán en compresión; cuando la sección se está analizando para momento negativo, esta situación se invierte. Para calcular el primer momento de área que genera el acero de refuerzo en tensión, se utiliza la ecuación (32) y para las barras que están en compresión se calcula con la ecuación (33) o (34) según defina el usuario.

$$Q_{xp}(i) = \sum_1^{nb-1} nA_s(i) abs(ENA_y - y_b(i)) \qquad (32)$$

$$Q_{xp}(i) = \sum_1^{nb-1} (n-1) A_s(i) abs(ENA_y - y_b(i)) \qquad (33)$$

$$Q_{xp}(i) = \sum_1^{nb-1} (2n-1) A_s(i) abs(ENA_y - y_b(i)) \qquad (34)$$

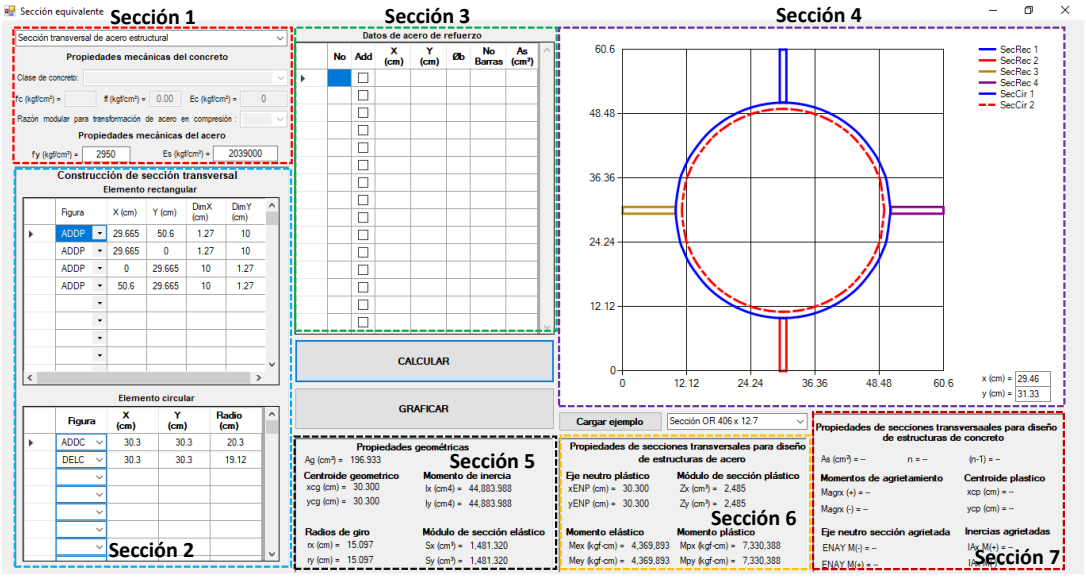
donde:
$A_s(i)$: área de barra de refuerzo
nb: número de barras

Cuando ya se definió la posición del ENA_y, se calcula la inercia agrietada, I_a, respecto al ENA_y, tomando en cuenta que cuando la sección se analiza ante momento positivo, únicamente se consideran los elementos o porción de estos que quedan arriba del ENA_y; para momento negativo únicamente se consideran los elementos o porciones de elementos que están abajo del ENA_y. Para considerar el refuerzo longitudinal en el momento de inercia agrietado, únicamente se incluye su área transformada, multiplicada por el cuadrado de la distancia entre la posición de la barra y el ENA_y.

RESULTADOS

El algoritmo descrito se implementó en una aplicación de escritorio, su interfaz se muestra en la figura 46, en esta se tiene siete secciones, la sección 1, 2 y 3 están destinadas a leer los datos que el usuario ingrese, mientras que las secciones 4, 5, 6 y 7 son para mostrar los resultados.

Figura 46
Interfaz de Usuario.



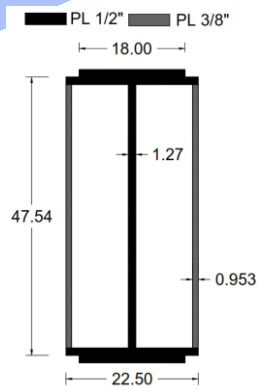
En la sección 1, es donde se define si la sección será de concreto reforzado o de acero estructural, en esta sección se introducen las propiedades mecánicas del concreto y del acero, ya sea estructural o de refuerzo; la sección 2, está destinada a recibir los datos de los elementos rectangulares o circulares, como lo son sus ubicaciones y dimensiones; en la sección 3, se introducen los datos del acero de refuerzo, que incluye posición, diámetro de barra y numero de barras, con estos datos el programa calcula el área de la barra o paquete de barras; en la sección 4, se muestra una visualización de la sección trasversal analizada, además, cuando se coloca el cursos sobre el grafico se observan las coordenadas; en la sección 5, se muestran los resultados de las propiedades geométricas, que son: centroide geométrico, momento de inercia, radios de giro y módulos de sección elásticos; en la sección 6, se muestran los resultados de secciones transversales de acero estructural, los cuales son: ubicación de eje neutro plástico, módulo de sección plástico, momento elástico y momento plástico; y en la sección 7, se muestran los resultados de secciones transversales de concreto reforzado que incluyen: momento de agrietamiento, centroide plástico, eje neutro de sección agrietada e inercias agrietadas. Aunado a lo anterior, la aplicación tiene 11 ejemplos precargados.

Para garantizar el correcto funcionamiento del programa, se compararon los resultados obtenidos con la aplicación Sección Equivalente, desarrollada en este documento, con los generados por el software ETABS y con algunos problemas resueltos en la literatura.

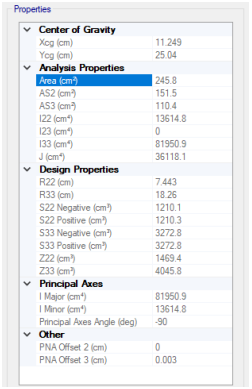
La primera comparación se realizó con una sección I construida con base en placas de 1/2” de acero tipo A-36 (f'_y = 2530 kgf/cm²), reforzada con placas del mismo tipo de acero con un espesor de 3/8” en el alma y con placas de ½” para reforzar los patines, lo anterior para incrementar su resistencia a flexión y a cortante. En la aplicación Sección Equivalente, la sección transversal se modelo de dos formas, la primera adicionando áreas con elementos rectangulares y la segunda con una combinación de adición y sustracción de áreas con elementos rectangulares. Al compara los resultados de la aplicación desarrollada en este documento, con los resultados obtenidos con el módulo Section Designer de ETABS, observamos que los resultados son similares.

Figura 47

Comparación de Resultados entre ETABS y Sección Equivalente.



a) Sección analizada

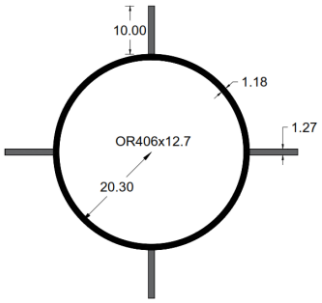


b) Resultados ETABS

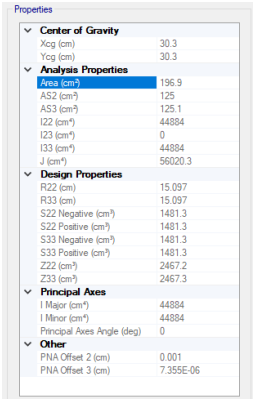
Sección equivalente	ETABS
A = 245.79 cm²	A = 245.8 cm²
$\bar{x} = 11.249\ cm$	$\bar{x} = 11.249\ cm$
$\bar{y} = 25.040\ cm$	$\bar{y} = 25.04\ cm$
$I_{\bar{x}} = 81950.89\ cm^4$	$I_{\bar{x}} = 81950.9\ cm^4$
$I_{\bar{y}} = 13614.808\ cm^4$	$I_{\bar{y}} = 13614.8\ cm^4$
$S_{\bar{x}} = 3272.799\ cm^3$	$S_{\bar{x}} = 3272.8\ cm^3$
$S_{\bar{y}} = 1210.08\ cm^3$	$S_{\bar{y}} = 1210.1\ cm^3$
$r_x = 18.26\ cm$	$r_x = 18.26\ cm$
$r_y = 7.443\ cm$	$r_y = 7.443\ cm$
$Z_x = 4{,}045.812\ cm^3$	$Z_x = 4{,}045.8\ cm^3$
$Z_y = 1469.397\ cm^3$	$Z_y = 1469.4\ cm^3$

Figura 48

Comparación de Resultados entre ETABS y Sección Equivalente.



a) Sección analizada



b) Resultados ETABS

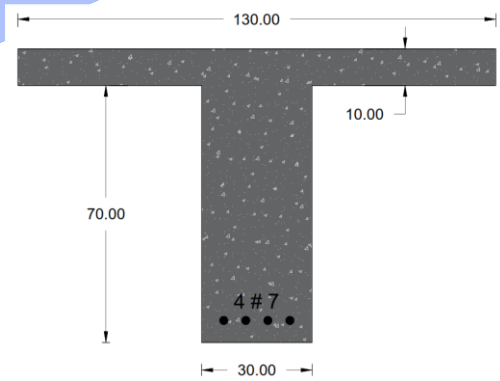
Sección equivalente	ETABS
A = 196.933 cm²	A = 196.9 cm²
$\bar{x} = 30.30\ cm$	$\bar{x} = 30.3\ cm$
$\bar{y} = 30.30\ cm$	$\bar{y} = 30.3\ cm$
$I_{\bar{x}} = 44883.988\ cm^4$	$I_{\bar{x}} = 44884\ cm^4$
$I_{\bar{y}} = 44883.988\ cm^4$	$I_{\bar{y}} = 44884\ cm^4$
$S_{\bar{x}} = 1481.32\ cm^3$	$S_{\bar{x}} = 1481.3\ cm^3$
$S_{\bar{y}} = 1481.32\ cm^3$	$S_{\bar{y}} = 1481.3\ cm^3$
$r_x = 15.097\ cm$	$r_x = 15.097\ cm$
$r_y = 15.097\ cm$	$r_y = 15.097\ cm$
$Z_x = 2484.877\ cm^3$	$Z_x = 2467.2\ cm^3$
$Z_y = 2484.877\ cm^3$	$Z_y = 2467.2\ cm^3$

Para revisar los resultados para una combinación de elementos rectangulares y circulares, se modela la sección mostrada en la figura 48, la cual es una sección tubular OR406x12.7, reforzada con cuatro placas de ½" de espesor. Para modelar la sección en la aplicación Sección Equivalente, se utilizaron cuatro elementos rectangulares, un elemento circular que agrega área y otro elemento que resta área. Al comparar los resultados también se ve observa que son idénticos, excepto en módulo de sección plástico, en el que se tiene una diferencia es de 0.71%.

Para validar los resultados obtenidos para las secciones trasversales de elementos de concreto reforzado, se compararon los resultados de problemas desarrollados y solucionados en los libros de Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado y del libro de Diseño de Concreto Reforzado, definidos en la bibliografía.

La primera sección que se analizó fue una sección "T" simplemente armada, que se encuentra en una zona de momento positivo, por lo que está reforzada en el lecho inferior con 4 barras del #7, que tienen un módulo de elasticidad de $2x10^6$ kgf/cm² y construida con un concreto tipo 1A, que tienen una resistencia a compresión de 339.61 kgf/cm². La resistencia y tipo de concreto se definió para lograr que su módulo de elasticidad de 258,000 kgf/cm², como lo define el libro de Aspectos fundamentales del Concreto Reforzado. Al analizar los resultados, se observa que solo existe una pequeña variación, la cual es causada por el redondeo que utiliza el autor del libro (González, 2005, p. 360).

Figura 49
Comparación de Resultados.

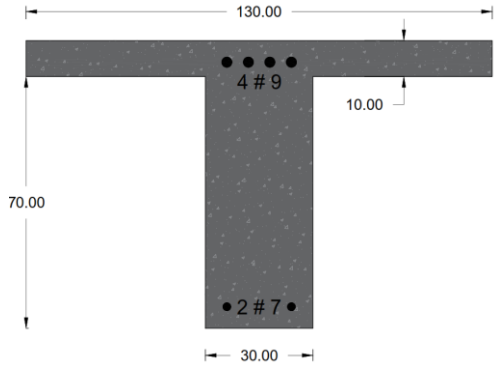


a) Sección analizada

Sección equivalente	Libro de Aspectos fundamentales del concreto reforzado
A = 4,000 cm²	A = 4,000 cm²
$\bar{y} = 54.00\ cm$	$\bar{y} = 54.00\ cm$
$I_{\bar{x}} = 2{,}469{,}333\ cm^4$	$I_{\bar{x}} = 2{,}469{,}000\ cm^4$
$ENA_y = 70.96\ cm$	$ENA_y = 71.00\ cm$
$I_{ag} = 551{,}004\ cm^4$	$I_{ag} = 548{,}900\ cm^4$
$M_{ag} = 1{,}582{,}203\ kgf.cm$	$M_{ag} = 1{,}582{,}000\ kgf.cm$

Para verificar que la aplicación tuviera un correcto funcionamiento con secciones doblemente armadas, se analizó el mismo problema que propone el autor del libro Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado, pero en una zona de momento negativo. En este ejercicio se analiza la misma sección "T", construida con un concreto de las mismas características, pero reforzada con un lecho superior que consta de 4 barras del #9 y un lecho inferior formado por dos barras del #7, ambos lechos tienen un acero de refuerzo con un módulo de elasticidad de $2x10^6$ kgf/cm². Al analizar los resultados, también se observa que solo existe una pequeña variación causada por el redondeo que utiliza el autor del libro (González, 2005, p. 360).

Figura 50
Comparación de Resultados.

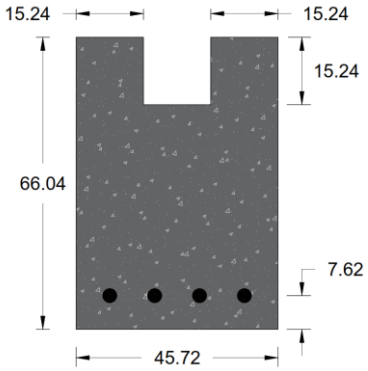


a) Sección analizada

Sección equivalente	Libro de Aspectos fundamentales del concreto reforzado
A = 4,000 cm²	A = 4,000 cm²
$\bar{y} = 54.00\ cm$	$\bar{y} = 54.00\ cm$
$I_{\bar{x}} = 2{,}469{,}333\ cm^4$	$I_{\bar{x}} = 2{,}469{,}000\ cm^4$
$ENA_y = 24.31\ cm$	$ENA_y = 24.30\ cm$
$I_{ag} = 648{,}793\ cm^4$	$I_{ag} = 650{,}000\ cm^4$
$M_{ag} = 3{,}286{,}113\ kgf.cm$	$M_{ag} = 3{,}286{,}000\ kgf.cm$

Por último, para verificar que la aplicación pueda analizar secciones construidas a partir de varios elementos rectangulares, se analizó el ejercicio desarrollado en el libro Diseño de concreto reforzado (McCormac, 2018, p. 46). La sección se modeló de dos maneras diferentes, la primera con tres elementos rectangulares que agregan área, así mismo, para verificar que los elementos que restan área tengan un correcto funcionamiento, la sección se modeló con un elemento rectangular que agrega área y un elemento rectangular que resta área. La sección se modelo con un concreto tipo A1 con una resistencia a compresión de 318.87 kgf/cm², lo anterior para propiciar que la relación modular, *n*, fuera de 8, como lo define el autor. Al analizar los resultados con ambas maneras de modelar la sección transversal, observamos que los resultados concuerdan, por lo que se valida el funcionamiento de la aplicación Sección Equivalente.

Figura 51
Comparación de Resultados.



a) Sección analizada

Sección equivalente	Libro de Diseño de Concreto Reforzado
A = 2,788.62 cm²	A = 2,787.09 cm²
$\bar{y} = 30.90\ cm$	$\bar{y} = 30.90\ cm$
$I_{\bar{x}} = 930{,}901\ cm^4$	$I_{\bar{x}} = 930{,}901\ cm^4$
$ENA_y = 42.37\ cm$	$ENA_y = 42.37\ cm$
$I_{ag} = 453{,}161\ cm^4$	$I_{ag} = 453{,}151\ cm^4$
$M_{ag} = 946{,}122\ kgf.cm$	$M_{ag} = 946{,}122\ kgf.cm$

CONCLUSIONES

A partir de la metodología empleada en el desarrollo de la aplicación Sección Equivalente, diseñada para calcular las propiedades geométricas de secciones transversales de acero estructural y de concreto reforzado, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Al comparar los resultados obtenidos con la aplicación Sección Equivalente en secciones transversales de acero estructural con los generados por el software ETABS, se observa que son prácticamente idénticos, lo que valida la precisión y confiabilidad de la herramienta desarrollada.
- En el caso de secciones transversales de concreto reforzado, los resultados proporcionados por la aplicación coinciden con los valores calculados según la literatura especializada, corroborando su exactitud.
- La aplicación presenta la ventaja de ser de acceso libre y ofrece el cálculo de diversas propiedades geométricas necesarias para el análisis y diseño de elementos sometidos a flexión y flexocompresión, en estructuras de concreto reforzado y acero, lo que la convierte en una herramienta versátil y accesible.

BIBLIOGRAFÍA

ACI 318-19 (2019). Requisitos de reglamento para concreto estructural, American Concrete Institute.
Arthur P. Boresi y Richard J. Schmidt (2003). Advance Mechanics of Materials, John Wiley & Sons.
R.C. Hibbeler (2017). Mecánica de Materiales, Pearson Educación. (p. 792)
F. P. Beer; E. R. Johnston; J. T. DeWolf (2010). Mecánica de materiales, McGraw-Hill. (p. 217)
J. C. McCormac; R. H. Brown (2018), Diseño de concreto reforzado, Alfaomega. (p. 48).
J. C. McCormac; S. F. Csernak (2013), Diseño de estructuras de acero, Alfaomega. (p. 241).
J. Gere; Barry J. Goodno (2016). Mecánica de materiales, CENGAGE Learning. (p. 910)
NTC-2023 (2023). Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, Gaceta Oficial de la Ciudad de México, diciembre 2023.
NTC-2023 (2023). Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Acero, Gaceta Oficial de la Ciudad de México, diciembre 2023.
O. M. González Cuevas (2005), Aspectos fundamentales del concreto reforzado, Limusa. (p. 360)

Relación entre el género, la percepción de reconocimiento laboral y los motivos de ausentismo y rotación en una empresa: Un análisis para la mejora de la gestión del talento humano.

Alcalá González Guadalupe Esmeralda[1], Alcalá González Rubí[2] Alcalá González Perla Mayara[3]

[1]*Tecnologico Nacional de Mexico / ITES de la Region Carbonifera,e-mail: 2228@rcarbonifera.com.mx*
[2] *Tecnologico Nacional de Mexico / ITES de la Region Carbonifera,,e-mail: 9617@rcarbonifera.com.mx*
[3]*Tecnologico Nacional de Mexico / ITES de la Region Carbonifera,,e-mail: 9608@rcarbonifera.com.mx*

Línea de investigación: Industrial

RESUMEN

El ausentismo y la rotación de personal son problemas comunes que afectan la productividad y el clima laboral en las empresas. Factores como la falta de capacitación, la carga de trabajo excesiva, la mala comunicación y las horas extras prolongadas contribuyen a estos problemas, generando estrés y desmotivación entre los empleados. El presente estudio analiza la relación entre el género de los trabajadores y su percepción sobre el reconocimiento laboral, así como los principales motivos de ausentismo y rotación en una empresa. Mediante el uso de la prueba chi-cuadrada, se identificó una asociación significativa entre el género y ambos aspectos, evidenciando diferencias importantes en cómo hombres y mujeres perciben su entorno laboral. Los resultados sugieren que los hombres tienden a priorizar factores como el "traslado complicado", mientras que las mujeres mencionan con mayor frecuencia "salidas muy tarde" como motivo de ausentismo.

Estas diferencias subrayan la necesidad de implementar estrategias diferenciadas en la gestión del talento humano, tales como políticas de flexibilidad laboral, transporte corporativo, y medidas que fomenten el reconocimiento y valoración equitativa. Este estudio aporta información clave para la mejora del clima organizacional y la reducción de índices de rotación, contribuyendo al fortalecimiento de la retención de talento en la empresa.

Palabras clave: Ausentismo, Género, Reconocimiento y Rotación.

ABSTRACT

Absenteeism and staff turnover are common problems that affect productivity and the work environment in companies. Factors such as lack of training, excessive workload, poor communication and long overtime hours contribute to these problems, generating stress and demotivation among employees. This study analyzes the relationship between the gender of workers and their perception of job recognition, as well as the main reasons for absenteeism and turnover in a company. Using the chi-square test, a significant association was identified between gender and both aspects, evidencing important differences in how men and women perceive their work environment. The results suggest that men tend to prioritize factors such as "complicated commuting," while women more frequently mention "very late departures" as a reason for absenteeism.

These differences underline the need to implement differentiated strategies in human talent management, such as flexible work policies, corporate transportation, and measures that promote equal recognition and appreciation. This study provides key information for improving the organizational climate and reducing turnover rates, contributing to strengthening talent retention in the company.

.

Keywords: Absenteeism, Gender, Recognition and Turnover

INTRODUCCIÓN

En México el ausentismo laboral plantea una serie de problemas para el logro de los objetivos. De acuerdo con un estudio se declaró que la causa principal del ausentismo en las empresas son las enfermedades de corta duración. El tema de la salud emocional es muy importante, ya que, si el trabajador no está motivado en realizar sus actividades, pues no se podrá desempeñar de una manera productiva (García, 2016).

El ausentismo laboral es un fenómeno frecuente en las empresas, que se deriva de diversas causas y que genera un impacto negativo en el área económica y en el desarrollo de las actividades normales de los trabajadores, lo que da como resultado aumento en los costos y sobrecarga laboral para los demás empleados (Serrano, 2014).

El presente trabajo tiene por finalidad analizar la relación entre el género de los trabajadores y su percepción sobre el reconocimiento laboral, así como los principales motivos de ausentismo y rotación en una empresa. Mediante el uso de la prueba chi-cuadrada, se identificó una asociación significativa entre el género y ambos aspectos, evidenciando diferencias importantes en cómo hombres y mujeres perciben su entorno laboral.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL

Analizar la relación entre el género de los trabajadores y su percepción sobre el reconocimiento, valoración, y los principales motivos de ausentismo y rotación en la empresa, con el propósito de identificar patrones significativos que permitan diseñar estrategias diferenciadas para mejorar la satisfacción laboral y reducir los índices de rotación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las percepciones de los trabajadores masculinos y femeninos sobre el reconocimiento y valoración laboral en la empresa.
- Examinar los principales motivos de ausentismo y rotación reportados por los trabajadores, diferenciando según género.
- Determinar si existe una asociación estadísticamente significativa entre el género de los trabajadores y su percepción del reconocimiento, valoración y motivos de ausentismo y rotación.
- Analizar patrones específicos en las respuestas para identificar factores críticos que afectan la satisfacción laboral según el género.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de este estudio es conocer la percepción de reconocimiento y valoración de los trabajadores, así como los principales motivos de ausentismo y rotación reportados por los trabajadores según su género en la empresa en el área de producción y así utilizar los resultados de manera efectiva en tanto en los turnos matutino y vespertino beneficio de la empresa.

METODOLOGÍA

Este estudio tiene una aproximación cuantitativa de tipo observacional que combina la investigación documental y la recolección de datos mediante una encuesta. la muestra representativa de la población se obtuvo con un nivel de confianza de 95%, un error del 5%, en total se obtuvieron 320 respuestas que corresponden a empleados del turno matutino y vespertino. El análisis de los datos se realizó utilizando estadística descriptiva utilizando gráficas y estadística inferencial específicamente Pruebas Chi cuadrada.

FASES DEL DESARROLLO

1. Investigación Documental: Se llevó a cabo una revisión de fuentes documentales relacionadas con la rotación de personal, el ausentismo y la deserción laboral, tanto a nivel nacional como en empresas del mismo sector, con el fin de comprender el contexto y las posibles causas que afectan a la empresa.
2. Reunión con Personal Administrativo: Se realizó una reunión con el personal administrativo de la empresa para exponer la problemática y definir las pautas para la recolección de datos. En esta reunión, se aprobó la población de interés y se establecieron los lineamientos para la aplicación del instrumento de medición.
3. Instrumento de recopilación de datos: Se diseñó una encuesta con preguntas que abordan aspectos básicos para identificar percepciones y motivos de ausentismo y rotación.
4. Aplicación del Instrumento de recopilación de datos: El cuestionario fue aplicado al personal del área, durante su tiempo de descanso en la cafetería, lo que permitió una participación cómoda y espontánea sin interferir en sus actividades laborales. La aplicación se realizó de manera anónima, lo que garantizó la sinceridad de las respuestas, y se solicitó el consentimiento previo de los colaboradores. Posteriormente, toda la información obtenida fue vaciada en Google Forms para la tabulación de los datos se exportó a un documento en software Excel para su análisis.
5. Análisis de Datos: Para el análisis de los datos obtenidos, se utilizó la prueba estadística Chi-cuadrada con el fin de evaluar si existe una relación significativa entre el género y los motivos.

6. Resultados: Evaluar los hallazgos obtenidos y sacar conclusiones sobre las causas del ausentismo laboral, así como conocer la percepción de reconocimiento y valoración de los trabajadores en la empresa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó y aplicó una encuesta dirigida a los empleados de una empresa para identificar su intención de permanecer en la organización. Los objetivos es conocer si existe una asociación entre el género de los trabajadores y su percepción de razones que podrían influir en su decisión de salir de la empresa, y otro de los análisis es si existe una asociación entre el género (masculino o femenino) y la percepción de reconocimiento y valoración de los trabajadores en la empresa.

De los datos recopilados, se identificó que 8 personas prefirieron no mencionar su género. Los resultados de la encuesta permitieron obtener información valiosa sobre las percepciones de los empleados, proporcionando una visión integral para abordar posibles problemas internos y mejorar la retención del personal.

Determine con un nivel de confianza del 95% si los trabajadores se saldrían de la empresa por un factor malo o si no se saldrán próximamente de la empresa.

La tabla 1 muestra las respuestas de los trabajadores (divididos por género) en relación con diversas razones que podrían influir en su decisión de salir de la empresa. Las categorías representan diferentes factores que afectan la satisfacción laboral y las decisiones de los empleados:

- Traslado complicado: número de trabajadores que consideran que el traslado es un factor que podría hacerlos pensar en salir de la empresa.
- Salidas muy tarde: número de trabajadores que indican que trabajar hasta tarde es un factor que podría llevarlos a abandonar la empresa.
- Estudios: número de trabajadores que mencionan que continuar sus estudios podría ser una razón para irse.
- Ambiente: número de trabajadores que indican que el ambiente laboral es un factor importante para decidir si se quedan o se van.
- Todo bien, no pienso salirme: número de trabajadores que no planean irse de la empresa, ya que se sienten cómodos en su trabajo.
- Sueldos: número de trabajadores que consideran que los sueldos podrían ser un factor determinante para su permanencia o salida de la empresa.

Con relación al género la mayor parte de las respuestas de los hombres es en la categoría "todo bien, no pienso salirme" con 45 respuestas, lo que indica que muchos trabajadores masculinos están satisfechos con su situación actual. En relación con las salidas muy tarde y ambiente también son factores relevantes, con 28 y 29 respuestas respectivamente y en escala de frecuencia el sueldo es mencionado por solo 4 trabajadores, lo que podría indicar que no es un factor tan crítico para este grupo. Por el lado de las mujeres al igual que los hombres, la categoría "todo bien, no pienso salirme" también es la más destacada, con 63 respuestas. Pero en segundo lugar es el ambiente se menciona significativamente, con 55 respuestas, lo que podría sugerir que las trabajadoras valoran más el ambiente laboral en comparación con otros factores, las salidas muy tarde es otro factor importante, con 50 respuestas y estudios parece ser un factor menor, con solo 3 respuestas.

Tabla 1 Resultados entre el género de los trabajadores y su percepción de razones que podrían influir en su decisión de salir de la empresa

Género	Traslado complicado	Salidas muy tarde	Estudios	Ambiente	Todo bien, no pienso Salirme	Sueldos
Masculino	13	28	14	29	45	4
Femenino	13	50	3	55	63	3

Fuente: Elaboración propia rescatado de la encuesta aplicado 320 trabajadores

De acuerdo con las observaciones importantes del análisis chi-cuadrada se tiene un valor de Chi-cuadrada (Pearson) de 15.852. con los grados de libertad son 5 y un valor p asociado de 0.007, que es menor al umbral comúnmente usado de 0.05. Dado que el valor p es menor a 0.05, rechazamos la hipótesis nula esto significa que existe una asociación estadísticamente significativa entre el género de los trabajadores y las razones de ausentismo y rotación en la empresa.

En la Tabla 2 se muestra la percepción de reconocimiento y valoración de los trabajadores en una empresa, desglosada por género. Se presentan las frecuencias observadas (primera cifra) y las esperadas (segunda cifra) para cada categoría. Donde de los 133 trabajadores hombres, 15 se sienten muy valorados (por debajo de lo esperado: 11.63), mientras que 21 no se sienten valorados (por encima de lo esperado: 31.58). Esto indica una discrepancia en la percepción de valoración en comparación con las frecuencias esperadas. De las 187 trabajadoras mujeres, 13 se sienten muy valoradas (por debajo de lo esperado: 16.36) y 55 no se sienten valoradas (por encima de lo esperado: 44.41). Esto sugiere que las mujeres tienen una percepción más negativa sobre el reconocimiento que reciben. En total de los 320 trabajadores participaron, y la mayoría reporta sentirse reconocidos ocasionalmente o pocas veces, destacando un área de mejora en el ambiente laboral.

Tabla 2 Resultados entre el género de los trabajadores y su percepción de reconocimiento y valoración en la empresa.

Genero	Muy valorado y reconocido	Algo valorado y reconocido	A veces me siento reconocido y valorado	Pocas veces me siento valorado y reconocido	No me siento valorado ni reconocido	Total
Masculino	15 11.63	34 21.19	35 32.83	28 35.74	21 31.58	133
Femenino	13 16.36	17 29.8	44 46.16	58 50.25	55 44.41	187
Total	**28**	**51**	79	86	76	320

Fuente: Elaboración propia rescatado de la encuesta aplicado 320 trabajadores

De acuerdo con la relación reconocimiento y valoración de los trabajadores, separando la opinión por género. Según la información observada se podría plantear las hipótesis nula "No existe asociación entre el género de los trabajadores (masculino o femenino) y su percepción de reconocimiento y valoración en la empresa" y la Hipótesis alternativa "Existe una asociación significativa entre el género de los trabajadores (masculino o femenino) y su percepción de reconocimiento y valoración en la empresa" donde de acuerdo a las observaciones importantes del análisis chi-cuadrada el valor de chi-cuadrada de 24.084 con los grados de libertad son 4, y el valor p asociado es 0.000, lo que indica una alta significancia estadística dado que el valor p es menor a 0.05 (nivel de significancia comúnmente utilizado), rechazamos la hipótesis nula esto significa que existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que hay una asociación entre el género (masculino o femenino) y la percepción de reconocimiento y valoración de los trabajadores en la empresa. Algunos aspectos descriptivos que se pueden mencionar son que el genero de los hombres el porcentaje más alto se encuentra en la categoría "No me siento valorado ni reconocido" (50.25%), lo que sugiere que la mitad de los trabajadores masculinos no se sienten valorados y que "A veces me siento reconocido y valorado" es también significativa, con un 32.83%, lo que refleja una percepción algo positiva pero no completamente satisfactoria. En el caso de las mujeres las trabajadoras femeninas tienen una mayor proporción en las categorías de "Muy valorado y reconocido" (16.36%) y "Algo valorado y reconocido" (29.8%), sin embargo, también tienen un porcentaje alto en la categoría "No me siento valorado ni reconocido" (44.41%), lo que indica que una gran parte de las trabajadoras siente que no son suficientemente reconocidas o valoradas.

CONCLUSIÓN.

Las empresas desempeñan un papel esencial en la sociedad al generar empleo, impulsar el desarrollo económico, fomentar la innovación, promover la responsabilidad social, crear riqueza y valor, desarrollar talento y contribuir al sistema fiscal. Su impacto abarca tanto el ámbito económico como el social, y su éxito se relaciona estrechamente con el bienestar y progreso de la sociedad en general; mientras tanto, el capital humano es un recurso estratégico para las empresas, ya que influye en la productividad, la innovación, la calidad del servicio, el desarrollo de talento y la cultura organizacional. Reconocer y valorar el capital humano, así como invertir en su desarrollo y bienestar, puede ser clave para el éxito y la competitividad de una organización en el mercado.

En general, tanto hombres como mujeres tienen una tendencia similar en cuanto a que la mayoría de ellos no consideran salir de la empresa. Sin embargo, las mujeres parecen valorar más el ambiente laboral y las salidas tarde que los hombres, mientras que para ambos géneros el sueldo no parece ser una preocupación principal en su decisión de permanecer o no en la empresa. Existe una tendencia a no sentirse completamente valorados o reconocidos en su lugar de trabajo. Sin embargo, las mujeres tienden a sentirse algo más valoradas que los hombres, aunque en ambos casos hay un porcentaje significativo de personas que no se sienten valoradas en absoluto

El análisis chi-cuadrada indica que las respuestas de los trabajadores (masculinos y femeninos) no son independientes de las razones que podrían influir en su decisión de salir de la empresa. Es decir, algunos motivos (por ejemplo, "traslado complicado", "salidas muy tarde", "sueldo", etc.) podrían ser percibidos de manera diferente por hombres y mujeres. esto define que las razones que influyen en su decisión de salir de la empresa podrían variar según el género

El análisis las razones que influyen en la decisión de salir de la empresa podría variar significativamente relacionados con el género de los trabajadores. Esto implica que hombres y mujeres perciben y priorizan de manera distinta las razones que los llevan a faltar o rotar dentro de la empresa. Las posibles implicaciones para la empresa serian primero personalización de estrategias, las políticas para esta situación podrían ser más efectivas si se diseñan tomando en cuenta las diferencias de género. Por ejemplo, si los hombres reportan más problemas relacionados con el "traslado complicado", se podrían implementar estrategias como transporte corporativo. Si las mujeres señalan "salidas muy tarde" con mayor frecuencia, podría considerarse la flexibilidad de horarios o políticas que favorezcan la conciliación trabajo-vida personal. En segundo lugar, identificación de prioridades, este hallazgo permite que la empresa enfoque sus esfuerzos en los motivos más significativos para cada género, optimizando recursos y mejorando la satisfacción labora y una tercera acción mejora del clima organizacional.

Disminuir el ausentismo, la rotación y la deserción laboral en las organizaciones tiene beneficios significativos, como mejorar la productividad, reducir los costos asociados, mantener la continuidad y el conocimiento en la empresa, fortalecer el clima laboral, aumentar la satisfacción de los empleados y promover la retención del talento. Esto contribuye a la estabilidad y el éxito a largo plazo de la organización, así como a la construcción de una reputación positiva como empleador en el mercado laboral.

BIBLIOGRAFÍA.

Baptista, D., Mendez, S., & Zunino, N. (2016). Ausentismo Laboral. Universidad de la Republica de Uruguay :https://fcea.udelar.edu.uy/campanas/Jornadas_Academicas/2016/Ponencias/Administracion/Ausentismo%20Zunino%20Mendez%20y%20Baptista.pdf

García Chávez, V. (2016). *Ausentismo laboral y salud: estudio de su importancia en el teletrabajo*. Obtenido de Revista Retos: https://www.redalyc.org/journal/5045/504551173001/html/

Serrano. (2014). Ausentismo laboral y salud: estudio de su importancia en el teletrabajo. Obtenido de Ausentismo laboral y salud: estudio de su importancia en el teletrabajo: https://www.redalyc.org/journal/5045/504551173001/html/

Torres, D. (2021). ¿Alta rotación de personal? Causas, consecuencias y soluciones. *Hubspot.es*. https://blog.hubspot.es/sales/rotacion-personal

Tatamuez-Tarapues, R. A., Domínguez, A. M., & Matabanchoy-Tulcán, S. M. (2019). Revisión sistemática: Factores asociados al ausentismo laboral en países de América Latina. *Universidad y Salud, 21*(1), 143-159. https://doi.org/10.22267/rus.192101.143

Desarrollo de la Cultura Emprendedora en universitarios a través de recursos digitales bajo el modelo Aula Invertida

José Manuel Rodríguez Hernández[1], María Cruz Cuevas Alvarez[2], Marcos Pérez Mendoza[3]

[1]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México, manuel.rodriguez@ujat.mx*
[2]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México, maria.cuevas@ujat.mx*
[3]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México, marcos.perez@ujat.mx*

Línea de investigación: Emprendimiento

Resumen

Emprender debe ser un estilo de vida en las personas, ya que a través de ello se forja el carácter y la personalidad. El objetivo de esta investigación es identificar la efectividad de los recursos educativos para desarrollar la Cultura Emprendedora. El hogar cumple un papel fundamental para la enseñanza de valores en los niños y la escuela es un espacio donde esos valores se manifiestan en actitudes para iniciar tareas y proyectos que sean útiles a la sociedad. Se requieren ciudadanos que tengan una Cultura Emprendedora, para la cual tanto el hogar como la escuela juegan un papel fundamental en esta tarea. El enfoque del trabajo fue cuantitativo con la administración de un instrumento de recolección de datos a estudiantes de Ingenieria en Sistemas Computacionales, carrera en la cual se imparte la asignatura denominada Emprendedores. Se implementó el modelo de Aula Invertida, con la asignación de actividades de autoaprendizaje, especialmente de conceptos y elementos básicos de un tema. Se desiganron actividades para realizar en casa para realizar con diversas herramientas tecnológicas de aprendizaje. Mismos que fueron enviados a través de a un grupo de WhatsApp creado para este efecto y considerado de fácil acceso para los estudiantes. Los resultados obtenidos indican que las herramientas didácticas utilizadas contribuyeron con el desarrollo de la Cultura Emprendedora en los participantes del estudio.

Palabras claves: Cultura Emprendedora, Emprendedor, Recursos digitales.

Abstract

Entrepreneurship should be a lifestyle for people, since it helps build character and personality. The objective of this research is to identify the effectiveness of educational resources to develop entrepreneurial culture. Home life plays a fundamental role in teaching values in children whereas the school is a space where these values are manifested into attitudes that help initiate tasks and projects that are useful to society. Citizens who have an entrepreneurial culture are required in the laboral market, for which both home and school are a core concept. The focus of the study was quantitative with the administration of a data collection instrument to students of Computer Systems Engineering, a career in which the subject Entrepreneurs is taught. The Flipped Classroom model was implemented, with the assignment of self-learning activities, especially related to basic concepts and elements of a specific topic. Activities to do at home were designed to be carried out with various technological learning tools. Files and instructions were shared via a WhatsApp group created for this purpose as it was considered of easy access for students. The results obtained indicate that the teaching tools used contributed to the development of entrepreneurial culture in the participants of this study.

Keywords: Entrepreneurial Culture, Entrepreneur, Digital Resources.

INTRODUCCIÓN

Las instituciones educativas forman capital humano para desempeñar eficientemente tareas que demanda el mercado laboral. A pesar de que cada vez egresan más estudiantes con un alto nivel de preparación, los egresados se enfrentan ante una realidad social: las ofertas de empleo de personal calificado han disminuido. Consciente de lo anterior, los administradores de las instituciones educativas han incluido en la mayoría de sus contenidos curriculares asignaturas, relacionadas con el emprendimiento, con el propósito de desarrollar una Cultura Emprendedora en sus futuros egresados para que, en lugar de buscar empleos, ellos se autoempleen e incluso sean generadores de fuentes de empleo.

La palabra emprender, es definida por la Real Academia Española, como acometer y comenzar una obra, un negocio, un empeño, especialmente si encierran dificultad o peligro. Destaca la acción de iniciar y enfocarse a hacer algo a pesar del riesgo. En los negocios, quien efectúa tal acción se le conoce como emprendedor. Dees (1998), citado por Bucardo Castro et al. (2015), lo describe como aquel que Es capaz de destrucción creativa, creación de valor, identificación de oportunidades e ingenio. Diversos estudios afirman que el emprendedor se hace, no nace. Para que alguien se convierta en emprendedor debe estar en un entorno determinado que favorezca el desarrollo de ciertos conocimientos, habilidades, y actitudes. La escuela es un lugar propicio para que el estudiante desarrolle una Cultura Emprendedora.
Según Harper (Euroinnova, 2024), la Cultura Emprendedora es la capacidad que tiene una persona de revelar oportunidades según sus habilidades para elaborar y desarrollar un nuevo concepto de negocio. El emprendedor aprovecha sus capacidades y los recursos que tienen a su alcance, para transformar sus ideas en éxito. La Cultura Emprendedora, incluye que el individuo posee algunas características como el tener iniciativa, motivación, ser responsable, innovador, poseer la capacidad de autoaprendizaje, trabajar en equipo, saber detectar oportunidades de negocios y tener resiliencia.

A pesar de los esfuerzos realizados en las instituciones de educación superior, los resultados de creación de negocios derivado de las mismas son pocas o nulas. Existen diversos estudios que tratan de explicar las razones, y una de ellas recae en la metodología de enseñanza tradicional, donde el docente es el protagonista, el que posee el saber, su método de enseñanza es primordialmente expositivo, y donde el alumno asume una actitud pasiva al solo escuchar, comprender y memorizar. Por ello, en los últimos años, se ha popularizado el modelo pedagógico de Aula Invertida o *Flipped Classroom*, donde el rol del docente es de facilitador y el alumno asume una actitud activa. El Aula Invertida es una estrategia que transfiere el trabajo de algunos procesos de aprendizaje fuera del aula, dando el tiempo de clase para que el profesor pueda facilitar y potenciar otros aspectos relacionados con el aprendizaje de los estudiantes (Bergman y Sams, 2012).
Ante este mundo cambiante, el rápido avance de la tecnología y las áreas de aplicación que se encuentran en expansión, es necesario la inclusión de la tecnología educativa para la formación de futuros emprendedores. El modelo de Aula Invertida es la manera idónea para el desarrollo de habilidades para que los universitarios desarrollen la Cultura Emprendedora.

DESARROLLO

Cultura Emprendedora en las universidades

La creación de empresas es una actividad que tiene múltiples beneficios sociales ya que propicia la generación de empleos. Existen muchos factores que influyen en el surgimiento de nuevas empresas, siendo el prioritario la educación. El emprendimiento desde el ámbito escolar tiene como objetivo que los estudiantes desarrollen la capacidad para resolver problemas con iniciativa y creatividad y sean protagonistas al construir su proyecto de vida tanto individual como social.
Pacheco et al. (2019) indican que en Latinoamérica en los últimos años, se ha dado mucha importancia a la formación en emprendimientos a través de cursos, centros de apoyo y asesoría, incubadoras, entre otras. Llegando, la institucionalidad educativa, a formar un círculo virtuoso junto con el estado y demás instituciones relacionadas, quienes actúan en fomento y desarrollo de la actividad emprendedora, pudiendo afirmar que la intención y las aptitudes emprendedoras llegan a forjarse a través de la educación (Formichella, 2004).

Es por ello que, las universidades tienen hoy, como uno de sus principales objetivos, promover el desarrollo a través del emprendimiento empresarial, social y/o cultural de los estudiantes, haciendo énfasis en la praxis como su función clave, la de formar creadores, líderes, inventores, innovadores y emprendedores, para lo cual se ven obligados los administradores a modificar gradualmente el enfoque de enseñanza así como de sus programas de estudio. Sin embargo, muchas veces esos programas no responden a las necesidades del contexto, siendo necesario realizar diagnósticos de la realidad educativa e institucional que permitan establecer algunas estrategias de impulso a la innovación y al emprendimiento (Guevara, et al., 2022).
En la investigación realizada por Pacheco-Ruiz et al. (2022), se concluyó que desde la academia es mucho el aporte que se puede hacer en términos de impulso y promoción del emprendimiento, con la ayuda de diversos actores del sistema económico y social es factible crear los mecanismos para la formación de los estudiantes universitarios en los procesos de emprendimiento. Este apoyo puede convertirse en un factor impulsor del desarrollo económico y social, pues diferentes estudios confirman que el emprendimiento y la educación están vinculados directamente al desarrollo de las naciones.
A pesar del papel importante que tienen las universidades como ente educativo para fomentar la Cultura Emprendedora, los resultados de la gran mayoría de ellas han sido poco visibles o escasos.

Es un estudio multivariado que contempla los factores: ambientales, motivacionales y su impacto en la intención del emprendimiento, se contempló como sujetos de estudio a los estudiantes del tercer cuatrimestre de la Universidad tecnológica de Acapulco [UTA]. Se realizó un censo en donde se encuestaron a 192 estudiantes que cursaban el tercer cuatrimestre de su carrera de un total de 214 estudiantes inscritos en el cuatrimestre mayo – agosto 2022 teniendo como resultado un 80% del total de la población. Se trata de un estudio de tipo cuantitativo, no experimental y de corte longitudinal. Uno de los resultados más sobresalientes que se encontró fue que el programa educativo de Gastronomía tiene el mayor número de estudiantes que actualmente emprenden un negocio con 18 estudiantes, siendo solo el 13.5%, de la población encuestada, que emprende en la actualidad un negocio; también se encontró que el género femenino tiene un espíritu emprendedor por encima del género masculino con 18 estudiantes (Ayala y Bahena (2023).

En el trabajo realizado por Valdivia Velasco (2023), intitulado Estudio de la intención emprendedora de los alumnos de la Universidad Tecnológica El Retoño, México, en estudiantes que cursaron el cuatrimestre mayo-agosto 2019, los resultados indicaron que la intención emprendedora de los estudiantes de licenciatura e ingeniería sobresale de los alumnos de Técnico Superior Universitario, siendo el de las carreras administrativas el que obtuvo un número más alto en la institución. Se administró un instrumento integrado por 25 reactivos estructurados en cuatro dimensiones: intención emprendedora, deseabilidad percibida, normas sociales y factibilidad percibida.
En relación a los factores que influyen en la intención emprendedora en jóvenes universitarios, (Romero Borre, et al., 2021), en su investigación Factores contextuales que influyen en la intención emprendedora de estudiantes universitarios venezolanos y colombianos, se concluyó que el emprendimiento requiere de políticas que generen incentivos en los jóvenes para conectarlos con la actividad productiva, propiciando así la innovación. A pesar de que los jóvenes tienen ideas de negocios, los principales factores inhibidores del espíritu emprendedor son la burocracia administrativa para la creación de empresas, falta de experiencia empresarial aunado a la falta de financiamiento. La metodología utilizada fue descriptiva, con la administración de un cuestionario a estudiantes de la Universidad de la Costa en Colombia) y de la Universidad del Zulia en Venezuela.

Otro aspecto importante a considerar es el proporcionado en el estudio de Romero-Parra, et al. (2022), titulado Relación entre perfil y visión emprendedora de estudiantes universitarios. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo correlacional, con una muestra representada por 135 estudiantes matriculados en la facultad de ciencias de la empresa del Programa de Estudio Administración y Recursos Humanos de la Universidad Continental en el ciclo académico 2022-2022. Se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson de 0,78 lo que indica que existe una correlación positiva entre las variables del estudio, como el perfil emprendedor y la visión emprendedora de estudiantes universitarios. Se concluyó que el perfil emprendedor tiene una correspondencia positiva con la visión emprendedora en los estudiantes.
Cultura Emprendedora en los alumnos de la DACYTI
Los estudiantes de la División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información poseen limitada Cultura Emprendedora y predomina la mentalidad de ser empleados. La afirmación anterior se basa en conocimiento empírico la partir de la experiencia de impartir la asignatura Emprendedores por más de 10 años en esa división académica. En la cual, los jóvenes además han manifestado una falta de interés por emprender.
Con la finalidad de fomentar la Cultura Emprendedora, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco [UJAT] donde se encuentra esta división, cuenta con un Programa Institucional de Emprendedores, donde se realizan diversos eventos de manera semestral, tales como: conferencias, talleres, exposiciones de negocios y asesoría empresarial. A este programa, la División Académica le agrega una serie denominada Foros de Emprendedores que se realizan de manera anual desde hace 20 años. A pesar de los diversos esfuerzos realizados, son escasos los resultados positivos obtenidos. En el plan de estudios de la Ingenieria en Sistemas Computacionales se integró la asignatura denominada emprendedores, la cual tiene asignada 6 horas semanales, 2 teóricas y 4 horas prácticas bajo un esquema de enseñanza tradicional.

OBJETIVO GENERAL

Identificar la efectividad de los recursos educativos para desarrollar la Cultura Emprendedora

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Describir los elementos que integran la Cultura Emprendedora
-Establecer la efectividad de los recursos educativos para desarrollar la Cultura Emprendedora

SUJETOS DE ESTUDIO

Los sujetos de estudio fueron 16 estudiantes universitarios de la DACYTI- UJAT, que cursaron la asignatura Emprendedores: 12 de la Ingenieria en Sistemas Computacionales y 4 de la Ingenieria en Informática Administrativa durante el ciclo febrero- agosto 2024.

MATERIALES

Los recursos utilizados fueron: una video- conferencia, un documental, un libro en formato digital, un podcasts,y un video tutorial. Las características de la Cultura Emprendedora a evaluar en los estudiantes fueron: Motivación, Iniciativa, Trabajo en equipo, Innovación, Responsabilidad, Detectar oportunidades de negocios, Autoaprendizaje y Resiliencia.

METODOLOGÍA

Se realizó una investigación de enfoque cuantitativo. El cual de acuerdo con Hernández Sampieri, et al. (2014), un estudio cuantitativo es aquel que se centra en aspectos observables que se pueden cuatificar, se utiliza un instrumento para obtener cifras o datos estadísticos para explicar y predecir tendencias. El tipo de muestreo utilizado para este estudio fue el no probabilístico por conveniencia, porque la muestra se eligió de acuerdo con la conveniencia de acceso a los estudiantes y de cuántos podrían ser los participantes (Hernández González, 2021).El instrumento utilizado fue una encuesta, la cual acorde a Arias González (2020) es una herramienta que se lleva a cabo mediante un instrumento llamado cuestionario, está direccionado solamente a personas y proporciona información sobre sus opiniones, comportamientos o percepciones. La encuesta puede tener resultados cuantitativos o cualitativos y se centra en preguntas preestablecidas con un orden lógico y un sistema de respuestas escalonado; mayormente se obtienen datos numéricos.

Tabla 1

Características de una persona emprendedora

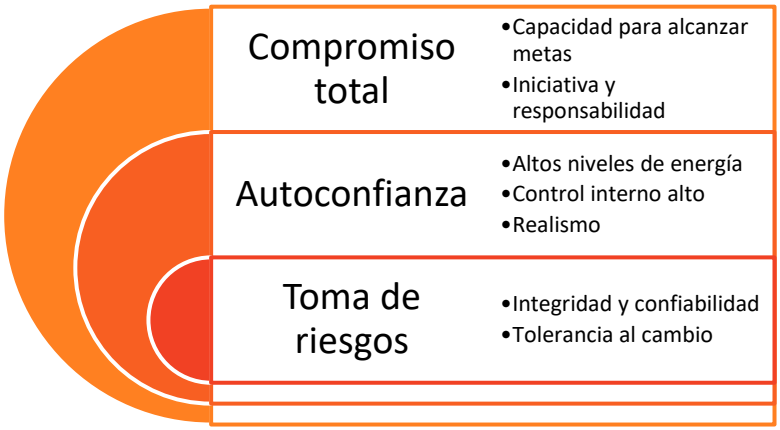
Dimensiones	**Indicadores**	**Indicadores**
1. Factores motivacionales	• Necesidad de logro • Necesidad de reconocimiento • Necesidad de desarrollo personal • Percepción del beneficio económico	Baja necesidad de poder y estatus • Necesidad de independencia • Necesidad de afiliación o ayuda a los demás • Necesidad de escape, refugio o subsistencia
2. Características personales	• Iniciativa personal • Capacidad de decisión • Aceptación de riesgos moderados • Orientación hacia la oportunidad • Estabilidad emocional/autocontrol • Orientación hacia metas específicas • Locus de control interno (atribuye a él mismo sus éxitos o fracasos)	Tolerancia a la ambigüedad/incertidumbre • Es receptivo en sus relaciones sociales • Posee sentido de urgencia/tiempo valioso • Honestidad/integridad y confianza • Perseverancia/constancia • Responsabilidad personal • Es individualista
3. Características físicas	• Energía • Trabaja con ahínco	
4. Características intelectuales	• Versatilidad/flexibilidad • Creatividad/imaginación/innovación • Búsqueda de la verdad e información • Planificación y seguimiento sistemático de resultados	Capacidad para analizar el ambiente (reflexión) • Visión comprensiva de los problemas • Capacidad para solucionar problemas • Planificación con límites de tiempo
5. Competencias generales	• Liderazgo • Orientación al cliente • Capacidad para conseguir recursos • Gerente/administrador de recursos	Patrón de factores de producción • Exige eficiencia y calidad • Dirección y gestión de la empresa • Red de contacto • Comunicación

Fuente: Sánchez Almagro (2003).

Por su parte John Kao (1989) nos presenta un listado de carácterísticas que la persona emprendedora debe demostrar y que a continuación se observan en la siguiente figura.

Figura 1

Características de una persona emprendedora



Fuente: John Kao (1989) citado en Landero-Valenzuela (2022).

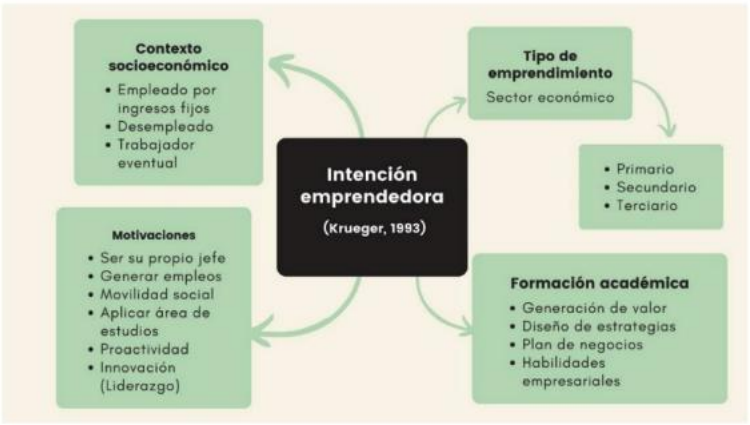
Por otra parte, el programa *Explorer*, impulsado por Banco Santander (Santander, 2024), se trabaja en el aprendizaje y desarrollo de las características de la Cultura Emprendedora, considerando las siguientes dimensiones:

1. Motivación
2. Iniciativa
3. Innovación y trabajo en equipo
4. Responsabilidad
5. Adaptación

Un modelo detectado durante la revisión de la literatura fue el de Krueger (1993) denominado Intención Emprendedora, la cual se refiere al compromiso para desempeñar el comportamiento necesario para llevar a cabo un iniciativa emprendedora y consiste de los siguiente elementos como indicado en la Figura 2.

Figura 2

Modelo de Intención emprendedora



Fuente: Krueger (1993) citado en Herrera Alcudia (2023).

Como se puede observar, no hay criterios únicos para determinar las características personales para distinguir la Cultura Emprendedora. Derivado de la revisión anterior y al no encontrar un modelo acorde a lo que se buscaba investigar, se consideró pertinente considerar los siguientes aspectos:

Tabla 2
Tabla de operacionalización de Cultura Emprendedora

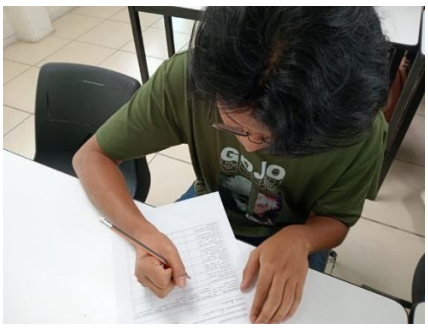
Constructo	Dimensiones	Definiciones
Cultura Emprendedora Es la suma de características traducidas en conocimientos, habilidades, y valores, que identifican a una persona o grupo social para detectar y enfrentar problemas o retos que se presentan en el entorno social y con ello obtener resultados preferentemente económicos.	Motivación.	Fuerza o impulso para emprender un negocio propio
	Iniciativa.	Pasar de la idea a la acción
	Trabajo en equipo.	Preferir el trabajo colaborativo al individual para el logro de metas
	Innovación.	Capacidad de visualizar y aplicar soluciones diferentes a problemas comunes.
	Responsabilidad.	Cumplir las obligaciones y asumir las consecuencias de los actos personales
	Detectar oportunidades de negocios.	Identificar problemas o necesidades y aportar soluciones
	Autoaprendizaje.	Tener como como estilo de vida el aprender por uno mismo
	Resiliencia.	Capacidad de enfrentar las adversidades

Fuente: Elaboración propia

FASES DEL DESARROLLO

A partir de la operacionalización del constructro se diseñó y administró un cuestionario, conformado de 8 ítems que conforman aspectos importantes de la Cultura Emprendedora. Las opciones de respuesta fueron de Escala de Likert de 5 niveles, siendo 1 Totalmente en desacuerdo y 5 Totalmente de acuerdo, el cual se puede apreciar en la sección de Anexos. La investigación se realizó en el periodo de febrero-julio de 2024, en un promedio de 12 semanas en total, el periodo de aplicación de las encuestas fue de 5 semanas.

Figura 3
Aplicación de encuesta de manera física



Con el propósito de conocer la influencia del material didáctico para fomentar su Cultura Emprendedora, se aplicó una misma encuesta para cada herramienta tecnológica de aprendizaje al concluir un tema del curso de la asignatura Emprendedores. Su aplicación fue individual y tuvo una duración en promedio de 10 minutos cada una.
Las características emprendedoras a considerar en cada evaluación fueron, Motivación, Iniciativa, Trabajo en equipo, Innovación, Responsabilidad, Detectar oportunidades de negocios, Autoaprendizaje, y Resiliencia.

Figura 4

Conclusión de un tema de la signatura Emprendedores



Se evaluaron las características de fomento de Cultura Emprendedora que promovió cada material, así como el impacto en la vida del estudiante.

Figura 5
Visualización de una video-conferencia



Los recursos educativos aplicados fueron una video- conferencia, un documental, un libro en formato digital, un Podcasts, y un video tutorial.Después de la realización de cada actividad asignada para trabajar desde casa de manera autónoma, en clases se realizaban cuestionamientos relacionadas con el material asignado y se realizaban actividades de aplicación del contenido teórico.
Al concluir cada sesión de clase, se aplicaba un instrumento para autoevaluar si el material había contribuido en fortalecer algunas características de su Cultura Emprendedora.

Figura 6
Lectura de libro en formato digital sobre Emprendimiento



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Derivado del número de herramientas utilizadas en el estudio, se promediaron los resultados obtenidos por estudiante. A continuación, se presenta el concentrado de resultado general del grupo así como por herramienta.

Los resultados obtenidos de manera individual se sumaron y promediaron con el número de herramientas didácticas tecnológicas utilizadas. El resultado obtenido fue que todas las características emprendedoras del grupo de estudiantes tuvieron un resultado igual o superior a 3.6.

Tabla 3
Valoración de herramientas didácticas utilizadas

Característica / Herramienta	**Motivación**	**Iniciativa**	**Trabajo en equipo**	**Innovación**	**Responsabilidad**	**Detectar oportunidades de negocios**	**Autoaprendizaje**	**Resiliencia**
Podcast	3,5	3,6	3.5	3.6	3.7	3.5	3.4	3.5
E-book	3.9	4	4.2	3.7	3.5	4	4.1	4
Tutorial	3.6	3.7	3.4	4	3.6	3.5	4.5	3.8
Documental	3.8	3.8	4.2	3.5	3.8	3.2	3.5	3.7
Conferencia virtual	3.8	3.8	3.7	4.3	3.7	4.2	4.2	4
Promedio grupal por característica	3.75	3.8	3.8	3.8	3.6	3.6	3.9	3.8

La valuación a través de los ítems de la escala de Likert es de 1 a 5 puntos, siendo 1 el valor inferior, y 5 el superior. Al obtener un promedio mínimo de 3.6 en todos los criterios evaluados en el impacto o contribución a la Cultura emprendedora de los estudiantes por medio del uso de herramientas digitales de aprendizaje, se puede observar que dicho dato es superior a la media que es 3 puntos, y que tiende al número 4, que con lo cual se indica que las herramientas digitales si contribuyen al desarrollo de la cultura emprendedora, en comparación con la forma de obtener conocimientos a través de la clase tradicional del aula.

Las dimensiones de mayor a menor puntaje fueron: autoaprendizaje, iniciativa, trabajo en equipo, innovación, resiliencia, motivación, responsabilidad, y detectar oportunidades de negocios. Auto aprendizaje tuvo el puntaje más alto de 3.9, y la responsabilidad y detección de oportunidades de negocios tuvieron la puntuación más baja, de 3.6 puntos. El recurso digital que logró mayor impacto para fortalecer la cultura emprendedora fue la conferencia virtual con una puntuación de 3.96, seguido del e-book o libro electrónico con 3.92 puntos. El ítem que más puntaje tuvo fue el de autoaprendizaje con 4.5 puntos, y la herramienta de preferencia fue el tutorial. Esto se puede atribuir a que se guía al alumno a hacer y cómo hacerlo, no solo a nivel teoría, sino por la puesta en práctica. Los datos obtenidos nos muestran que las herramientas digitales si contribuyen en el desarrollo de la Cultura Emprendedora de los estudiantes.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos oscilan entre el valor del criterio Ni de acuerdo ni desacuerdo con el criterio de acuerdo. Al ser superior a 3.5, concluimos que los estudiantes consideran o están de acuerdo, que al utilizar las herramientas tecnológicas en el aprendizaje, se puede potenciar la efectividad de los recursos digitales para el desarrollo de la Cultura Emprendedora, comparado con el método expositivo que pueda ofrecerse en una clase tradicional.

Las herramientas digitales con mayor impacto en el fomento de la cultura fueron la conferencia virtual y el e-book, por lo que se sugiere utilizar con frecuencia dichos recursos, para que el alumno obtenga información o datos previos de un tema para su lectura o realización en casa, para el momento de llegar a clase, se pueda optimizar el tiempo con actividades orientadas a aplicaciones prácticas. El recurso digital que menos efectividad mostró en este estudio fue el podcast, por lo que se sugiere eliminarlo o disminuir su uso.

Cabe aclarar que el uso de la escala Likert no permitió conocer a profundidad el motivo o causa de calificación a cada herramienta digital asignada por cada alumno, que no brindan razones concretas de la selección, por lo cual se requiere profundizar con entrevistas en una futura investigación.

Por lo anterior, la presente investigación propone realizar cambios en las estrategias de enseñanza- aprendizaje a través del modelo de Aula Invertida, con la finalidad de estimular más el autoaprendizaje, adquiriendo conocimientos y experiencias de emprendedores a través de materiales digitales.

REFERENCIAS

Arias Gonzáles, J. L. (2020). Técnicas e instrumentos de investigación científica. Enfoques Consulting EIRL.

Ayala, J. I. B. y Bahena, F. J. M. (2023). Factores que impulsan en emprendimiento universitario durante el año 2022. Caso: Universidad Tecnológica de Acapulco. *Revista Yolixtli, 1*(2). Recuperado de: https://utacapulco.edu.mx/yolixtli/2023/02/07/yolixtli-v1-no-2-articulo-factores-que-impulsan-en-emprendimiento-universitario-durante-el-ano-2022-caso-ut-de-acapulco/

Bergmann, J. y Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education.

Bucardo Castro, M. A. A., Saavedra García, M. L. y Camarena Adame, M. E. (2015). Hacia una comprensión de los conceptos de emprendedores y. empresarios. *Suma de negocios, 6*(13), 98-107.

Euroinnova. (13 de julio de 2024). La Cultura Emprendedora y su definición ante el COVID-19. Euroinnova. Recuperado de: https://www.euroinnova.com/blog/cultura-emprendedora-definicion

Ferreyra, H. (2010). Metas educativas 2021. Enseñar a aprender a emprender. Congreso Iberoamericano de Educación. Metas 2021. Recuperado de: https://www.adeepra.org.ar/congresos/Congreso%20IBEROAMERICANO/METAS2021/RLE3476_Ferreyra.pdf

Guevara Gómez, H. E., Ramos, C., Alberto, J., Gonzales, J., Crescencio, N., Mancesidor, G. y Mitchell, J. (2022). Emprendimiento y educación universitaria: Una relación necesaria. Revista Venezolana de Gerencia, 27(98), 767-80.

Hernández González, Osvaldo. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral, 37*(3). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002&lng=es&tlng=es.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio M. P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

Herrera Alcudia, G. D. (2023). *Intención emprendedora en estudiantes universitarios para la concreción de una idea de negocios. Caso de estudio*. (Tesis de licenciatura). UJAT.

Landero-Valenzuela, K. (2022). Las características de emprendimiento como agente de cambio en las Instituciones de nivel superior . *593 Digital Publisher CEIT, 7*(6-2), 311-323.

Pacheco, P., Mora, F., Aguirre Quezada, J. C, Gabriela Álava, A. y Cordero López, J. F. (2019). Jóvenes universitarios y su apuesta al emprendimiento social: Jóvenes universitarios y su apuesta al emprendimiento social. *Revista Economía y Política, 15*(30), 5-23.

Pacheco-Ruiz, C., Rojas-Martínez, C., Niebles-Nuñez, W. y Hernández-Palma, H. G. (2022). Caracterización del emprendimiento desde un enfoque universitario. *Formación universitaria, 15*(1), 135-144.

Romero Borre, J., Gutiérrez Silva, J. M., Hernández Fernández, L., y Portillo Medina, R. (2021). Factores contextuales que influyen en la intención emprendedora de estudiantes universitarios venezolanos y colombianos. *Revista de Ciencias Sociales, 27*(4), 113-130.

Romero-Parra, R. M., Romero-Chacín, J., y Barboza-Arenas, L. A. (2022). Relación entre perfil y visión emprendedora de estudiantes universitarios. *Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía, 12*(23), 67-82.

Santander. (2024). *Cultura Emprendedora para un mundo mejor*. Santander. Recuperado de https://www.santanderx.com/es/blog/cultura-emprendedora-caracteristicas.html

Valdivia Velasco, Magali., Martínez Bautista, Humberto., Coronado Guzmán, Graciela., y Aguilera-Dávila, Aída. (2023).Estudio de la intención emprendedora de los alumnos de la Universidad Tecnológica El Retoño, México. *Revista latinoamericana de estudios educativos, 51*(1). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-878X2021000100013

ANEXOS

ASIGNATURA: Emprendedores

OBJETIVO: Identificar la efectividad de los recursos educativos para desarrollar la Cultura Emprendedora

RECURSO DIGITAL: _____ FECHA: _____

TITULO: _____

Cuestionamiento. En comparación a una clase presencial tradicional, este recurso digital**…**	Totalmente en desacuerdo (valor: 1)	En desacuerdo (valor: 2)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (valor: 3)	De acuerdo (valor: 4)	Totalmente de acuerdo (valor: 5
Me impulsa más a emprender mi propio negocio					
Me induce más a convertir mis ideas de negocio en una empresa real					
Me convence más de que trabajando en equipo puedo alcanzar mis metas más fácilmente					
Me ayuda más a visualizar soluciones diferentes a problemas comunes.					
Me concientiza más a cumplir mis obligaciones y asumir las consecuencias de mis actos					
Me clarifica más la detección de problemas y las aportaciones que puedo hacer para solucionarlos.					
Me motiva más a tener como estilo de vida el aprender por mí mismo					
Me orienta más a desarrollar la capacidad de enfrentar las adversidades					

Degradación del microcontaminante amoxicilina en medio acuoso aplicando métodos fotoquímicos

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.845

Bethsabet Jaramillo Sierra[1], Luis Enrique Gómez Juárez[2], Mario Ibañez Olvera[3], Antonio Mercado Cabrera[4], María Elena Alvarado Díaz[5]

[1]Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco;
e-mail: bethsabet.jaramillo@test.edu.mx
[2]Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco;
e-mail: luis_24201015@test.edu.mx
[3]Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco;
e-mail: mario.mecatronica@test.edu.mx
[4]Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares;
e-mail: antonio.mercado@inin.gob.mx
[5T]ecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco;
e-mail: mariaelena.alvaradod@test.edu.mx

Línea de investigación: Sistemas Sustentables de Producción/ Desarrollo de materiales, procesos fisicoquímicos y de oxidación, novedosos para la aplicación ambiental.

Resumen

En esta investigación se aplicaron diversos Procesos de Oxidación Avanzada (*AOPs*) para llevar a cabo la degradación del fármaco amoxicilina en solución acuosa, específicamente fueron utilizados los métodos de O_3, O_3/UV, H_2O_2, O_3/H_2O_2 y O_3/UV/H_2O_2. Fue utilizado un reactor de recirculación de acero inoxidable con una configuración cilíndrica, la concentración inicial del contaminante fue de 100 mg/L en un volumen de 500 mL y el tiempo de tratamiento fue de 60 minutos, se analizó el líquido residual antes del tratamiento y cada 10 minutos mediante espectroscopia UV-visible. Fue analizado el efecto de los agentes oxidantes, la concentración inicial del H_2O_2 (5, 10, 20 mg/L), el pH inicial (4, 7, 9) y el tiempo de tratamiento. Se alcanzaron eficiencias de hasta 96% cuando fue utilizado O_3/UV/20 mg/L de H_2O_2 y un pH inicial de 9, atribuido a los diversos mecanismos cinéticos generadores de especies químicas oxidantes que al colisionar con el contaminante con llevan a su degradación.

Palabras Clave: *Fármacos, Ozono, Peróxido de Hidrógeno, Radiación Ultravioleta*

Abstract

In this research, different Advanced Oxidation Processes (AOPs) were applied to carry out the degradation of amoxicillin pharmaceutical in aqueous solution, specifically the O_3, O_3/UV, H_2O_2, O_3/H_2O_2 and O_3/UV/H_2O_2 methods were used. A stainless steel recirculating reactor with cylindrical configuration was used, the initial concentration of the pollutant was 100 mg/L in a volume of 500 mL and the treatment time was 60 minutes, the residual liquid was analyzed before treatment and every 10 minutes by UV-visible spectroscopy. The effect of oxidants, initial concentration of H_2O_2 (5, 10, 20 mg/L), initial pH (4, 7, 9) and treatment time were analyzed. Efficiencies of up to 96% were obtained using O_3/UV/20 mg/L H_2O_2 and an initial pH of 9. This was attributed to the different kinetic mechanisms that generate oxidizing chemical species that, upon collision with the contaminant, lead to its degradation.

Keywords*: Pharmaceutical, Ozone, Hydrogen Peroxide, Ultraviolet Radiation*

INTRODUCCIÓN

El agua es indispensable para el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y para el desarrollo de diversos procesos productivos y supervivencia de los seres vivos, por lo que es de gran importancia su cuidado y preservación, no obstante, su contaminación y escasez es una de las mayores problemáticas que enfrenta en la actualidad a nivel mundial. Diversos son los contaminantes que pueden estar presentes en los cuerpos de agua destacando el material sólido, contaminantes orgánicos, inorgánicos virus y baterías; en la última década compuestos químicos que no eran considerados contaminantes son objeto de estudio debido a que se ha demostrado que aún a bajas concentraciones (en el orden de los ng y µg) tienen efectos nocivos en los seres vivos, estos contaminantes son llamados también microcontaminates o contaminantes emergentes, caracterizados por su resistencia y persistencias en los efluentes y su difícil degradación [Barroso et al, 2021 & Pirsaheb et al, 2022 & Aleksić et al, 2021], la problemática es incrementada debido que en muchas ocasiones no existe una legislación para manejo y disposición final, vertiéndose en los efluentes directamente. Entre estos contaminantes son destacadas las pinturas, productos de higiene personal y fármacos, siendo este último el objeto de estudio de esta investigación.

La amoxicilina ($C_{16}H_{19}N_3O_5S$) es un antibiótico del grupo de penicilinas utilizada para aliviar infecciones ocasionadas por microorganismos *gram positivos* y *gram negativos*, por lo que es consumida ampliamente, sin embargo, después de su metabolización es encontrada en efluentes domésticos, hospitalarios y del sector ganadero, ocasionando una problemática sanitaria y ambiental, provocando efectos nocivos en la flora, fauna y seres humanos. Se caracteriza por ser bioacumulable, refractaria, desarrollando cepas bacterianas patógenas resistentes a los antibióticos [Barroso et al, 2021 & Pirsaheb et al, 2022 & Aleksić et al, 2021 & Cuerda et al., 2020]. Debido a que la amoxicilina es resistente a la biodegradación es persistente en los efluentes aún después de un tratamiento convencional de tratamiento de aguas residuales, por esta razón es de importancia la aplicación y validación de métodos alternativos para su degradación, con el objetivo de establecer tecnologías complementarias que mitiguen la contaminación del agua generada por contaminantes emergentes.

Los Procesos de Oxidación Avanzada, son una opción de tratamiento de microcontaminantes, para su generación utilizan agentes oxidantes (O_3, H_2O_2), semiconductores (TiO_2, Fe_3O_4, CuO, ZnO) y radiación ultravioleta con el objetivo de especies químicas activas con un alto poder de oxidación, capaces de lograr altas grados de degradación e incluso puede ser alcanzada la mineralización [Aleksić et al, 2021 & Fallahizadeh et al, 2023], estos procesos son llevados a presión y temperatura ambiente, y no generan lodos durante el proceso. Los *AOPs* ya se han aplicado en el tratamiento de diversos contaminantes orgánicos en agua, lo que comprueba su efectividad y aplicabilidad, sin embargo, es de importancia la validación en otros contaminantes así como la optimización de los reactores de tratamiento utilizados para la obtención de mejores resultados, mediante sistemas simples.

En este trabajo se efectuó un estudio comparativo de la aplicación de diversos Procesos de Oxidación Avanzada para la degradación de amoxicilina en solución acuosa, analizando diversos parámetros experimentales como: tiempo de tratamiento, concentración inicial de agentes oxidantes y pH, determinando las mejores condiciones de operación para la obtención e altas eficiencias de degradación.

DESARROLLO

Objetivo general

- Evaluar la degradación de amoxicilina es solución acuosa aplicando diversos Procesos de Oxidación Avanzada, específicamente métodos fotoquímicos, analizando los diversos parámetros que intervienen en el proceso experimental como tiempo de tratamiento, concentración inicial de los agentes oxidantes y pH, determinando los valores óptimos relativos a la eficiencia de degradación, utilizando un reactor de circulación.

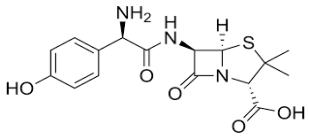
Objetivos específicos

- Acondicionar el reactor de tratamiento.
- Efectuar la degradación de amoxicilina utilizando diversos Procesos de Oxidación Avanzada.
- Determinar el efecto de los agentes oxidantes y radiación ultravioleta en la degradación del contaminante.

OBJETO DE ESTUDIO

En la **Tabla 1** se observan las características principales de la amoxicilina, debido a que posee una estructura química compleja los métodos tradicionales no son efectivos para su degradación.

Tabla 1. *Propiedades fisicoquímicas de la amoxicilina*

Formula química	Estructura química	Peso molecular	*pka*
$C_{16}H_{19}N_3O_5S$		$365.4 gmol^{-1}$	2.8

METODOLOGÍA

MATERIALES

Fue utilizado amoxicilina comercial la cual fue triturada finamente, peróxido de hidrógeno al 30% V/V grado analítico de Fermont, se utilizó un generador de ozono comercial que utiliza aire atmosférico para su generación, HCl y NaOH grado analítico de Avantor.

DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

En la **figura 1** se observa el dispositivo experimental utilizado, el cual está constituido por (1) un reactor de tratamiento de configuración cilíndrica de acero inoxidable con una longitud de 35 cm y diámetro de 7 cm, en la parte central cuenta con una lámpara que emite en el ultravioleta (254 mn) con una longitud de 30 cm, la cual está protegida por un tubo de cuarzo, (2) un generador de ozono OEM-XEGZO-30N, el ozono fue inyectado en el depósito utilizando un difusor para garantizar un mayor contacto con la solución, y (3) un espectrómetro UV-visible modelo Velab para la caracterización de las muestras.

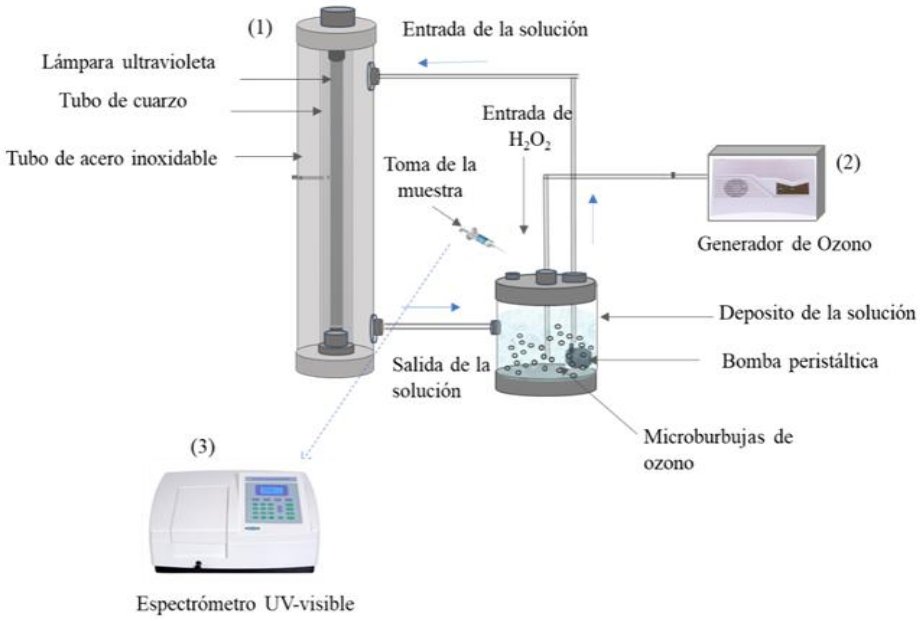


Figura 1. *Dispositivo experimental*

FASES DEL DESARROLLO

El desarrollo experimental consistió en 5 etapas, las cuales se describen a continuación:

- *Etapa 1. Acondicionamiento del reactor de tratamiento.*

Esta etapa se aseguró que el funcionamiento adecuado del reactor, evitando fugas, y estableciendo los parámetros iniciales de la experimentación, esto mediante la experimentación preliminar.

- Etapa 2. *Selección del método de tratamiento.*

Se evaluaron diversos Procesos de Oxidación Avanzada (**Tabla 2**). Cuando fue utilizado ozono, este se inyectó en microburbujas en el depósito de la solución utilizando un difusor; se evaluó el efecto del pH (5, 7 y 9), para lo cual se utilizó hidróxido de sodio y ácido clorhídrico, y fue determinado con un medidor multiparametros Gro-Line. Cuando se empleó peróxido de hidrógeno, se adicionó directamente en el depósito y se evaluó el efecto de su concentración inicial (5, 10, 20 mg/L).

- *Etapa 3. Preparación de la muestra y determinación de la máxima longitud de onda.*

Se realizaron soluciones sintéticas de amoxicilina para cada uno de los métodos de tratamiento estudiados. La concentración inicial del contaminante fue de 100 mg/L en un volumen inicial de 500 mL. Se utilizó una pastilla comercial caducada y como solvente agua destilada. La muestra se mantuvo en agitación durante 30 minutos, utilizando un agitador magnético.

Para la determinación de la máxima longitud de onda, se realizó mediante un espectrómetro UV-Visible, realizando lecturas de 190 nm hasta 1,000 nm, identificando una λ=221 nm como la característica de la amoxicilina, posteriormente, se realizó una curva de calibración, para lo cual se realizó una solución patrón a 100 mg/L y se efectuaron diluciones a diversas concentraciones (90 mg/L, 80 mg/L, 70 mg/L, 60 mg/L, 50 mg/L, 40 mg/L, 30 mg/L, 20 mg/L, 10 mg/L y 5 mg/L) obteniendo la absorbancia a la longitud de onda antes mencionada, posteriormente, se realizó una regresión de mínimos cuadrados, estableciendo la ecuación matemática que relaciona el conjunto de datos **Ecuación 1**.

$$y = 0.024x + 0.662 \qquad \textbf{(Ecuación 1)}$$

- *Etapa 4. Tratamiento del contaminante farmacéutico.*

La solución sintética de amoxicilina se ingresó por la parte superior del reactor y fue recolectada en el depósito donde es recircula utilizando una bomba sumergible. El tiempo de tratamiento fue de 60 minutos, analizando el líquido residual antes de su tratamiento y cada 10 minutos utilizando un espectrómetro UV-visible.

- *Etapa 5. Determinación de la eficiencia de degradación y el efecto de los parámetros experimentales.*

La eficiencia de degradación fue obtenida mediante la **Ecuación 2**:

$$\%\ degradación = \frac{C1 - Ct}{C1}\ x\ 100 \qquad \textbf{(Ecuación 2)}$$

Donde C_1 es la concentración inicial del contaminante y C_t es la concentración del contaminante en función del tiempo de tratamiento.
De acuerdo con los resultados de la degradación obtenidos, se estableció el efecto de los parámetros experimentales en la oxidación de la amoxicilina.

Tabla 2. Procesos de Oxidación Avanzada aplicados

Método aplicado	Tiempo de tratamiento					
	10 minutos	20 minutos	30 minutos	40 minutos	50 minutos	60 minutos
O_3, pH 4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
O_3, pH 7	✓	✓	✓	✓	✓	✓
O_3, pH 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
O_3/UV, pH 4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
O_3/UV, pH 7	✓	✓	✓	✓	✓	✓
O_3/UV, pH 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5 mg/L H_2O_2, pH 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10 mg/L H_2O_2, pH 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15 mg/L H_2O_2, pH 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5 mg/L H_2O_2/O_3, pH 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10 mg/L H_2O_2/O_3, pH 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15 mg/L H_2O_2/O_3, pH 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5 mg/L H_2O_2/O_3/UV, pH 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10 mg/L H_2O_2/O_3/UV, pH 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15 mg/L H_2O_2/O_3/UV, pH 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓

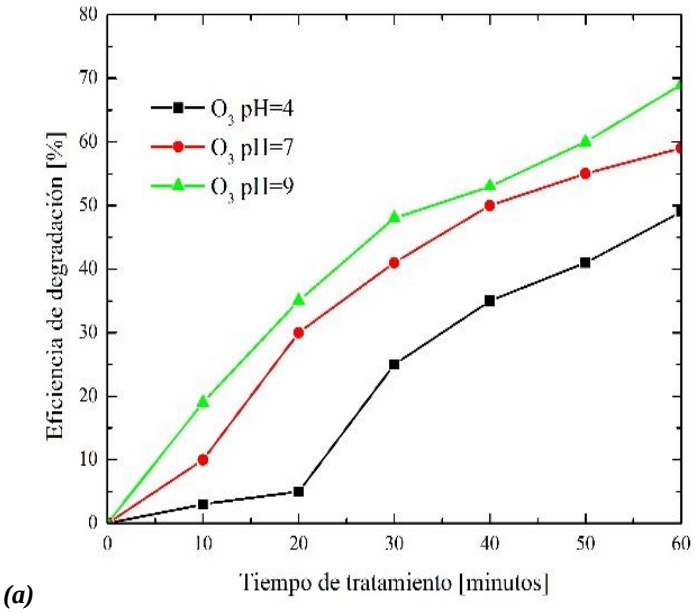
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EFECTO DEL O_3, O_3/UV

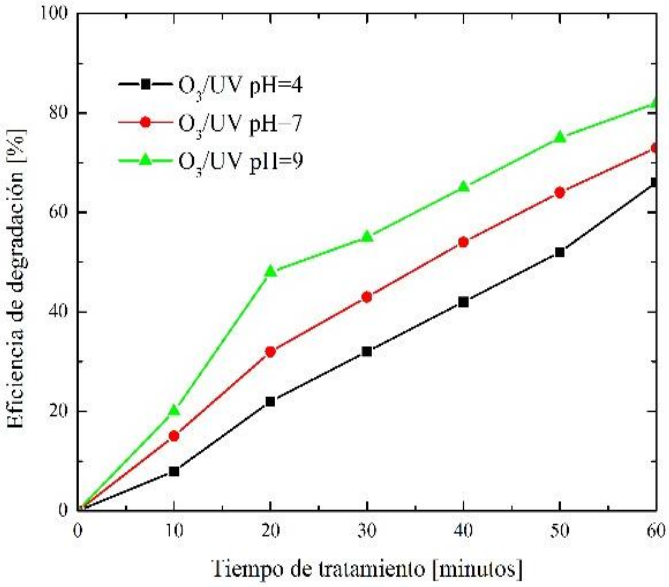
En la figura 2 se observan los resultados obtenidos de la degradación de amoxicilina aplicando (a) O_3 y (b) O_3/UV con un pH inicial de la solución de 4, 7 y 9. En la figura se observa un efecto positivo del tiempo de tratamiento y del incremento de pH al obtener mejores eficiencias de degradación. Para el caso específico del tratamiento con O_3 se obtuvieron eficiencias de hasta 69% para un pH de 9 y un tiempo de tratamiento de 60 minutos. Los resultados son atribuidos a los diversos mecanismos cinéticos que se llevan a cabo, el ozono al estar presente en agua, tiene dos vías de degradación: 1) directa, cuando el agente oxidante reacciona con el contaminante (reacción 1) [Cuerda et al, 2020]; y 2) un mecanismo indirecto, en el cual el ozono colisiona con el agua, generando especies químicas que contribuyen con la generación de radicales OH, los cuales tienen un alto potencial de oxidación que al colisionar con la amoxicilina conllevan a su degradación, este mecanismo cinético, se lleva a cabo principalmente por las reacciones químicas 2-5 [Cuerda et al, 2020].

$$O_3 + Amoxicilina \rightarrow Productos \qquad \textit{(Reacción 1)}$$
$$O_3 + H_2O \rightarrow OH_2 + HO_2 \qquad \textit{(Reacción 2)}$$
$$O_3 + H_2O \rightarrow H_2O_2 + O_2 \qquad \textit{(Reacción 3)}$$
$$H_2O_2 + O_3 \rightarrow OH + HO_2 + O_2 \qquad \textit{(Reacción 4)}$$
$$O_3 + HO_2 \rightarrow OH + O_2 + O_2 \qquad \textit{(Reacción 5)}$$
$$O_3 + H_2O + h\nu \rightarrow OH + OH + O_2 \qquad \textit{(Reacción 6)}$$
$$H_2O + h\nu \rightarrow OH + H \qquad \textit{(Reacción 7)}$$

En la figura 2(b) se observan los resultados del tratamiento sinérgico de O_3/UV obteniendo eficiencias de degradación de hasta 82% para un pH de 9 y 60 minutos de tratamiento. Esto puede atribuirse que la presencia de radiación UV favorece la generación de radicales OH principalmente por la descomposición fotolítica de la molécula de O_3 en λ = 254 nm (reacción 6) o agua entre λ = 200-280 (reacción 7). Por otra parte, las vías de oxidación del O_3 depende del pH de la solución, cuando este es básico o neutro el mecanismo indirecto es favorecido [Jiang et al, 2014], es decir, se generan radicales OH los cuales se caracterizan por su alto potencial de oxidación y por su baja selectividad, con relación al O_3 en donde la degradación de la amoxicilina puede verse afectada por la competencia de reacción cuando son generados subproductos de la oxidación.



(a)



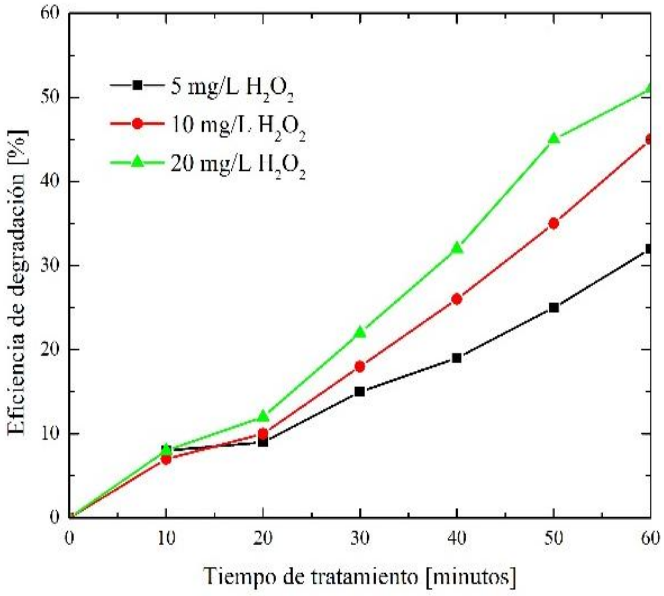
(b)

Figura 2*. Resultados de la degradación de amoxicilina aplicando (a) O_3, (b) O_3/UV.*

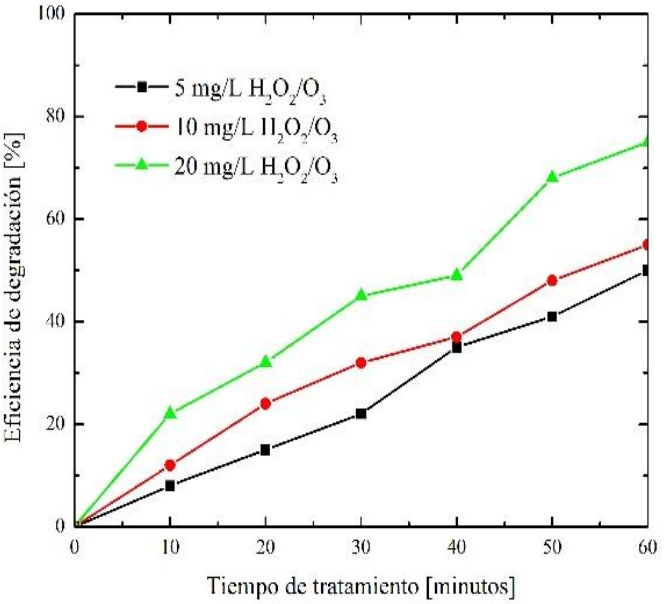
EFECTO DEL H_2O_2, H_2O_2/O_3

En la figura 3 se observan los resultados obtenidos de la degradación de la amoxicilina al aplicar H_2O_2 en concentraciones iniciales de 5, 10 y 20 mg/L y su efecto sinérgico con O_3. El pH inicial para todos los casos de estudio fue de 9.

En la figura 3 se observa que un incremento en el tiempo de tratamiento tiene un efecto positivo en la obtención de mejores eficiencias. Para el tratamiento únicamente con H_2O_2 se obtuvieron eficiencias de hasta 32%, 45% y 51% para 5, 10 y 20 mg/L respectivamente y 60 minutos de tratamiento, por lo que un incremento en la concentración inicial de H_2O_2 tiene un efecto favorable en la degradación del contaminante; el H_2O_2 es disociado para la formación de radicales OH (reacción 8) [Cuerda et al, 2020] los cuales colisionan con la amoxicilina e inician con su degradación, al aumentar la concentración de H_2O_2 serán generados una mayor cantidad de OH favoreciendo el proceso. Por otra parte, al adicionar O_3 al proceso, se llevan a cabo los mecanismos directos e indirectos anteriormente mencionados, así mismo, es posible la colisión entre ambos agentes oxidantes (reacción 9) [Cuerda et al, 2020], incrementando la eficiencia de degradación, como puede ser observada en la figura 3(b), obteniendo eficiencias de hasta 75% para una concentración inicial de 20 mg/L de H_2O_2 en un tiempo de tratamiento de 60 minutos.



(a)



(b)

Figura 3*. Resultados de la degradación de amoxicilina aplicando (a) H_2O_2, (b) H_2O_2/O_3.*

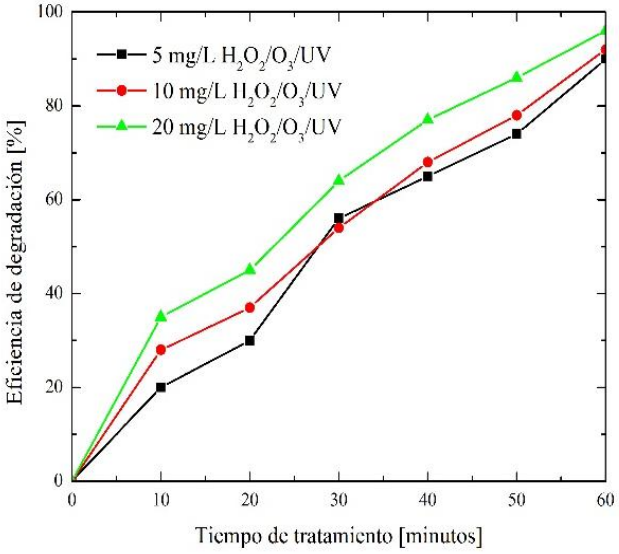
$$H_2O_2 \rightarrow OH + HO \qquad \textit{(Reacción 8)}$$

$$H_2O_2 + O_3 \rightarrow OH + HO_2 + O_2 \qquad \textit{(Reacción 9)}$$

EFECTO DE $H_2O_2/O_3/UV$

En la Figura 4 se observa los resultados obtenidos de la degradación de 100 mg/L de amoxicilina aplicando $H_2O_2/O_3/UV$, se utilizó diversas concentraciones iniciales de H_2O_2 (5, 10, 20 mg/L) y con pH inicial de 9. En la figura se observa que se obtuvieron mayores eficiencias de degradación para todos los casos en comparación con los *AOP*s presentados previamente, alcanzando eficiencias de hasta 90% para 5 mg/L de H_2O_2, 92% para 10 mg/L de H_2O_2 y 96% para 20 mg/L de H_2O_2, por lo que la combinación de diversos métodos de tratamiento potencializa la generación de especies químicas oxidantes, esto mediante los mecanismos cinéticos presentados con anterioridad y por tanto la eficiencia del proceso es incrementada.

Figura 4. Resultados de la degradación de amoxicilina aplicando $H_2O_2/O_3/UV$.



CONCLUSIÓN

- La aplicación de los Procesos de Oxidación Avanzada es una alternativa que ofrece soluciones a la problemática de productos farmacéuticos en el medio ambiente.
- En este trabajo se emplearon diferentes *AOPs* y sus efectos sinérgicos en la degradación de amoxicilina, obteniendo resultados de hasta 96% de degradación al aplicar 20 mg/L de $H_2O_2/O_3/UV$ en un tiempo de 60 minutos.
- El incremento del pH tiene un efecto positivo en el proceso de degradación cuando es utilizado O_3, ya que favorece la vía de oxidación indirecta caracterizada por ser no selectiva.
-

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México, por el soporte económico para el desarrollo de la investigación a través de la convocatoria Proyectos de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación (20409.24-PD). También se expresa un agradecimiento especial a E. E. S. Montes y M. J. Jaramillo por el apoyo otorgado.

REFERENCIAS

Aleksić S., Žgajnar Gotvajn A., Premzl K., Kolar M., Šostar Turk S. (2021) Ozonation of Amoxicillin and Ciprofloxacin in Model Hospital Wastewater to Increase Biotreatability", Antibiotics, Vol. 10, pp. 1407

Barroso Martínez, J. A., Sandoval González A., Cerro López M., Espejel Ayala F., Cárdenas Mijangos J., Treviño Reséndez J. J., Meas Vöng Y., Manríquez Rocha J., Bustos Bustos E. (2021), Electrochemical degradation of amoxicillin in acidic aqueous medium using TiO_2-based electrodes modified by oxides of transition metals", Environ Sci Pollut Res, Vol. 1, pp. 42130–42145

Cuerda Correa E. M, Alexandre Franco M. F., Fernández González, C. (2020) Advanced Oxidation Processes for the Removal of Antibiotics from Water. An Overview", Water, Vol. 12, pp. 102.

Fallahizadeh S., Gholami M., Reza Rahimi M, A. Esrafili, Farzadkia M., Kermani M. (2023), Enhanced photocatalytic degradation of amoxicillin using a spinning disc photocatalytic reactor (SDPR) with a novel Fe_3O_4@void@CuO/ZnO yolk-shell thin film nanostructure, Scientifc Reports, Vol 13, pp. 16185.

Jiang B., Zheng J., Qiu S., Wu M., Zhang Q., Yan Z., Xue Q. (2014), Review on electrical discharge plasma technology for wastewater remediation, Chemical Engineering Journal,Vol. 236, pp. 348-368.

Pirsaheb M., Hossaini H., Kiani Raad N., Kianpour S., Hossini H. (2022), A systematic review on photo-Fenton process as an efficient advanced oxidation for degradation of amoxicillin in aqueous environments", Reviews on Environmental Health, Vol. 1, pp. 0155

Análisis comparativo entre el método tradicional y la tecnología BIM (*Buiding Information Modeling*) en la cuantificación de acero de refuerzo en zapatas corridas para una edificación tipo

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.853

Saíd Zaldívar Hernández[1], Humberto Escorza Castillo[2], Paola Yazmín Henry Ibarra[3], Clara Vite Alejandrez[4], Ricardo Uriel Cruz Vite[5].

[1]*Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense/Profesor asociado, e-mail: said.zaldivar@uthh.edu.mx*
[2]*Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense/Profesor asociado, e-mail: humberto.escorza@uthh.edu.mx*
[3]*Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense/Profesor asociado, e-mail: paola.henry@uthh.edu.mx*
[4]*Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense/Profesor asociado, e-mail: clara.vite@uthh.edu.mx*
[5]*Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense/Profesor asociado, e-mail: ricardo.cruz@uthh.edu.mx*

Línea de investigación: Ingeniería y tecnología

Resumen

Uno de los ejes fundamentales dentro de la industria de la construcción es el presupuesto general de obra, mismo que se tiene que definir con la mayor rapidez y precisión posible, en base a las especificaciones de proyecto, un error en la determinación de este rubro podría generar cuantiosas pérdidas a la empresa constructora. Para poder realizar este presupuesto, necesariamente se necesita generar obra, es decir, conocer la cantidad exacta de materiales, mano de obra y equipo que se necesita. En esta investigación se realiza un comparativo entre la generación de obra con los métodos manuales tradicionales y la utilización de la tecnología BIM en un caso de estudio que consiste puntualmente en la cuantificación de acero de refuerzo para las zapatas de cimentación de un edificio tipo, estudio que ejemplifica claramente las ventajas de la aplicación de este tipo de tecnologías y que puede ser aplicable a los diferentes conceptos de obra de una construcción.

Palabras clave: Cuantificación, acero, BIM, cálculo, presupuesto.

Abstract

One of the fundamental axes within the construction industry is the general budget of the work, which has to be defined as quickly and accurately as possible, based on the project specifications. An error in the determination of this item could generate significant losses for the construction company. In order to make this budget, it is necessary to generate work, that is, to know the exact amount of materials, labor and equipment that is needed. In this research, a comparison is made between the generation of work with traditional manual methods and the use of BIM technology in a case study that consists specifically in the quantification of reinforcing steel for the foundation footings of a typical building, a study that clearly exemplifies the advantages of the application of this type of technology and that can be applicable to the different work concepts of a construction

Keywords: Quantification, steel, BIM, calculation, Budget.

INTRODUCCIÓN

En la industria de la construcción, es un sector relevante para los indicadores económicos, puesto que los proyectos que se ejecutan frecuentemente representan un motor de la producción económica tanto en el mundo como en nuestro país, considerada en uno de los dos subsectores del sector secundario (de la transformación) en la economía nacional (Poó Rubio 2004).

La gestión eficiente de recursos técnicos y humanos, en conjunto con la precisión en el diseño de los proyectos constructivos, son elementos clave para el éxito. En este contexto, actualmente la tecnología Building Information Modeling (BIM) ha emergido como una herramienta poderosa que está transformando la forma en que se planifican, diseñan y ejecutan las obras civiles. Desde la academia se vislumbra el reto que tienen enfrente tanto universidades como empresas en el desarrollo de investigaciones que generen información que permitan adecuar a las nuevas necesidades y condiciones ambientales la implementación del BIM y que garantice pues la obtención de mejores resultados (Oussouboure y Delgado Victore 2017)

De entre todas las áreas de oportunidad en el ámbito de la ingeniería civil y construcción en general, la cuantificación precisa de los materiales de construcción es fundamental, y aún más en el aspecto de seguridad estructural, el acero de refuerzo en las cimentaciones representa diversos retos en todas las etapas de un proyecto, que lleva a optimizar desde la elaboración de los presupuestos para lograr una eficiencia aceptable en la etapa constructiva.

En este artículo, se realiza una comparativa de resultados numéricos, así como cronológica, para la realización del proceso de cuantificación de acero de refuerzo en cimentaciones, teniendo, por una parte, la utilización de la tecnología BIM, y por otra un método convencional considerado manual. Se utiliza como metodología la observación de una práctica, realizada por alumnos de ingeniería civil y docentes de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense (UTHH), aplicada a un proyecto constructivo en el cual se realiza la cuantificación mencionada, limitando el alcance a la cimentación, realizando el análisis de las ventajas, limitaciones y aplicaciones de la metodología BIM contra procedimientos manuales, y sus implicaciones en el contexto actual de la industria de la construcción.

DESARROLLO

A través de este estudio se busca argumentar la creciente necesidad de implementar la enseñanza y práctica de software aplicado para metodología BIM, a partir de la evidencia de la reducción de tiempo, precisión en cuantificaciones, y por tanto, reducción de costos es un ambiente práctico real.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El objetivo general de esta investigación es evaluar la reducción de tiempos en la cuantificación del acero de refuerzo para la cimentación de un proyecto constructivo al aplicar la metodología BIM comparada con una metodología manual tradicional.

- Para lograr el objetivo general se han trazado los siguientes objetivos específicos:
- Calcular la cantidad de acero de refuerzo para la cimentación de un proyecto constructivo utilizando metodología tradicional a partir de hojas de cálculo o calculadoras.
- Modelar la cimentación de un proyecto constructivo utilizando un software compatible con la metodología BIM para realizar la cuantificación del acero de refuerzo utilizado.
- Analizar los resultados obtenidos y el tiempo requerido mediante métodos comparativos entre ambas metodologías utilizadas.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto principal de estudio es la cuantificación del acero de refuerzo en estructuras de concreto, y en particular, las cimentaciones. El acero de refuerzo representa un porcentaje importante del costo de los materiales de construcción en un proyecto de edificación, y a la vez, en los procesos constructivos, un procedimiento en donde es importante cuidar que las cuantificaciones sean precisas, evitando sobrecostos en las empresas constructoras.

METODOLOGÍA

Para este artículo se utilizó un método comparativo entre dos procedimientos aplicables para la cuantificación de acero de refuerzo en elementos de concreto, con un enfoque cualitativo, por lo que se inicia estableciendo los antecedentes para una correcta contextualización teórica del objeto de estudio, así como una descripción precisa del caso práctico con el que se desarrolló el ejercicio comparativo.

El estudio comparativo consistió en utilizar dos metodologías comúnmente aceptadas en el medio de las empresas constructoras para la cuantificación del acero de refuerzo, limitando el ejercicio a únicamente la fase de cimentación. Para la primera metodología “manual tradicional”, se seleccionaron al azar a tres alumnos de la carrera de ingeniería civil de la universidad tecnológica de la Huasteca Hidalguense para realizar la cuantificación del caso práctico, en donde solo usarían las herramientas tradicionales como son hojas de cálculo, procesadores de texto y calculadora. Para este caso se hace también una comparación entre los tiempos utilizados y resultados obtenidos entre los tres sujetos debido al alto componente de factor humano en el procedimiento.

Para la metodología BIM, un profesor capacitado en el uso de un software BIM, haciendo uso de este realizaría el mismo ejercicio práctico. Para este ejercicio solo se consideró al profesor capacitado para tener un parámetro de referencia, puesto que el plan de estudios actual no contempla la metodología BIM en el proceso formativo.
Finalmente, se comparan las variables de tiempo necesario para realizar la actividad, así como la variación entre los resultados obtenidos del proceso de cuantificación.

FASES DEL DESARROLLO.

Antecedentes

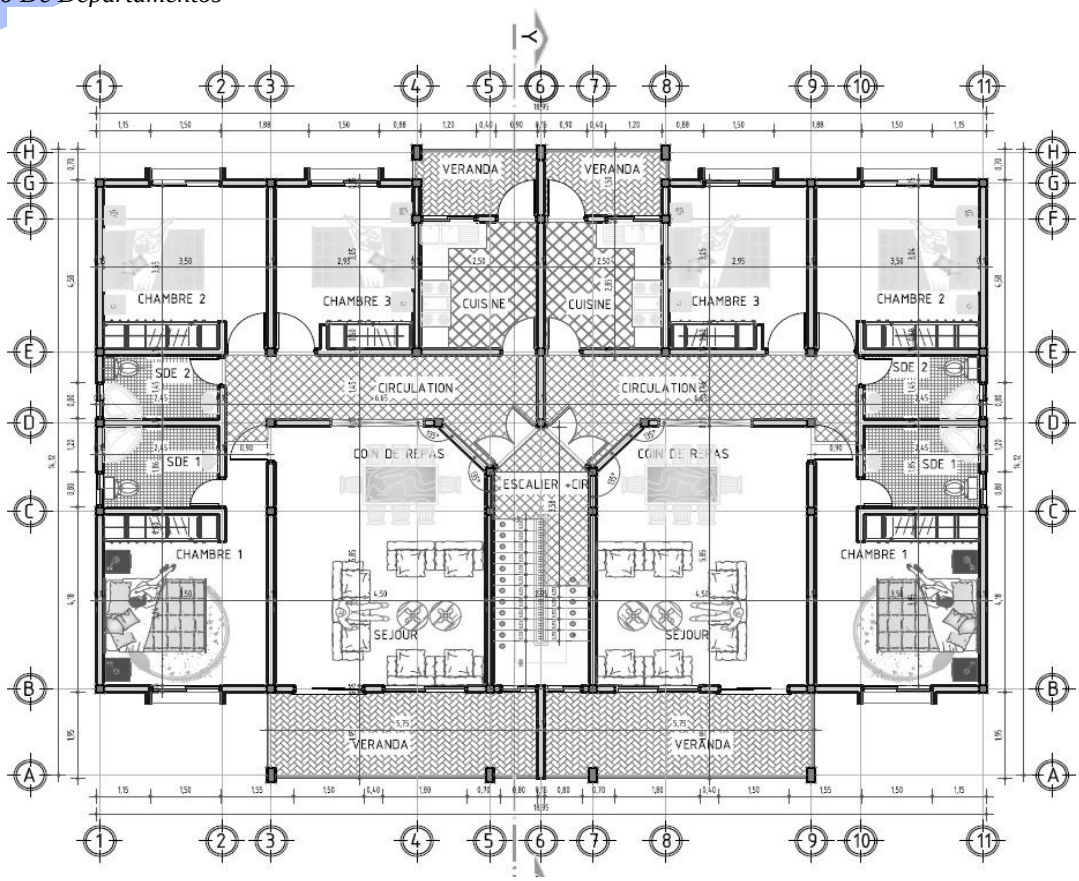
El proceso de cuantificación de materiales en proyectos de ingeniería civil ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, impulsado por avances tecnológicos y metodológicos. Antes de la adopción generalizada de herramientas como el BIM, la cuantificación de acero de refuerzo en zapatas corridas se realizaba predominantemente de forma manual, utilizando planos de diseño y cálculos detallados para determinar las cantidades necesarias. Si bien este método ha sido tradicionalmente efectivo, presenta limitaciones en términos de precisión, tiempo y costos asociados.
Con la llegada, primero del uso cotidiano de la computadora, y más recientemente, del BIM, se introdujo un enfoque más integrado y colaborativo para la gestión de proyectos de construcción. El BIM permite la creación de modelos digitales tridimensionales que integran información detallada sobre geometría, materiales, cantidades y especificaciones de diseño. La cada vez más creciente variedad y perfeccionamiento del software, ha facilitado enormemente la cuantificación de cada vez más materiales requeridos en los proyectos de construcción, incluido el acero de refuerzo en concretos reforzados, dando las ventajas de automatizar procesos y reducir errores asociados con métodos manuales.
Existen ya estudios que han abordado, con diferentes enfoques, la eficacia del BIM en diversos aspectos y etapas del periodo de vida de un proyecto constructivo, desde su idea hasta su operación. Algunos investigadores establecen que estamos en un cambio de paradigma laboral que precisa atención para, que, precisamente desde la formación en las universidades, sea posible de dotar de las competencias y destrezas necesarias a los nuevos profesionales con la premisa que el ámbito de BIM es tan amplio, inclusive como una perentoria necesidad para la formación de la figura que coordine a todos los equipos que interactúan. (Cos-Gayon López 2016).
Otros estudios tienen un enfoque en la gestión administrativa del proceso constructivo con el fin de evaluar los posibles beneficios económicos y de tiempo en la realización de proyectos de edificación, y precisamente aplicados a casos prácticos reales y abarcando diversos indicadores como el nivel de producción por parte de los obreros de la construcción (Pérez Gómez Martínez, del Toro Botello y López Montelongo 2019).
Pese a la cada vez mayor diversidad de estudios, así como la propia mercadotecnia que producen los desarrolladores de software BIM, que hacen evidentes sus beneficios, su implementación plena en la industria de la construcción ha enfrentado desafíos, relacionados con la capacitación del personal, costos de adquisición y resistencia al cambio en algunas organizaciones. Además de la falta de estudios y la divulgación de los beneficios, permitiendo aun la coexistencia con métodos manuales y tecnológicos tradicionales en la cuantificación de materiales.
Si ya está siendo probada la precisión y eficiencia del BIM al calcular cantidades de materiales y o conceptos de obra, es motivo de interés hacer la pregunta de investigación, ¿qué magnitud tiene el impacto de la aplicación del BIM para la cuantificación de acero de refuerzo en concreto reforzado? metodológicamente, este trabajo se limita al proceso constructivo de cimentaciones.
Se parte de la hipótesis de que el uso de BIM, comparado con técnicas tradicionales, reduce significativamente el tiempo dedicado a la tarea de cuantificar el acero de refuerzo en cimentaciones, alcanzando resultados más certeros en dicho proceso constructivo.
Para lograr el objetivo de investigación que la pregunta supone, en este artículo se propone que a partir del desarrollo de cuantificaciones del acero de refuerzo en la cimentación de un proyecto de edificación tanto con métodos tradicionales como haciendo uso de BIM. Posteriormente, evaluar el impacto mediante el análisis de datos numéricos de los resultados obtenidos, y cronológicos de los procesos realizados, con el objetivo de proporcionar una visión integral de sus ventajas, desafíos y aplicaciones prácticas en la industria de la construcción contemporánea.

Descripción del proyecto

Para el caso de estudio, se presenta el análisis de un pequeño edificio dúplex departamental de 5 niveles. Como se muestra en la figura 1, se presenta una planta arquitectónica de dicho proyecto, en la que se observa que cada departamento cuenta con pequeños espacios bien distribuidos como sala, comedor cocina baño compartido para dos recámaras secundarios y una recámara principal con baño propio, además de dos terrazas.
Se propone una cimentación a base de zapatas corridas de 60 cm de ancho a lo largo de todos sus muros de carga, la estructura cuenta con pequeñas columnas de carga para aumentar la rigidez del edificio, mismo que requiere de un ensanchamiento de zapata para contener las cargas puntuales que se generan sobre estos elementos, para fines de cuantificación de acero de refuerzo en la planta de cimentación, este detalle de ensanchamiento e irregularidad de la planta arquitectónica, hacen que la cuantificación manual eleve el grado de complejidad en cálculo.

Figura 52

Planta Tipo Edificio De Departamentos



Cuantificación manual

Con la información previa del proyecto, por parte del diseñador estructural, se procede a realizar la cuantificación, para lo cual, se hizo la selección de tres alumnos al azar, a los que se realiza la observación del tiempo requerido para llevar a cabo el trabajo, así como para tener una muestra sobre los resultados obtenidos, teniendo en cuenta la complejidad y los criterios individuales que aplican para el proyecto.

De manera enunciativa, no limitativa, se presentan los pasos para realizar el proceso de cuantificación manual de acero de refuerzo para zapatas corridas en una edificación:

- Revisión de planos y especificaciones:
  Obtener los planos estructurales y las especificaciones de diseño que detallen las dimensiones y características de las zapatas corridas.
- Selección de diámetros y disposición de barras:
  Determinar la disposición de las barras de refuerzo, considerando la distribución de cargas y las condiciones de confinamiento en la zapata.
- Cálculo de longitudes de barras:
  Calcular las longitudes de las barras de refuerzo necesarias para cada capa y tramo de la zapata, considerando traslapes, anclajes y doblado de barras según las normativas aplicables.
- Cuantificación de cantidades de acero:
  Determinar las cantidades de barras de refuerzo requeridas en metros lineales o toneladas para cada diámetro y tipo de acero utilizado en la zapata corrida.
  Realizar una lista detallada de cantidades por diámetro y tipo de barra, así como una suma total de acero de refuerzo para la zapata completa.
- Verificación de cumplimiento normativo:
  Verificar que las cantidades y disposiciones de acero calculadas cumplan con los requerimientos establecidos en las normativas y especificaciones de diseño aplicables.
- Documentación y presentación de resultados:

Elaborar un informe técnico que incluya los cálculos realizados, las cantidades de acero de refuerzo obtenidas y las justificaciones de diseño según normativas y criterios estructurales.

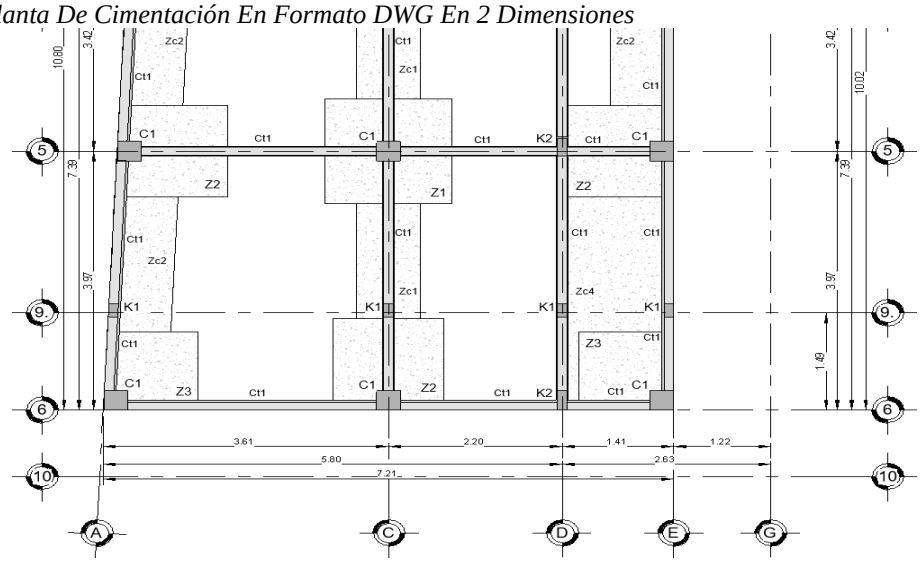
Presentar los resultados de manera clara y organizada en tablas, gráficos y diagramas que faciliten su comprensión y revisión por parte de otros profesionales o autoridades pertinentes.

Al seguir estos pasos de manera rigurosa y precisa, se logrará realizar una cuantificación manual efectiva y confiable del acero de refuerzo para zapatas corridas en una edificación, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad estructural requeridos en la industria de la construcción.

Generalmente para realizar la cuantificación de acero estructural en cimentaciones, se proporciona al calculista un plano de cimentación como el que se muestra en la figura 2, que contiene una fracción muestra de la propuesta de cimetación en la que se observan las dimensiones y especificaciones técnicas, esta información típicamente se entrega en formato DWG en dos dimensiones, en el cual se obtiene información de la estructura de las zapatas y de los elementos complementarios para formar el sistema de cimentación, el hecho de que la información se muestre en 2 dimensiones hace que el calculista tenga visualizar la forma real en que se dispondrán las barras de acero dentro de las zapatas corridas.

Figura 53

Presentación Típica De Planta De Cimentación En Formato DWG En 2 Dimensiones



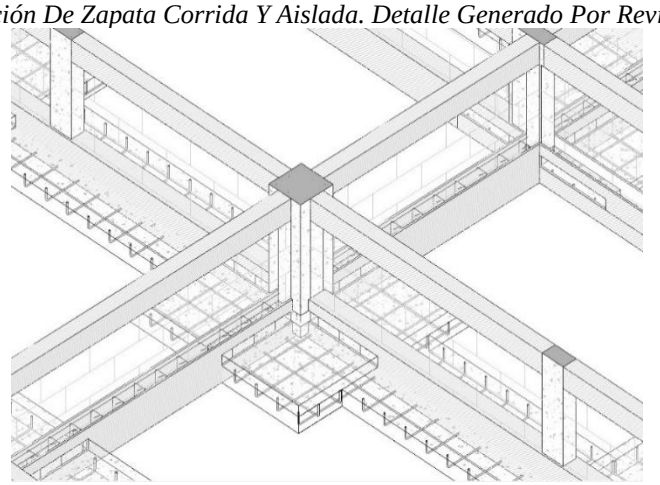
Lo complicado del proceso estriba, en que, cada barra dispone de una posición y longitud diferente a lo largo de la planta, por lo que generalmente se comente el error de querer obtener la cantidad de acero por metro lineal. Es decir, solo con obtener la longitud lineal de las zapatas y multiplicarlo por la cantidad de acero por m2, esto genera un error muy grave en los cruces, ya que la cantidad de éstos se cuantifican doble, y deberá hacerse el descuento lineal para poder obtener la cantidad de acero real. Otro punto para tomar en cuenta es el hecho de que, en obra, el acero se dispone en tramos largos, es decir, no se realizan traslapes en cruces, ni en ensanchamientos de zapatas, los que generalmente se cubren con bastones adicionales que también se deben de considerar en la cuantificación general.

Otro factor común en la disposición de este tipo de cimentaciones es el hecho de que existe una combinación de zapatas corridas y aisladas, es decir, de acuerdo con la configuración de cargas, este tipo de elementos quedan unidos entre sí por el acero de refuerzo, mismo que no puede ser separado, si no que, al contrario, se debe de cuantificar como un solo elemento, ya que el acero de refuerzo en la práctica constructiva se coloca de manera continua.

Como se muestra en la figura 3, generada mediante Revit, para el caso de los ensanchamientos de zapatas corridas para contener en forma combinada una columna con carga puntual, generalmente el acero de la zapata aislada debe de ser continuo, lo que se traduce en solo un ensanchamiento de la base de la zapata y en ese sentido, un aumento en el peralte de concreto de esta zapata aislada, pero, como se puede observar en la imagen no. 5, el acero principal queda continuo entre la zapata aislada y la zapata corrida. Lo anterior dificulta en gran medida la cuantificación del acero, ya que no se distingue a simple vista donde comienza el acero de la zapata aislada y donde en de la corrida, generando confusión a la hora de realizar la cuantificación del acero, para nuestro caso de estudio, en la zapata corrida.

Figura 54

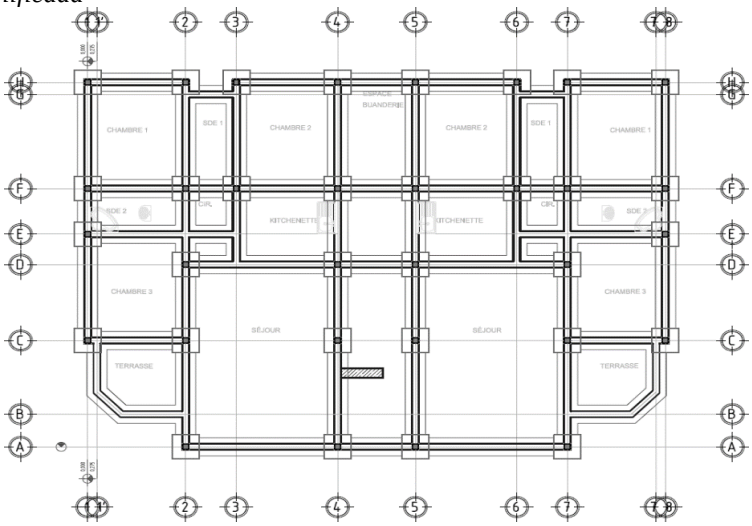
Ensanchamiento De Zapata, Combinación De Zapata Corrida Y Aislada. Detalle Generado Por Revit.



En la figura 4, se presenta la planta de cimentación simplificada del edificio en estudio, misma que presenta el caso antes descrito, zapatas aisladas en combinación con pequeñas zapatas aisladas para contener cargas puntuales, a lo que se le llama comúnmente como zapatas combinadas.

Figura 55

Planta De Cimentación CAD Simplificada



Como podemos observar, la geometría de la planta de cimentación no nos permite realizar una cuantificación lineal, lo que implica que el calculista tenga que visualizar en su mente los tramos de varilla que irán de eje a eje, descontar los cruces, y realizar todos los cálculos ayudados solo por un sistema CAD en 2D para tomar dimensiones directamente en la computadora. Sin embargo, los cálculos y las anotaciones deberán de hacerse de forma tradicional con lápiz y papel, ayudado de una calculadora manual, aumentando considerablemente el tiempo de cálculo y la probabilidad de error al hacer una gran cantidad de anotaciones, sumas y restas manuales.

Para poder obtener datos confiables del proceso de cuantificación de acero de refuerzo en las zapatas del edificio de estudio, se seleccionó a tres estudiantes de ingeniería civil de la UTHH, que realizaran la cuantificación del acero de refuerzo de la planta, utilizando el método manual antes descrito. Los resultados se muestran en la tabla 1. En esta tabla se coloca la información correspondiente a cada uno de los estudiantes participantes del estudio, en la que se identifican los tiempos de cuantificación, y las cantidades de acero, expresadas finalmente en toneladas, que obtuvo cada uno de ellos.

Tabla 10

Comparativa De Resultados Con Cuantificación Manual

Estudiante	Tiempo de cuantificación	Metros lineales de acero de refuerzo de 3/8”	Peso de acero de refuerzo Kg/m	Piezas de acero en tramos de 12m	Tonelaje de acero de refuerzo
A	4 hrs 32 min	1345.5	0.65	150.80	0.87 ton
B	4 hrs 15 min	1456.2	0.65	176.58	0.94 ton
C	4 hrs 52 min	1582.3	0.65	131.85	1.02 ton

En la tabla anterior se puede observar que los tiempos y los resultados varían considerablemente entre cada estudiante, lo cual lleva a desconfiar del resultado presentado, el cual también varia debido al factor humano; para la realización de este ejercicio práctico no se tiene referencia con la cuál aseverar la cantidad real del acero a utilizar. Cabe hacer mención que los resultados anteriores no se consideran desperdicios ni traslapes.

Cuantificación BIM

A continuación, se da lugar al procedimiento con metodología BIM, y se establecen los pasos para realizar el proceso de cuantificación del acero de refuerzo para las zapatas corridas en la edificación descrita anteriormente. Existe una diversidad de software para ser empleado para este fin, sin embargo, se tienen limitantes económicas (relacionadas con el costo de licencias) y tecnológicas (con os requerimientos del sistema), lo que conduce que esta sección práctica es únicamente desarrollada en una muestra única, desarrollada por un profesor con conocimiento en el uso de BIM. Los pasos por seguir son los siguientes:

- Modelado e incorporación de información detallada:
  Desarrollar un modelo tridimensional detallado de la estructura de la edificación, incluyendo las zapatas corridas y su entorno estructural, incluyendo información detallada sobre las propiedades del concreto, características de las zapatas corridas, cargas aplicadas y especificaciones de diseño dentro del modelo BIM.
- Diseño de refuerzo automatizado:
  Utilizar herramientas y complementos BIM específicos para el diseño y cuantificación de acero de refuerzo, como Revit Structure, para generar automáticamente la disposición de barras de refuerzo dentro de las zapatas corridas según los criterios de diseño establecidos.
- Cálculo de cantidades de acero:
  Utilizar las capacidades de cuantificación automática del software BIM para calcular las cantidades de acero de refuerzo necesarias en metros lineales o toneladas para cada diámetro y tipo de barra utilizada en las zapatas corridas.
- Optimización y ajustes de diseño:
  Realizar ajustes y optimizaciones en el diseño de refuerzo dentro del modelo BIM para cumplir con los requerimientos de diseño estructural, minimizando desperdicios y optimizando el uso de materiales.
- Verificación de cumplimiento normativo:
  Verificar que las cantidades y disposiciones de acero de refuerzo obtenidas cumplan con los requerimientos establecidos en las normativas y especificaciones de diseño aplicables, utilizando herramientas de análisis integradas en el software BIM.
- Generación de informes y documentación:
  Generar informes automáticos dentro del software BIM que incluyan las cantidades de acero de refuerzo calculadas, detalles de diseño y justificaciones según normativas y criterios estructurales.
- Colaboración y coordinación multidisciplinaria:
  Facilitar la colaboración entre diferentes equipos de diseño y construcción al compartir el modelo BIM actualizado con información precisa sobre el refuerzo de las zapatas corridas, mejorando la coordinación y reduciendo errores en la ejecución del proyecto.

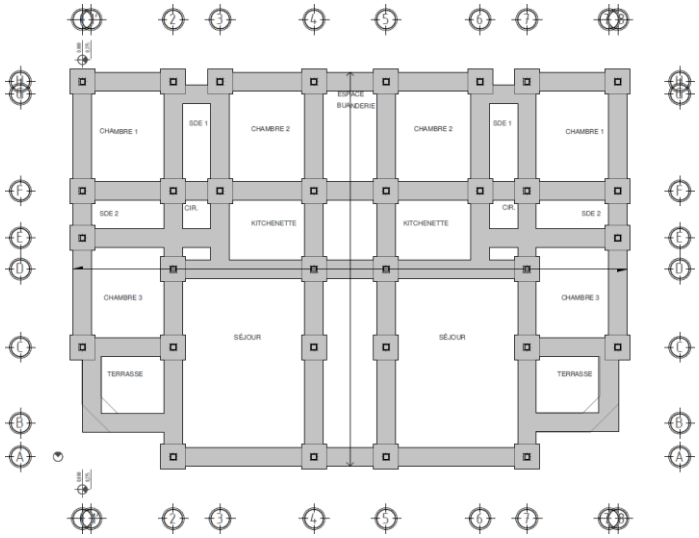
Al seguir estos pasos utilizando la tecnología BIM de manera efectiva, se logra una cuantificación automatizada y precisa del acero de refuerzo para zapatas corridas en una edificación, aprovechando las capacidades integradas de modelado, diseño y análisis que ofrece este enfoque tecnológico en la industria de la construcción.

Uno de los requisitos indispensables para poder utilizar la tecnología BIM, es generar un modelo 3D detallado que simule con la mayor precisión posible las condiciones reales de obra. Para realizar lo anterior se necesita de un manejo fluido del software, es decir, definitivamente no se puede estar practicando o aprendiendo la utilización del programa, cuando ya se tiene que obtener un entregable profesional. El entrenamiento en el sistema debe de ser en una etapa previa a la generación productiva de resultados.

De acuerdo con lo anterior, el proceso de modelado comienza con la importación del mismo dibujo CAD, que nos proporcionaron en el método manual, solo que la diferencia radica en que ahora no solo se tomarán medidas como en el sistema CAD, si no que ahora, este dibujo se convierte en una plantilla sobre la cual vamos a modelar en este caso las zapatas corridas en estudio. Aplicando los procedimientos necesarios, que no es motivo de esta investigación, podemos generar el modelo de la cimentación que se muestra en la figura 5, la cual muestra una vista que es resultado de tener en el programa BIM la cimentación del ejercicio práctico, el cual se realizó en un tiempo de 32 min. Como se mencionó, este tiempo estará determinado por la experiencia del modelador. Cabe resaltar, que este es el proceso que consume más tiempo dentro del ambiente BIM.

Figura 56

Planta De Cimentación Modelada Con BIM



Una vez generado el modelo BIM, se realizan las configuraciones pertinentes para poder generar el modelado automático del armado de refuerzo para la planta de cimentación, cabe resaltar, que el sistema toma en cuenta de forma inteligente los cruces entre varillas, ganchos, y la colocación automática de los bastones necesarios para cubrir las dimensiones de las ampliaciones de zapatas en las columnas aisladas. Como se muestra en la figura 6, se establecen los parámetros y propiedades del acero de refuerzo en el software BIM.

Figura 57

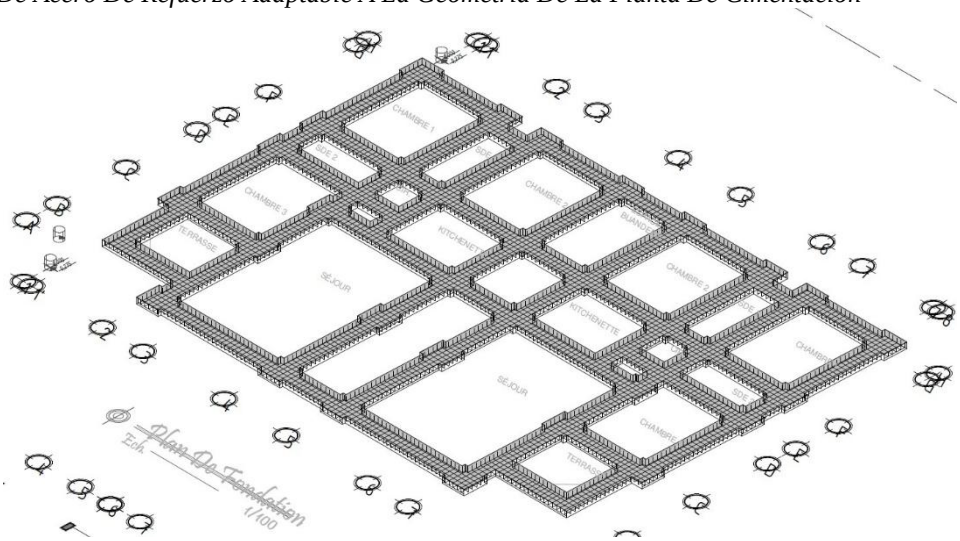
Configuración General Para La Generación Automática De Armado



Para generar el armado automático, primero se deberá generará una familia de cimentación de zapata corrida dentro del ambiente BIM, tomando en cuenta las características de materiales, tanto de concreto, como del acero de refuerzo, en este caso se utiliza un acero con límite de fluencia de 4200 kg/cm2. Y un diámetro de 3/8 de pulgada. De acuerdo con las especificaciones de los planos proporcionados, este armado consiste en varilla con diámetro de 3/8, a una separación de 15 cm en ambos sentidos. Los datos son configurados en el software y una vez terminada la configuración, se obtendrá como resultado la imagen 7, que es el modelo general de la cimentación, que contiene a detalle y en 3D la totalidad de varilla que se requiere para construir la planta de zapatas.

Figura 58

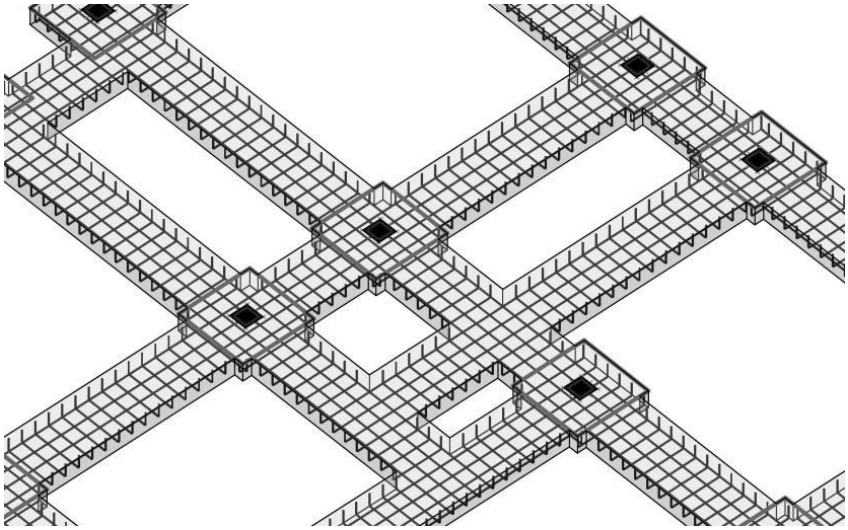
Generación Automática De Acero De Refuerzo Adaptable A La Geometría De La Planta De Cimentación



Como se puede observar en la figura anterior, la geometría del modelo se basa en el archivo DWG, proporcionado al inicio, con lo que se reduce el riesgo de error en el modelado, ya que, en este caso el calculista y modelador BIM, no tiene que redibujar las secciones, ni tampoco introducir dimensiones de forma manual al software, solo modela con base en la geometría establecida, dando mayor certeza al a los resultados, y para este caso de estudio, parte de a misma información proporcionada a los estudiantes para la cuantificación manual.
Como se puede observar en la figura 8, consistente en un acercamiento al detalle del modelo, donde se puede observar con detalle la totalidad de varilla de 3/8 que tendrá la planta de cimentación a base de zapatas corridas en combinación con las ampliaciones de zapata aisladas para las columnas.

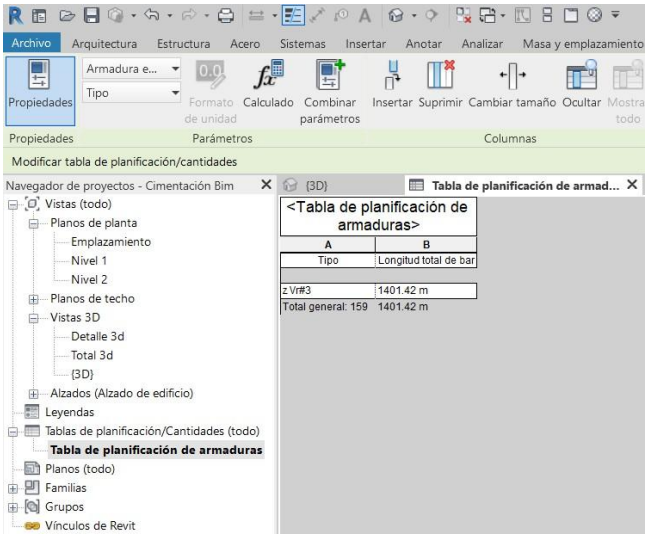
Figura 59

Detalle De Generación Automática De Armado En 3D



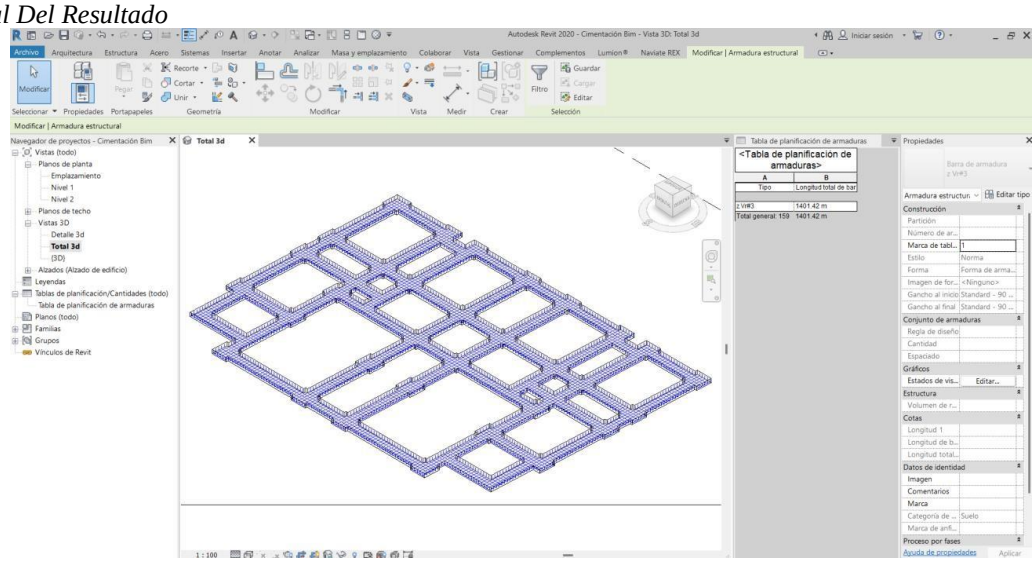
Cabe hacer mención, que el proceso de configuración de este modelado fue de 6 min. Una vez que se tiene el modelado del acero de refuerzo, el siguiente paso es el de generar una “tabla de planificación”, la cual se obtiene por medio de una herramienta incluida dentro del software, la cual tiene la capacidad de proporcionar la longitud total de varilla de 3/8 que tiene el modelo.
El resultado de las configuraciones es la figura 9, que muestra una tabla que en el entorno del programa proporciona de forma sencilla pero contundente, la longitud total de acero de refuerzo de 3/8 de diámetro que tiene la totalidad de la planta de cimentación del edificio. El tiempo de configuración para esta acción es de 8 min, y se tiene como resultado final que la cantidad de acero de refuerzo de 3/8 para la totalidad de la planta es de 1401.42m.

Figura 60
Resultado De La Tabla De Cuantificación Para El Armado Final



El utilizar un software con un entorno visual intuitivo, se constituye como una herramienta muy poderosa a la hora de verificar resultados, aplicando el procedimiento correspondiente, como se ilustra en la figura 10, el sistema BIM nos resalta en color azul, las varillas que están siendo cuantificadas y mostradas en la tabla de planificación correspondiente, lo cual representa una comprobación visual que nos da certeza de que los resultados obtenidos son completamente confiables.

Figura 61
Comprobación Visual Del Resultado



En este punto, termina el ejercicio práctico con la metodología BIM, con lo cual, con fines de comparación de realiza la tabla 2, que contiene como información primordial, el tiempo requerido para la realización del ejercicio, así como la cantidad de acero de refuerzo obtenido expresado finalmente en toneladas.

Tabla 2

Resultados De Cuantificación Con BIM

Modelado BIM	Tiempo de cuantificación	Metros lineales de acero de refuerzo de 3/8”	Peso de acero de refuerzo Kg/m	Piezas de acero en tramos de 12m	Tonelaje de acero de refuerzo
A	**46 min**	**1401.42**	**0.65**	**116.78**	0.91 ton

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez que se tienen los datos de los ejercicios, se procede a analizar la información para establecer algunos de los hallazgos más importantes. Por ejemplo, realizar tres pruebas en la primera metodología, permite hacer visible la importancia del factor humano que hace que haya una variación importante entre los tres sujetos de prueba.

Para la metodología BIM, si bien puede variar gracias a la habilidad entre un sujeto y otro, el objetivo de este estudio era comparar entre metodologías, y queda de manifiesto la ventaja, en cuanto a tiempo se refiere, por lo que la metodología planteada es suficiente para este fin. Ahora bien, es interesante notar la concordancia en cuanto al volumen cuantificado entre los sujetos A (con 0.87 ton) y el sujeto B (con 0.94 ton) situando los resultados en un punto medio entre ambos, no así se separa más del sujeto C (con 1.02 ton).

Se propone para el futuro de esta investigación, ampliar los ejercicios para poder establecer estadísticamente la probabilidad de error al realizar la cuantificación manual, comparada con la cuantificación BIM a la par de ampliar el número de sujetos haciendo el uso de la metodología BIM.

Un paso más, que a la par serviría de comprobación de los ejercicios realizados, sería llevar a cabo la edificación, donde además se puede tener información para poder considerar el volumen real necesario para llevar a cabo la edificación, a fin de actualizar, por ejemplo, los porcentajes de desperdicio considerados en la elaboración de los presupuestos de obra.

Finalmente, aplicando el método cualitativo, se presenta a continuación la tabla 3, que consiste en una comparativa de ventajas y desventajas entre usar la tecnología BIM y utilizar cálculos manuales en la cuantificación de acero de refuerzo en zapatas corridas para una edificación.

Tabla 3.

Comparativa Entre Metodología Tradicional Y BIM

Aspecto	Tecnología BIM	Cálculos manuales
Precisión	- Permite una cuantificación precisa y detallada del acero de refuerzo, minimizando errores humanos.	- Puede haber variabilidad en los cálculos debido a errores de interpretación o cálculos manuales
Eficiencia	- Automatiza procesos de diseño y cuantificación, reduciendo el tiempo necesario para obtener resultados.	- Requiere más tiempo y esfuerzo para realizar cálculos detallados y verificaciones manualmente.
Integración de información	- Integra información detallada de diseño, materiales y cargas en un modelo centralizado, facilitando la coordinación entre equipos.	- La información puede dispersarse en diferentes documentos, dificultando la integración y actualización de datos.
Optimización de Diseño	- Permite realizar análisis y optimizaciones de diseño de manera automatizada, mejorando la eficiencia en el uso de materiales.	- La optimización de diseño debe realizarse manualmente, lo que puede llevar a decisiones menos eficientes.
Capacidad de análisis.	- Ofrece herramientas integradas para realizar análisis estructurales y verificar el cumplimiento normativo de manera más precisa.	- Los análisis estructurales y verificaciones deben realizarse de forma separada, aumentando la posibilidad de errores.
Colaboración multidisciplinaria	- Facilita la colaboración entre diferentes equipos de diseño y construcción al compartir un modelo centralizado actualizado.	- La comunicación y coordinación entre equipos pueden ser más complejas al depender de documentos y cálculos manuales.
Costos	- Puede requerir una inversión inicial en software y capacitación, pero puede reducir costos a largo plazo al mejorar la eficiencia y precisión.	- Los costos asociados están principalmente relacionados con el tiempo y esfuerzo humano requerido para cálculos manuales y verificaciones.

Esta tabla proporciona una visión comparativa de las ventajas y desventajas clave entre la utilización de la tecnología BIM y el método de cálculos manuales en la cuantificación de acero de refuerzo para zapatas corridas en una edificación. La elección entre ambos métodos dependerá de factores como el tamaño del proyecto, recursos disponibles y la infraestructura tecnológica de la organización.

CONCLUSIONES.

Utilizando los métodos manuales tradicionales para cuantificar el acero de refuerzo que se necesita para la planta de cimentación del caso en estudio, en el aspecto de cronología, se requiere en promedio un tiempo de 4 horas con 32 minutos para completar el cálculo, en comparación con los 46 minutos que se necesitan para realizar el mismo cálculo utilizando tecnología BIM, incluyendo la generación del modelo 3D, lo que representa 9.8 veces más rápido que el método tradicional, representando una ventaja muy marcada en cuanto al rendimiento que se tiene utilizando esta tecnología.

Además, como podemos observar derivado del análisis de los resultados obtenidos en los cálculos manuales, al comparar entre varios resultados, no tenemos la certeza de que nuestro resultado sea correcto ya que no se tiene un patrón de comparación verdadero, haciendo **presente** la incertidumbre de tener un error que puede ser significativo en el proyecto. Sin embargo, utilizando la tecnología BIM, podemos realizar una verificación visual precisa del resultado, minimizando la probabilidad de error, lo cual genera una certeza de que nuestro resultado es correcto, mismo que contribuirá en gran medida a la precisión de los presupuestos de obra en cualquier proyecto constructivo.

Se concluye que, como respuesta a la pregunta planteada en este artículo, la implementación de la metodología BIM representa una ventaja en la eficiencia de la gestión y desarrollo de proyectos constructivos, lo que tiene un impacto directo en el aspecto financiero del proyecto, en un material que representa una importante inversión, y en el que las diferentes condiciones particulares de cada proyecto hacen que se pueda perder el control sobre la cuantificación y material instalado.

Aun se tienen desafíos, pues al ser una metodología relativamente reciente, no se incluye de manera integral en la formación del capital humano, lo que hace que se requiera su implementación desde la etapa formativa de los profesionales de la industria de la construcción, lo que representará un incremento en la eficiencia de la gestión del proyecto de construcción.

REFERENCIAS

Cos-Gayon López, Fernando. «Experiencia de implantación de metodología BIM en plan de estudios del máster universitario de edificación de la Universidad Politécnica de Valencia.» EUBIM 2016. Valencia, España, 2016.

Oussouboure, Guere, y Roberto Delgado Victore. «La asignación de recursos en la Gestión de Proyectos orientada a la metodología BIM.» Revista Arquitectura e Ingeniería, 2017.

Pérez Gómez Martínez, Gonzalo J. F. , Héctor Yair del Toro Botello, y Areli Magdiel López Montelongo. «Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling.» Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI, 2019.

Poó Rubio, Aurora. «El sector de la construcción en México.» Editado por Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño, Departamento de Procesos y Técnicas de Realización Universidad Autónoma Metropolitana. Anuario 2003, administración para el diseño., 2004: 120-140.

Simulación por Dinámica de Fluidos Computacional de Flujo de Aire en una Esfera

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.857

Carrillo-Mastache, Silvia; Pérez-García Emilio; Pérez-Ramírez Hanoi

Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato; Área Industrial, Eléctrica y Electrónica
[1]Institución de Procedencia/Personal,e-mail: autor-principal@mail.com
[2] Institución de Procedencia/Personal,e-mail: autor-secundario/coautorl@mail.com.

Resumen

Este estudio emplea la dinámica de fluidos computacional (CFD) para analizar el comportamiento del flujo de aire y el calentamiento solar dentro de un calentador esférico de acrílico, con el objetivo de optimizar su uso en la purificación de agua. El calentador esférico, diseñado para maximizar la captación de radiación solar, cuenta con un plato metálico absorbente central, el cual facilita el calentamiento del aire y la condensación del vapor en las paredes internas. Las simulaciones se realizaron en ANSYS Fluent, utilizandoun modelo k-ε de turbulencia y condiciones de radiación basadas en el clima de Dolores Hidalgo, Guanajuato.

Los resultados muestran que la distribución de velocidad y temperatura del aire maximiza el ciclo de evaporación y condensación, favoreciendo el flujo hacia las áreas de mayor condensación y mejorando la eficiencia en la recolección de agua purificada. Este análisis sugiere que la geometría esférica y el diseño del plato absorbente son determinantes paraoptimizar la absorción de calor y el ciclo de purificación del agua.

Palabras clave: *Dinámica de fluidos computacional (CFD), Calentador solar esférico, Patrones de flujo de aire, Simulación, Purificación de agua*

Abstract

This study employs computational fluid dynamics (CFD) to analyze the behavior of airflow and solar heating within a spherical acrylic heater, with the goal of optimizing its use in water purification. The spherical heater, designed to maximize the capture of solar radiation, has a central absorbing metal plate, which facilitates the heating of the air and the condensation of steam on the internal walls. The simulations were performed in ANSYS Fluent, using a k-ε model of turbulence and radiation conditions based on the climate of Dolores Hidalgo, Guanajuato.

The results show that the distribution of air velocity and temperature maximizes the evaporation and condensation cycle, favoring the flow towards the areas of greatest condensation and improving the efficiency in the collection of purified water. This analysis suggests that the spherical geometry and design of the absorbent plate are determinants to optimize heat absorption and the water purification cycle.

Keywords: *Computational Fluid Dynamics (CFD), Spherical Solar Heater, Air Flow Patterns, Simulation, Water Purification*

INTRODUCCIÓN

La simulación numérica de dinámica de fluidos computacional (CFD) ha emergido como una herramienta indispensable en la optimización de sistemas de calentamiento solar y purificación de agua. Al permitir una visualización detallada y cuantitativa de los fenómenosde transporte de calor y masa, la CFD facilita la comprensión de los mecanismos subyacentes en estos procesos. Esto, a su vez, posibilita la identificación de cuellos de botella, la evaluación de diferentes configuraciones de diseño y la predicción del desempeño de sistemas antes de su implementación física. En un contexto donde la demanda de energía limpia y agua potable es cada vez mayor, la aplicación de la CFD se revela como una estrategia clave para el desarrollo de tecnologías más eficientes y sostenibles.

La optimización de dispositivos solares requiere una comprensión profunda de los fenómenos físicos que ocurren en su interior. A pesar de la creciente importancia de las geometrías esféricas en el diseño de colectores solares y otros componentes, existe una notable carencia de estudios detallados sobre el comportamiento del aire en estas configuraciones. La complejidad de los patrones de flujo y transferencia de calor en volúmenes esféricos, sumada a la variabilidad de las condiciones de operación, dificulta la predicción precisa del rendimiento de estos dispositivos. Esta investigación busca llenar este vacío en la literatura, realizando un análisis numérico detallado de la dinámica de fluidos y la transferencia de calor en geometrías esféricas típicas de sistemas solares, conel objetivo de identificar los mecanismos dominantes y proponer estrategias de diseño paramejorar su eficiencia.

METODOLOGÍA

A continuación, se presenta una descripción detallada del modelo esférico utilizado como calentador solar se muestra en la figura 1, enfatizando sus características de diseño, dimensiones y materiales, así como su aplicación en la captación y aprovechamiento de energía solar para calentar agua.

Este calentador solar esférico está fabricado en acrílico transparente, permitiendo la entrada de luz solar y reduciendo las pérdidas de calor hacia el exterior. Con un radio de 100 mm y una altura total de 204.84 mm, el diseño del prototipo se basa en dos semiesferashuecas de 94.97 mm que se unen en el centro mediante una pestaña de 6 mm de espesoren cada semiesfera, proporcionando una unión sólida y un ajuste preciso. La transparenciadel acrílico facilita la captación de radiación solar directa, haciendo que el diseño aprovecheal máximo la luz para el calentamiento interno.

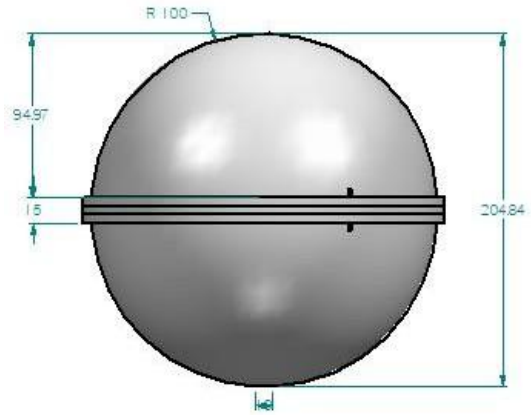
En el interior de la esfera, centrado en la parte baja, se encuentra un plato metálico de acerocon un diámetro de 90 mm y un espesor de 3 mm. Este plato, pintado de negro para maximizar la absorción de radiación solar, actúa como elemento captador de calor, transfiriéndolo al agua colocada en su superficie. El diseño permite añadir hasta 150 ml de agua sobre el plato de acero, lo cual es óptimo para alcanzar temperaturas elevadas en unvolumen de agua reducido.

Para la extracción del agua condensada, la parte inferior de la esfera cuenta con una perforación de 10 mm de diámetro. Esta abertura facilita el retiro del condensado que se forma en las paredes internas de la esfera debido al calentamiento del agua.

El modelo esférico, con su disposición y características de material, está diseñado para maximizar la eficiencia de captura y transferencia de energía solar hacia el agua. Su geometría y características lo hacen adecuado para estudios de destilación y calentamiento solar a pequeña escala, siendo de interés en aplicaciones de purificación de agua y en contextos donde se requiera una fuente de agua caliente a través de medios sostenibles.

El prototipo esférico que se muestra en la Figura 1 consiste en un modelo compacto y eficiente diseñado para maximizar la captación de energía solar en pequeñas cantidades de agua. Fabricado en acrílico transparente de 3 mm de espesor, permite la entrada de luzsolar al interior y minimiza las pérdidas de calor. La esfera tiene un diámetro exterior de 200mm y una altura total de 204.84 mm, y está conformada por dos hemisferios acoplados mediante una pestaña central. Dentro de la esfera, un plato de acero negro de 90 mm de diámetro actúa como absorbente, capturando la radiación solar y transfiriendo el calor al agua contenida en él. En la base, una perforación de 10 mm de diámetro facilita la extracción del condensado, optimizando así el proceso de calentamiento solar.

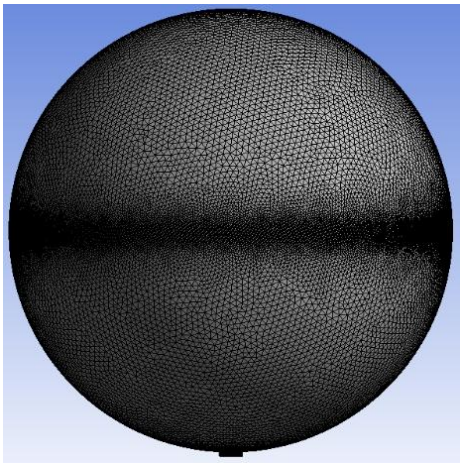
Figura 1
Prototipo esférico



Para simular el comportamiento térmico de la esfera de acrílico y su interacción con la radiación solar en Dolores Hidalgo, Guanajuato, se empleó el software ANSYS Fluent 18.1.

El modelo matemático subyacente a la simulación se basa en las ecuaciones de Navier- Stokes, que describen el flujo de fluidos, la transferencia de calor y la masa. La geometría de la esfera, diseñada en Solid Edge e importada a SpaceClaim, fue discretizada en una malla de volúmenes finitos compuesta por 3523699 celdas mostrado en la figura 2, se utilizóuna malla no estructurada para adaptarse a la geometría compleja de la esfera, obtenida tras un análisis de sensibilidad para garantizar la precisión de los resultados. Se implementó un modelo de radiación para simular la interacción de la radiación solar con el sistema, utilizando datos meteorológicos específicos de Dolores Hidalgo. Las condiciones de frontera incluyeron la definición de la radiación solar incidente, las propiedades térmicas delos materiales y las condiciones de no deslizamiento en las paredes sólidas. Esta configuración permitió analizar en detalle el comportamiento térmico de la esfera y evaluarsu desempeño como calentador solar.

Figura 2
Malla de la esfera



Para la simulación en ANSYS Fluent del flujo de aire en el calentador solar esférico, se establecieron condiciones de frontera y parámetros de simulación, adaptados a las condiciones atmosféricas típicas de Dolores Hidalgo, Guanajuato, México.

Condiciones fronteras.
Paredes de la esfera (superficie acrílica): Las paredes exteriores de la esfera se modelancomo paredes sólidas y aislantes. En ANSYS Fluent, estas paredes están definidas con unacondición de no deslizamiento (no-slip), lo que implica que la velocidad del aire en la superficie es cero debido a la adhesión del fluido a la pared.
Plato metálico interior (superficie absorbente): El plato de acero negro, ubicado en el centro de la esfera, actúa como fuente de calor debido a la absorción de radiación solar. Sele asigna una condición de temperatura constante de aproximadamente 60 °C, simulando el calentamiento solar. Esta temperatura representa un valor promedio estimado bajo exposición directa en condiciones solares moderadas

Salida de condensado: Se ubica en la base de la esfera y permite la extracción de aguacondensada. En la simulación, esta se define como una condición de presión de salida de 0 Pa (presión atmosférica), permitiendo la salida del condensado bajo presión ambiente sinafectar el flujo de aire interno.

Parámetros de simulación

Modelo de turbulencia: Para esta simulación se selecciona el modelo k-ε estándar, comúnmente utilizado en simulaciones de flujo de aire en ambientes cerrados debido a su estabilidad y precisión para flujos de convección y baja velocidad.

Propiedades del fluido (aire):

Densidad del aire: 1.184 kg/m³ (valor ajustado según condiciones atmosféricas anivel de Dolores Hidalgo).

Viscosidad dinámica del aire: 1.849 x 10^{-5} kg/(m·s), basado en condiciones de temperatura moderada (alrededor de 25 °C).

Conductividad térmica del aire: 0.026 W/(m·K).

Calor específico del aire: 1006 J/(kg·K).

Condiciones de radiación: Para representar el efecto del calentamiento solar, se emplea un modelo de radiación Solar Ray Tracing (trazado de rayos solares), que permite simular la incidencia de radiación solar directa sobre la superficie del plato de acero negro. La radiación solar se estima en un promedio de 800 W/m², un valor típico en zonas con alta exposición solar como Dolores Hidalgo en un día despejado.

Tiempo de simulación: La simulación se establece en régimen estacionario (estado estable) para capturar las condiciones de flujo y temperatura bajo exposición continua. Sinembargo, también puede configurarse en modo transitorio para analizar el comportamiento térmico del sistema en intervalos de tiempo específicos.

Solución y convergencia: Se establece un criterio de convergencia de 10^{-4} para los residuales, asegurando la precisión en las variables clave, como temperatura, velocidad y turbulencia.

Condiciones atmosféricas y localización en Dolores Hidalgo, Guanajuato.

Dolores Hidalgo, ubicado en una región con altitudes de aproximadamente 1,960 metros sobre el nivel del mar, experimenta un clima semiárido con baja humedad y temperaturas medias anuales de entre 18 °C y 25 °C. La radiación solar promedio en la zona es de 5.5 kWh/m² por día, siendo adecuada para estudios de calentamiento solar. Durante el día, la temperatura puede alcanzar hasta 30 °C en verano, proporcionando condiciones favorables para estudios de eficiencia de sistemas de calentamiento solar.

Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, ubicado en el estado de Guanajuato, México, se localiza aproximadamente en las coordenadas 21.1561° N de latitud y 100.9334° W de longitud. Esta posición geográfica representa la ubicación central de la ciudad, lo cual es relevante para estudios relacionados con condiciones climáticas, niveles de radiación solar y cálculos de ubicación satelital. En términos de zona horaria, Dolores Hidalgo se encuentra en GMT-6 (Tiempo del Centro, CST) durante el horario estándar.

3. Resultados y discusión

La Figura 3 muestra la distribución de la velocidad del aire dentro de la esfera, destacando que la velocidad máxima, de 0.144 m/s, se presenta cerca de la superficie del plato central y en las proximidades de las paredes internas de la semiesfera superior. Esta distribución de velocidades es clave, ya que el flujo acelerado cerca de las paredes facilita el transporte de vapor hacia las superficies más frías, promoviendo la condensación en esta región. La visualización en la Figura 3 permite entender cómo las velocidades influyen en el ciclo de evaporación y condensación, favoreciendo la eficiencia del proceso de purificación del agua dentro del dispositivo esférico.

Figura 3

Vista lateral de la distribución de velocidades.

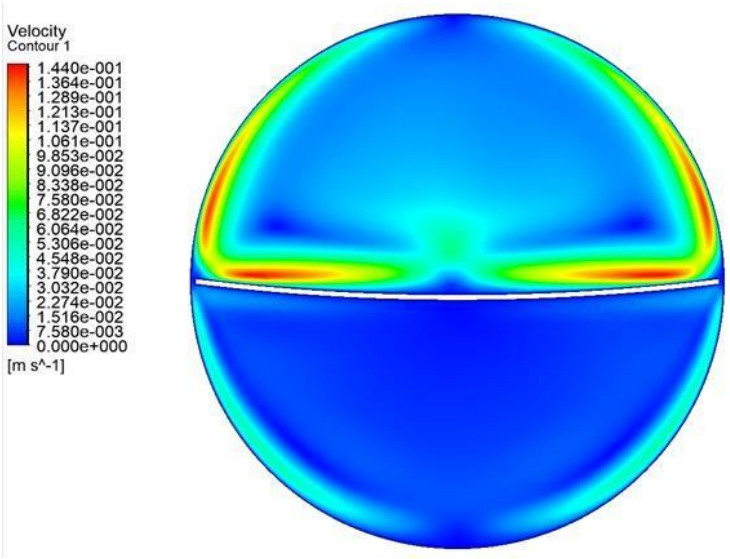
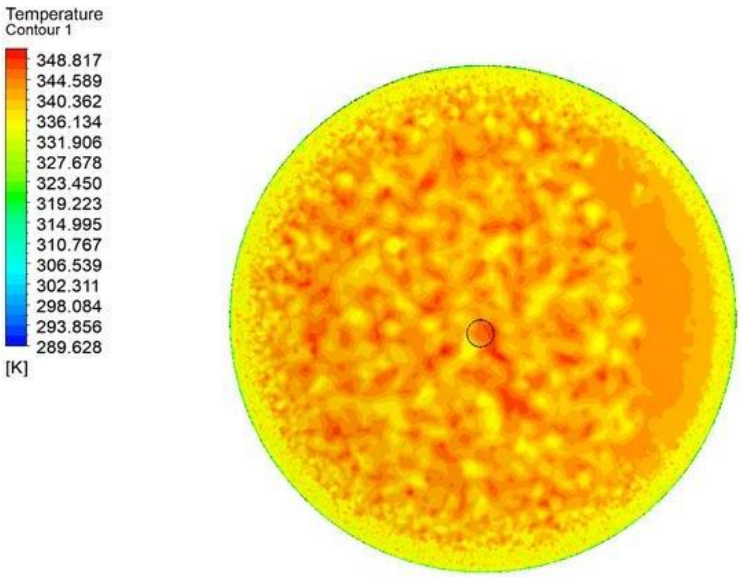


Figura 4

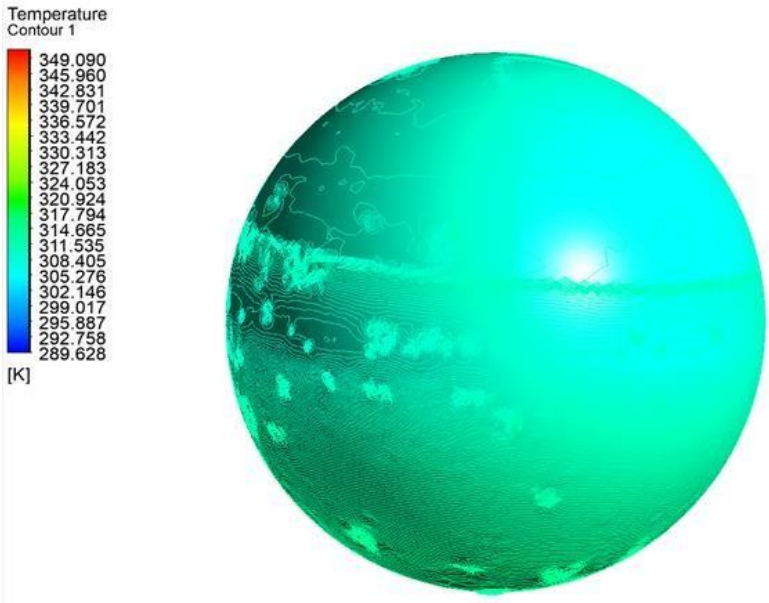
Vista superior del plato



En la Figura 4, Vista superior del plato que muestra el contorno de la temperatura, se observa una distribución térmica en la que la temperatura máxima alcanza los 75.6 °C en la superficie del plato. Este valor representa las áreas de mayor absorción y retención de calor, indicando que el plato actúa eficazmente como un concentrador térmico al captar la energía solar. La imagen permite identificar gradientes de temperatura a lo largo del plato, donde las regiones periféricas presentan temperaturas ligeramente inferiores, lo cual es común en sistemas de calentamiento solar donde la disipación ocurre en las áreas más alejadas del centro de absorción. Esta visualización facilita la comprensión de cómo el calor se distribuye y se transfiere, contribuyendo al análisis de la eficiencia térmica del diseño.

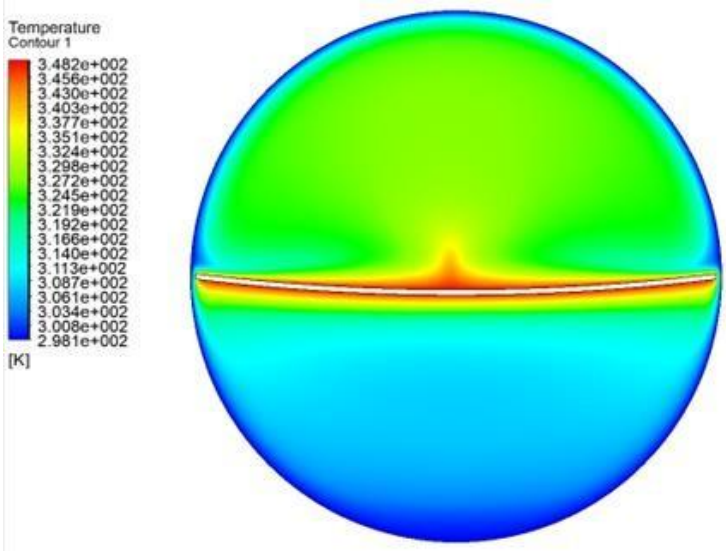
Figura 5

Vista lateral de la esfera del contorno de temperatura



Tanto en la Figura 5 como en la figura 6, se muestran la vista lateral de la esfera del contorno de temperatura, se presenta la distribución térmica en la superficie interna de la esfera, resaltando cómo tanto el plato absorbedor central como la posición del sol impactan en la temperatura interior. Se observa que el plato absorbedor, ubicado en el centro, alcanza una temperatura significativamente alta debido a su exposición directa a la radiación solar, actuando como el principal generador de calor en el sistema. Esta fuente térmica central genera un gradiente de temperatura, donde el calor se disipa hacia las áreas más alejadas en la esfera, influenciado por la incidencia solar. La variación de temperatura en esta vista lateral permite analizar cómo se distribuye el calor en el dispositivo y sugiere que el posicionamiento y diseño del plato son determinantes en la eficiencia térmic a del sistema.

Figura 6 Vista lateral de la esfera



En la Figura 6, Vista lateral de la esfera, se destaca la disposición del plato metálico en el centro de la esfera, el cual muestra la mayor temperatura en su superficie, evidenciando su rol como principal captador y radiador de calor. A medida que se observa el espacio en dirección hacia las paredes internas de la esfera, la temperatura disminuye progresivamente hasta acercarse a la temperatura ambiental. Esta gradiente térmica crea una zona de enfriamiento en las paredes de la esfera, favoreciendo la condensación del vapor de agua en estas superficies. Esta distribución de temperatura es clave para el funcionamiento del sistema, ya que permite que el agua evaporada se condense de manera eficiente en las paredes, lo cual es esencial en aplicaciones de destilación o purificación de agua en el dispositivo.
Los resultados presentados en las figuras 4, 5 y 6 ofrecen información clave para optimizar el diseño de sistemas de purificación de agua por calentamiento solar. En la Figura 4, la distribución térmica del plato indica una eficiencia alta en la absorción de radiación solar, con una temperatura máxima de 75.6 °C, lo cual es fundamental para el proceso de evaporación del agua. Este resultado sugiere que el material y color del plato, así como su ubicación central, son aspectos críticos para maximizar la absorción térmica. La formación de un gradiente de temperatura en el plato, donde las áreas periféricas presentan temperaturas menores, indica que el diseño puede beneficiarse de una estructura que retenga el calor cerca del centro para favorecer la evaporación sin perder energía hacia las zonas externas.

La Figura 5 confirma la importancia del plato central y su alineación con la incidencia solar. La creación de un gradiente térmico desde el plato hacia las paredes sugiere que el diseño debe concentrar el calor cerca del centro y permitir que la radiación solar directa maximice la temperatura en esta zona. Este efecto contribuye a generar vapor de manera eficiente en el área alrededor del plato y establece un flujo térmico constante hacia las paredes de la esfera. Estos resultados pueden guiar futuras modificaciones para lograr una temperatura aún más elevada en el centro o para extender el tiempo de retención del calor.

En la Figura 6, el enfriamiento gradual hacia las paredes crea condiciones ideales para la condensación del vapor de agua en la superficie interna de la esfera. La gradiente térmica hacia la temperatura ambiente cerca de las paredes refuerza el ciclo de evaporación y condensación, crucial para la purificación del agua. Al permitir que el vapor se condense en esta zona, se facilita la recolección de agua limpia en la base del dispositivo. Este diseño puede optimizarse para mejorar la eficiencia de condensación mediante materiales o recubrimientos específicos que retengan menos calor en las paredes, promoviendo aún más el enfriamiento en esta zona.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la disposición de la velocidad del aire en el interior de la esfera es fundamental para optimizar el proceso de condensación en el dispositivo. La velocidad máxima, de 0.144 m/s, observada cerca de la superficie del plato y en las paredes superiores de la semiesfera, indica un flujo ascendente adecuado para transportar vapor hacia estas zonas. Esto sugiere que el diseño permite que el aire caliente circule y se condense de forma efectiva en las paredes internas, lo cual es esencial para mejorar la eficiencia del dispositivo en procesos de destilación o purificación de agua. El flujo de aire contribuye a maximizar el contacto entre el vapor y las superficies de condensación, lo que permite un diseño más eficiente para aplicaciones de calentamiento y condensación en dispositivos solares esféricos
En conclusión, estos resultados demuestran que tanto un diseño adecuado del plato absorbedor, como el manejo del gradiente térmico, y el control de la distribución de temperatura pueden mejorar significativamente la eficiencia de dispositivos de purificación de agua por calentamiento solar. Al ajustar el material, color, y posición del plato, junto con el diseño de las paredes internas de la esfera, permitirá un ciclo de evaporación y condensación más eficiente, aprovechando al máximo la radiación solar y garantizando una mayor cantidad de agua purificada.

REFERENCIAS

Tagliafico, L. A., Scarpa, F., & De Rosa, M. (2013). Dynamic thermal models and CFD analysis for flat-plate thermal solar collectors – A review. Renewable And Sustainable Energy Reviews, 30, 526-537. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.023
Selmi, M., Al-Khawaja, M. J., & Marafia, A. (2007). Validation of CFD simulation for flat plate solar energy collector. Renewable Energy, 33(3), 383-387.
https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.02.003

Sistema Fotovoltaico Autónomo con Monitoreo Remoto: Innovación en la Gestión Energética

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.852

Teresa Yadria Frías Martínez[1], Hugo David Lozano Rodríguez[2], Octavio Hernández Gutiérrez[3], Brenda Fernández Ángeles[4]

[1]*Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, mecatronica@uttt.edu.mx*
[2]*Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, hugodavid.lozano@uttt.edu.mx*
[3]*Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, octavio.hernandez@uttt.edu.mx*
[4]*Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, brenda.fernandez@uttt.edu.mx*

Línea de investigación: Ingeniería

Resumen

Las redes inteligentes, o Smart Grids, son una evolución de la red eléctrica tradicional que incorporan tecnología digital para mejorar la eficiencia y fiabilidad del suministro de energía. La red actual, construida en la década de 1890, enfrenta desafíos modernos debido al aumento de la demanda y la integración de fuentes de energía renovable. Las Smart Grids ofrecen una solución a estos problemas mediante la incorporación de sistemas informáticos automatizados que permiten una comunicación bidireccional entre la instalación y el usuario. Este sistema facilita un uso más responsable de la energía y un monitoreo constante del consumo. Buscamos implementar un sistema fotovoltaico aislado y monitoreado a distancia, utilizando materiales almacenados en el laboratorio de Mecatrónica. Este sistema, autónomo y adaptable, proporcionará información en tiempo real sobre la producción y consumo de energía, optimizando su funcionamiento y asegurando un suministro constante, incluso durante apagones.

Palabras clave: Smart Grids, fotovoltaicos, sistemas embebidos, tecnología, eficiencia.

Abstract

Smart grids, or Smart Grids, are an evolution of the traditional electrical grid that incorporates digital technology to improve the efficiency and reliability of energy supply. The current grid, built in the 1890s, is faced with modern challenges due to the increase in demand and the integration of renewable energy sources. A solution to these problems is offered by Smart Grids through the incorporation of automated computer systems that allow for bidirectional communication between the installation and the user. This system facilitates a more responsible use of energy and constant monitoring of consumption. An isolated and remotely monitored photovoltaic system is sought to be implemented, using materials stored in the Mechatronics laboratory. This autonomous and adaptable system will provide real-time information about energy production and consumption, optimizing its operation and ensuring a constant supply, even during power outages.

Keywords: Smart Grids, photovoltaics, embedded systems, technology, efficiency.

INTRODUCCIÓN

Las redes inteligentes, conocidas como Smart Grids, representan una innovación transformadora en la gestión y distribución de energía eléctrica. En contraste con las redes eléctricas tradicionales, las Smart Grids incorporan tecnología digital avanzada y comunicación bidireccional, lo que permite una mayor eficiencia, fiabilidad y sostenibilidad del suministro eléctrico. La red eléctrica tradicional, construida en la década de 1890, ha evolucionado significativamente con el avance de la tecnología, pero enfrenta desafíos en la era digital debido a la creciente demanda de energía y la integración de fuentes de energía renovable. Las Smart Grids surgen como una solución necesaria para abordar estas limitaciones y mejorar la capacidad de respuesta de la red eléctrica ante fluctuaciones y eventos imprevistos.

El concepto de Smart Grids se basa en la integración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con la infraestructura de la red eléctrica. Esto permite una gestión más eficiente de la energía, facilitando la interacción en tiempo real entre los operadores de la red y los consumidores. Los componentes clave de las Smart Grids incluyen medidores inteligentes, sensores y actuadores, y sistemas de gestión de energía. Los medidores inteligentes registran el consumo de energía en intervalos cortos y transmiten esta información a las compañías eléctricas para su análisis, mientras que los sensores y actuadores monitorean y controlan diversos parámetros de la red, como voltaje y corriente. Los sistemas de gestión de energía analizan los datos recibidos y optimizan la distribución y el consumo de energía.

En el contexto de la generación de energía, los sistemas fotovoltaicos juegan un papel crucial en la transición hacia fuentes de energía más sostenibles. Estos sistemas convierten la energía solar en energía eléctrica mediante paneles solares compuestos de celdas fotovoltaicas. Existen dos tipos principales de sistemas fotovoltaicos: aislados e interconectados a la red. Los sistemas fotovoltaicos aislados utilizan baterías para almacenar la energía producida, lo que los hace ideales para áreas remotas sin acceso a la red eléctrica. Estos sistemas proporcionan energía continua incluso durante apagones, pero requieren un mantenimiento regular y la sustitución periódica de baterías. Por otro lado, los sistemas fotovoltaicos interconectados están conectados a la red eléctrica y utilizan medidores bidireccionales, permitiendo vender el exceso de energía generada a la red y reduciendo así los costos de energía.

El monitoreo remoto es una característica esencial en los sistemas fotovoltaicos modernos, facilitado por el Internet de las Cosas (IoT). El IoT permite la conexión y comunicación de dispositivos a través de Internet, recopilando y gestionando datos en tiempo real. En un sistema fotovoltaico monitoreado remotamente, los dispositivos IoT incluyen paneles solares, medidores inteligentes, baterías y otros componentes del sistema. Estos dispositivos recopilan datos del entorno y los transmiten a plataformas en la nube, donde se analizan y se presentan a los usuarios a través de interfaces gráficas. Las plataformas de monitoreo, como dashboards y sistemas de alertas, permiten a los usuarios supervisar el estado del sistema, detectar anomalías y tomar decisiones informadas para optimizar el rendimiento del sistema.

La Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji se encuentra en la vanguardia de la implementación de tecnologías avanzadas en la gestión de energía. En su laboratorio de Mecatrónica, Mantenimiento y Energías Renovables, la universidad busca diseñar un sistema fotovoltaico aislado monitoreado remotamente para aprovechar los recursos disponibles y proporcionar una plataforma educativa para sus estudiantes. Este sistema utilizará tecnologías de Smart Grids, IoT y sistemas embebidos para garantizar un suministro energético eficiente y sostenible. El objetivo es crear un sistema autónomo que pueda operar de manera independiente, ajustándose a las fluctuaciones de la red eléctrica y las condiciones ambientales, mientras proporciona información en tiempo real sobre la producción y el consumo de energía.

DESARROLLO

La innovación de esta investigación radica en el desarrollo de un sistema fotovoltaico autónomo con monitoreo remoto que combina tecnologías avanzadas como las redes inteligentes (Smart Grids), el Internet de las Cosas (IoT) y sistemas embebidos. Este sistema no solo aborda los desafíos energéticos contemporáneos, como la integración de fuentes renovables y la gestión eficiente del consumo, sino que también proporciona una solución educativa que permite a los estudiantes experimentar con tecnologías de vanguardia. Además, su implementación contribuye a la sostenibilidad energética y a la reducción de la dependencia de fuentes no renovables, garantizando un suministro estable incluso en condiciones adversas.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desarrollar e implementar un sistema fotovoltaico autónomo con monitoreo remoto que utilice tecnologías de redes inteligentes, IoT y sistemas embebidos para optimizar la producción, distribución y consumo de energía, promoviendo la sostenibilidad energética y la educación tecnológica.

1. Diseñar un prototipo de sistema fotovoltaico aislado que incorpore sensores, medidores inteligentes y una interfaz de usuario basada en plataformas IoT.
2. Implementar y validar un sistema de monitoreo en tiempo real utilizando herramientas de visualización como LabVIEW y Ubidots para optimizar el rendimiento energético.
3. Desarrollar una estructura modular para el sistema que permita su integración en ambientes educativos y áreas con acceso limitado a la red eléctrica.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto principal de estudio es el sistema fotovoltaico aislado, que incluye la generación, almacenamiento y monitoreo de energía a través de componentes embebidos y plataformas IoT. Este sistema se centra en garantizar un suministro autónomo de energía eléctrica, destacando su viabilidad técnica, educativa y sostenible en entornos donde el acceso a la red es limitado.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta investigación es de desarrollo tecnológico basada en el modelo de prototipos iterativos, ya que permite un enfoque práctico y flexible para el diseño y la implementación del sistema fotovoltaico autónomo con monitoreo remoto. Este modelo fue seleccionado debido a su capacidad para abordar problemas específicos en cada etapa del desarrollo, ajustando y optimizando los componentes del sistema en función de los resultados obtenidos en las pruebas preliminares.

FASES DEL DESARROLLO

El enfoque de prototipos es ideal para proyectos tecnológicos, ya que permite una evaluación continua y la incorporación de mejoras antes de alcanzar la versión final del sistema. En el caso de esta investigación, este modelo proporciona una estructura adecuada para integrar múltiples tecnologías, como sistemas embebidos, IoT y redes inteligentes, al tiempo que facilita la detección temprana de problemas y su resolución eficiente. Esto asegura un diseño robusto y funcional desde las primeras etapas de desarrollo que consta de estas fases:

1. Análisis de Requerimientos.

Se identificaron las necesidades técnicas y funcionales del sistema, como la generación autónoma de energía, el monitoreo remoto y la sostenibilidad. También se evaluaron los recursos disponibles, incluyendo materiales y software del laboratorio de Mecatrónica.

2. Diseño del Prototipo.

Se crearon esquemas eléctricos y planos estructurales utilizando herramientas CAD como Fritzing y SolidWorks. Además, se diseñaron circuitos impresos (PCB) para la integración de sensores, actuadores y microcontroladores.

3. Desarrollo del Sistema.

- Hardware: Ensamblaje de componentes electrónicos y fabricación de estructuras físicas mediante impresoras 3D.
- Software: Programación de sistemas embebidos en Arduino IDE y RTOS para el control de dispositivos y recolección de datos.
- Interfaces: Creación de plataformas de monitoreo intuitivas utilizando LabVIEW y Ubidots para visualizar datos en tiempo real.

4. Pruebas y Validación.

Se realizaron simulaciones y pruebas funcionales para evaluar el desempeño del sistema en diferentes escenarios, como fluctuaciones de la red y apagones. Estas pruebas permitieron ajustar parámetros y garantizar la estabilidad y la eficacia del sistema.

5. Integración y Documentación.

Se ensamblaron todas las partes del sistema en un prototipo funcional. Paralelamente, se documentaron los procedimientos y resultados, generando guías técnicas y didácticas para su aplicación en entornos educativos y áreas remotas.

MARCO DE REFERENCIA TEÓRICA

La fundamentación teórica de este estudio se centra en varios conceptos clave que son esenciales para entender y desarrollar un sistema fotovoltaico aislado con monitoreo remoto, integrando tecnologías de redes inteligentes (Smart Grids), Internet de las Cosas (IoT) y sistemas embebidos. Las redes inteligentes representan una evolución significativa de las redes eléctricas tradicionales, incorporando tecnologías digitales y sistemas de comunicación bidireccional para mejorar la eficiencia y la fiabilidad del suministro de energía eléctrica (Gómez, Hernández, & Rivas, 2018). Una Smart Grid es capaz de gestionar de manera eficiente la distribución de energía y responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda y la producción de energía (D. Zhang, Han, & Deng, 2018).

Los componentes clave de las Smart Grids incluyen medidores inteligentes, sensores, actuadores y sistemas de gestión de energía. Estos elementos permiten una monitorización continua y una gestión optimizada del flujo de energía, asegurando que tanto los operadores de la red como los consumidores puedan tomar decisiones basadas en datos en tiempo real (Y. Zhang, Huang, & Bompard, 2018), por otro lado los sistemas fotovoltaicos que convierten la energía solar en energía eléctrica mediante el uso de paneles solares son utilizados principalmente para este fin existiendo dos tipos de conexiones principales de sistemas fotovoltaicos: aislados e interconectados a la red eléctrica. Los sistemas fotovoltaicos aislados son independientes de la red eléctrica y utilizan baterías para almacenar la energía producida, lo que los hace ideales para áreas remotas sin acceso a la red (Sánchez Quiroga, 2012).

Estos sistemas proporcionan una fuente de energía confiable incluso durante apagones. Por otro lado, los sistemas interconectados no requieren baterías, ya que la energía generada se inserta directamente a la red eléctrica, y cualquier exceso de producción puede ser vendido a la red, reduciendo así los costos de energía (Arrieta Morelo, Puello Bravo, et al., 2018). El Internet de las Cosas (IoT) se refiere a la red de dispositivos conectados que recopilan y comparten datos a través de Internet (Barrio, 2018).

En el contexto de los sistemas fotovoltaicos, el IoT permite la monitorización remota y el control de los componentes del sistema, como los paneles solares, las baterías y los inversores. Los dispositivos IoT recopilan datos sobre la producción y el consumo de energía, el estado del sistema y las condiciones ambientales. Estos datos se transmiten a plataformas en la nube donde se analizan y se presentan a los usuarios a través de interfaces gráficas. Esta capacidad de monitoreo en tiempo real permite a los usuarios optimizar el rendimiento del sistema, detectar problemas y realizar ajustes necesarios para mantener la eficiencia operativa. Los sistemas embebidos son circuitos electrónicos diseñados para realizar tareas específicas dentro de un sistema más grande. En los sistemas fotovoltaicos, los sistemas embebidos juegan un papel

crucial al procesar datos recibidos de sensores y controlar los actuadores según las condiciones del sistema. Estos sistemas son esenciales para la automatización y el control eficiente de los procesos dentro de un sistema fotovoltaico.
Un sistema embebido típico incluye un microprocesador, sensores, actuadores y software para gestionar las operaciones del sistema. Los sistemas embebidos son particularmente importantes para garantizar el bajo consumo de energía y la capacidad de respuesta en tiempo real, características críticas para aplicaciones en sistemas fotovoltaicos y Smart Grids (Pedre, 2017). La integración de Smart Grids, IoT y sistemas embebidos en un sistema fotovoltaico aislado proporciona una solución completa para los desafíos energéticos contemporáneos.

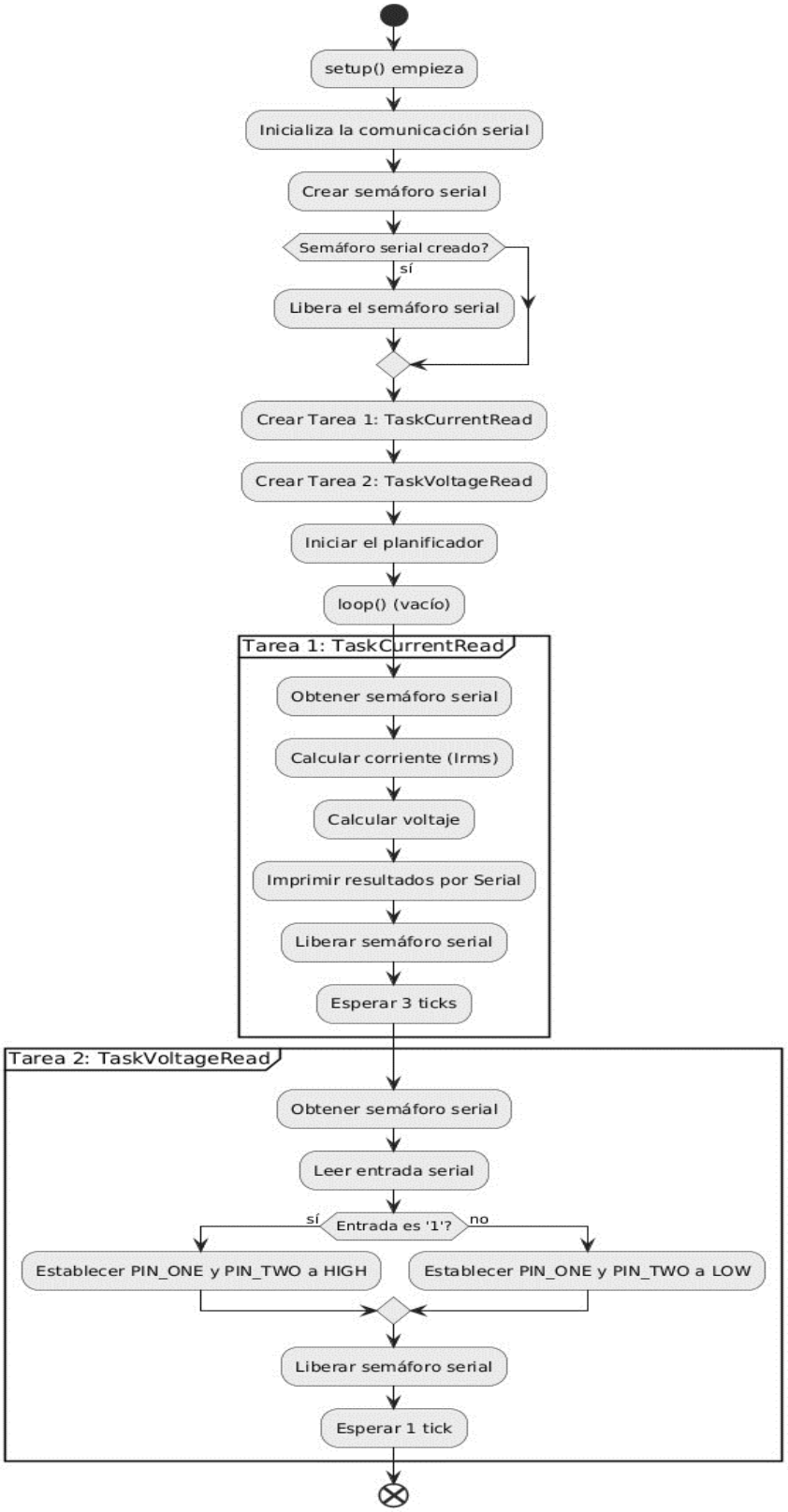
La combinación de estos elementos permite crear un sistema autónomo y eficiente que puede operar de manera independiente, ajustarse a las fluctuaciones de la red y proporcionar información en tiempo real sobre la producción y el consumo de energía. El proyecto de implementar un sistema fotovoltaico aislado con monitoreo remoto en la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji tiene múltiples beneficios. En primer lugar, aprovecha los recursos existentes en el laboratorio de Mecatrónica, Mantenimiento y Energías Renovables, promoviendo la sostenibilidad y el uso eficiente de recursos. En segundo lugar, proporciona una plataforma educativa para los estudiantes, permitiéndoles adquirir experiencia práctica en tecnologías avanzadas y prepararse para futuros desafíos en el campo de la energía. Finalmente, este sistema contribuirá a la reducción de costos energéticos y a la promoción de prácticas sostenibles, alineándose con los objetivos globales de reducir las emisiones de carbono y aumentar la dependencia de fuentes de energía renovable.

MÉTODO

Como punto de partida se desarrolló el código de programación para un microcontrolador enfocado en la adquisición de datos, con enfoque a el uso de FreeRTOS, la adquisición de datos, control de los actuadores y sensores así como la comunicación entre la interfaz y el usuario; todo esto mediante un software de código abierto como lo es la IDE de Arduino la cual maneja un lenguaje amigable asegurando una comunicación fluida entre software y hardware para ello se realizó un diagrama de flujo para ejemplificar lo que se quería hacer (ver Figura 1).

Figura 1

Diagrama de Flujo Para el Desarrollo del Código en el IDE de Arduino.



Arduino y RTOS (Real-Time Operating System) son dos conceptos clave en el mundo de la electrónica y la programación embebida, aunque cumplen funciones diferentes y están diseñados para distintos propósitos. Arduino es una plataforma de hardware libre que incluye una serie de placas de desarrollo con microcontroladores integrados. Esta plataforma es especialmente popular debido a su simplicidad y accesibilidad, lo que permite a los principiantes en electrónica y programación crear proyectos funcionales sin necesidad de conocimientos avanzados. Las placas Arduino, como la Arduino Uno o la Arduino Mega, se utilizan en una variedad de aplicaciones que van desde proyectos de domótica hasta dispositivos médicos y sistemas de control de robots. Una de las grandes ventajas de Arduino es su extensa comunidad y la cantidad de bibliotecas y ejemplos de código disponibles, lo que facilita el desarrollo rápido de prototipos.

Por otro lado, un RTOS (Real-Time Operating System) es un sistema operativo diseñado para aplicaciones que requieren un alto grado de precisión en la temporización y en la respuesta a eventos. Un RTOS gestiona las tareas en tiempo real, garantizando que se ejecuten en los momentos correctos, lo que es crucial en sistemas donde el retraso de una tarea podría resultar en fallos catastróficos. Esto es especialmente relevante en aplicaciones industriales, automotrices y de telecomunicaciones, donde la confiabilidad y la precisión son esenciales. Según varios expertos, un RTOS puede ser determinante en aplicaciones críticas, ya que permite priorizar tareas y manejar interrupciones de manera eficiente, algo que una simple plataforma como Arduino no está diseñada para hacer.

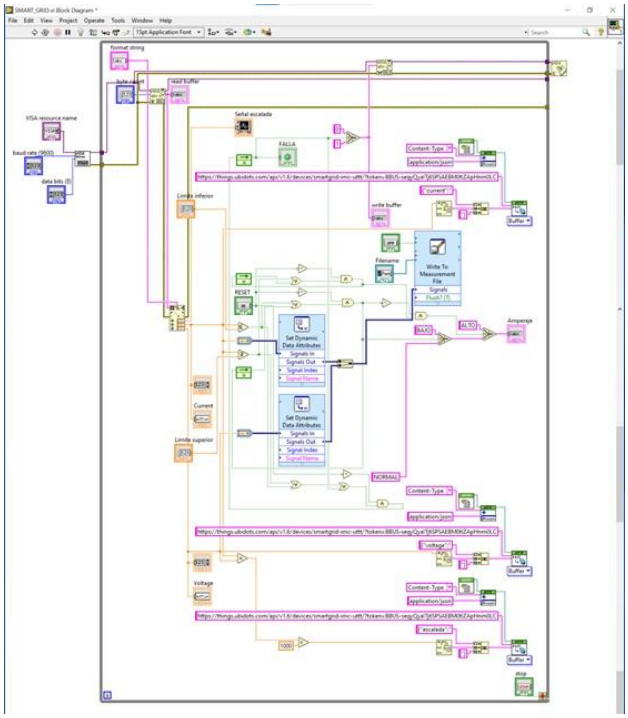
La diferencia fundamental entre ambos radica en su uso y en las capacidades de gestión del tiempo y los recursos del sistema. Arduino es ideal para proyectos más simples y para quienes buscan una curva de aprendizaje amigable, mientras que un RTOS es más adecuado para aplicaciones complejas que requieren un control preciso del tiempo.

En cuanto a las ventajas, Arduino destaca por su facilidad de uso y su comunidad de soporte, lo que reduce significativamente el tiempo de desarrollo. Sin embargo, un RTOS ofrece la ventaja de una gestión precisa de los recursos y una mayor estabilidad en aplicaciones críticas.

Se utilizó el software de instrumentación LabVIEW para desarrollar un programa con una interfaz de usuario intuitiva y visual. LabVIEW ofrece una plataforma poderosa y flexible para el desarrollo de sistemas, permitiendo la creación de aplicaciones personalizadas con un enfoque en el procesamiento de datos, el análisis y la visualización (ver Figura 2).

Figura 2

Programación de Bloques por LabVIEW.



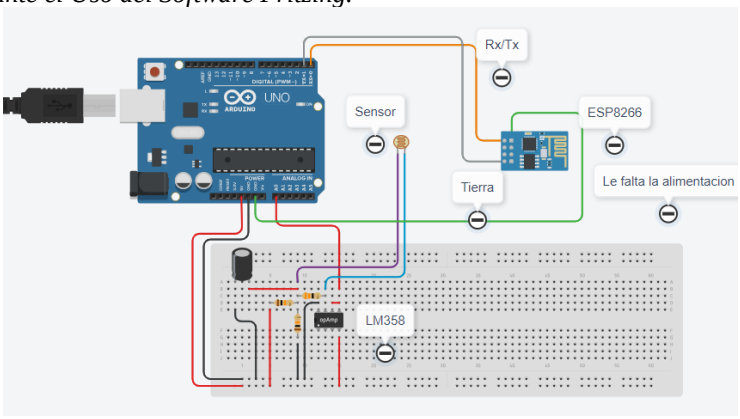
El diseñó una interfaz de usuario permitirá procesar los datos del microcontrolador de manera eficiente, realizar operaciones como guardar los datos almacenados en formato Excel, para poder transmitir datos a la nube y realizar otras tareas específicas requeridas por el proyecto.

Posteriormente se creó el servidor por medio de la plataforma Blynk, no obstante, se descartó y se optó por realizar la interfaz por medio de la plataforma Ubidots, la cual es muy intuitiva con el usuario.

Una vez terminada toda la parte destinada al software se realizaron simulaciones en software diseño de circuitos electrónicos, así como pruebas con prototipos físicos mediante el uso de protoboard (ver Figura 3).

Figura 3

Diseño del Primer Prototipo Mediante el Uso del Software Fritzing.



Una vez realizadas las diferentes simulaciones y primeros prototipos se diseñaron distintas placas de circuitos impresos (PCB). Posteriormente, después de haber diseñado nuestros circuitos impresos se construyeron y se soldaron los componentes utilizados.

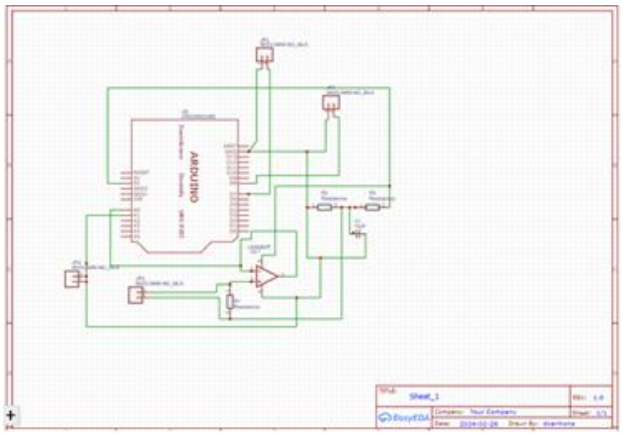
Se diseñó por medio de un software de Diseño Asistido por Computadora (CAD) la estructura que se encargará de sostener todos los sensores, microcontroladores y actuadores así mismo, mediante el uso de impresoras 3D se construyeron las piezas encargadas de sujetar nuestro prototipo.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Mediante el uso de software especializado en el Diseño Asistido por Computadora se diseñaron los circuitos electrónicos, así como sus conexiones de tal manera que se obtuvo lo siguiente (ver Figura 4).

Figura 4

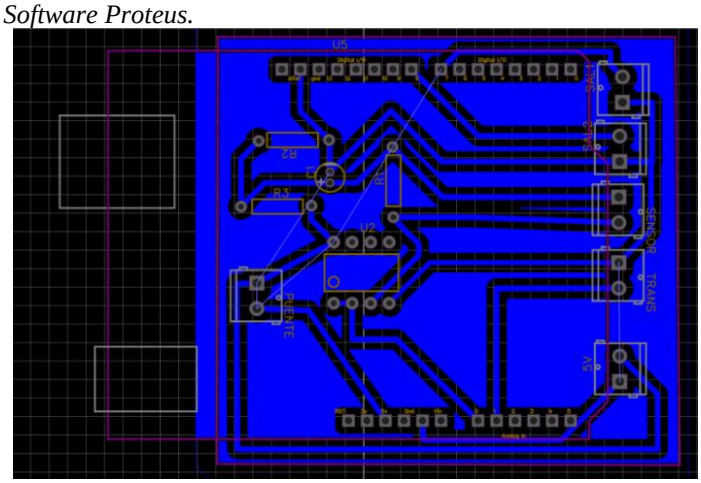
Plano de las Conexiones Electrónicas.



Mediante un software de construcción de placas de circuitos impresos (PCBs) se obtuvo un esquema general de como irán las pistas de cobre y los pines para los circuitos integrados (ver Figura 5).

Figura 5

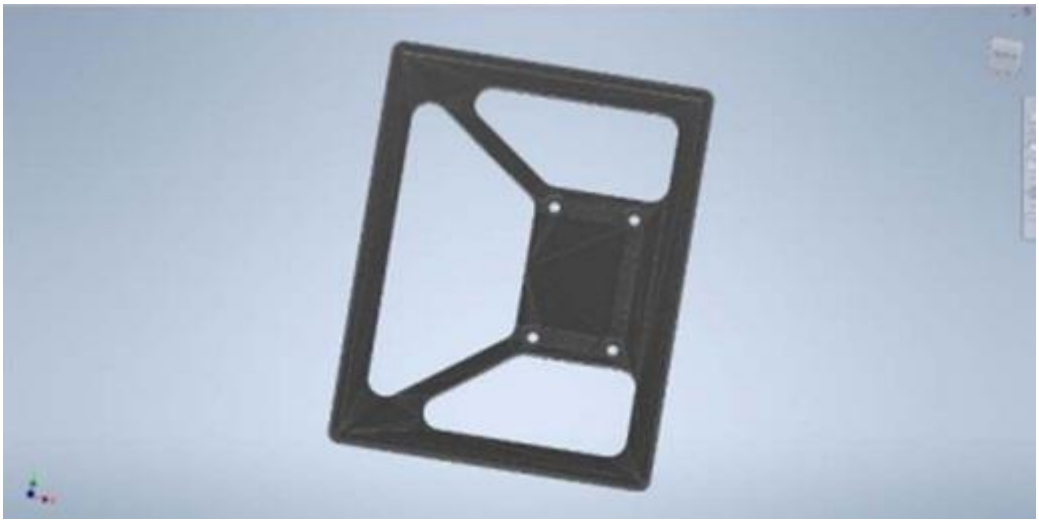
Diseño de PCB Mediante el Uso del Software Proteus.



La construcción de las piezas encargadas de sostener nuestra estructura se diseñó en un software CAD para posteriormente ser impresas en 3D y ensambladas (ver Figura 6).

Figura 6

Diseño 3D de la Base del Sistema.



La interfaz de usuario proporciona información en tiempo real por lo que se tuvieron dos interfaces, una que transfiera información de forma local y otra que lo hiciera de forma remota, por lo que se diseñaron mediante LabVIEW y Ubidots (ver Figuras 7, 8).

Figura 7
Interfaz de Usuario Vía Ubidots.

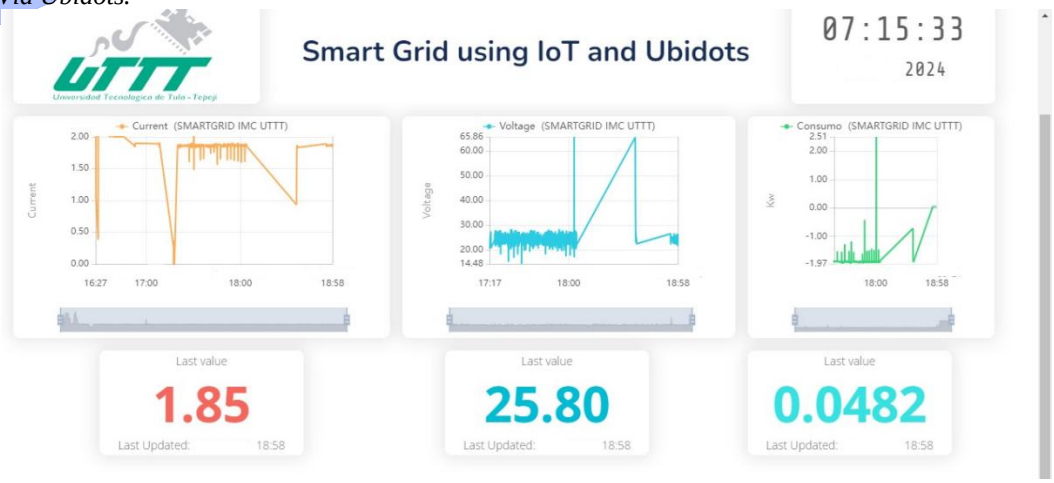
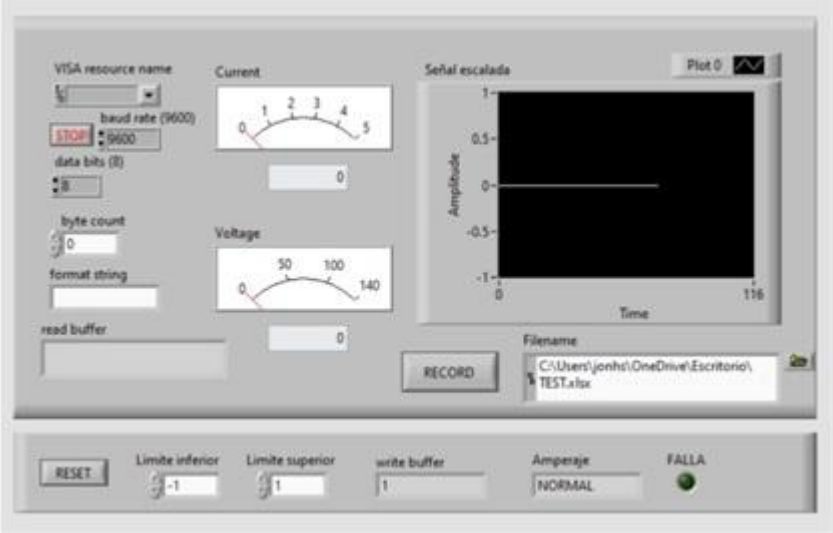


Figura 8
Interfaz de Usuario Vía LabVIEW.



Una vez que se tenían todas las partes de software se ensambló la parte de hardware y se realizaron pruebas de funcionamiento por lo que nuestro prototipo funcional.
Durante el desarrollo del proyecto, se lograron implementar diversas soluciones técnicas que contribuyeron a la creación de un sistema fotovoltaico aislado monitoreado remotamente. Los resultados obtenidos incluyen:

Diseño de Circuitos Electrónicos: Utilizando software especializado en Diseño Asistido por Computadora (CAD), se diseñaron y optimizaron los circuitos electrónicos necesarios para la integración de los sensores, actuadores y microcontroladores en el sistema. Los planos de conexión electrónica fueron finalizados y aprobados para su implementación en las placas de circuito impreso (PCB).
Construcción de Placas de Circuitos Impresos (PCB): Las PCBs fueron diseñadas utilizando el software Proteus, lo que permitió un diseño eficiente de las pistas de cobre y la correcta disposición de los pines para los circuitos integrados. Posteriormente, se construyeron las placas y se soldaron los componentes, asegurando la integridad del sistema.
Desarrollo de Interfaz de Usuario: Se diseñaron dos interfaces de usuario para el monitoreo del sistema. Una interfaz local desarrollada en LabVIEW, y una interfaz remota utilizando Ubidots, que permiten el acceso a información en tiempo real sobre la producción y consumo de energía.
Prototipo Funcional: El ensamblaje final del hardware, junto con las pruebas de funcionamiento, resultaron en un prototipo completamente operativo. Este prototipo es capaz de monitorear, en tiempo real, la eficiencia del sistema fotovoltaico, adaptarse a cambios en las condiciones ambientales y mantener la autonomía energética.

DISCUSIÓN

El desarrollo del sistema fotovoltaico aislado con monitoreo remoto representa una contribución significativa en el ámbito de la educación y la sostenibilidad energética. A lo largo del proyecto, se enfrentaron diversos desafíos técnicos, especialmente en la integración de múltiples tecnologías (Arduino, RTOS, IoT) dentro de un sistema cohesivo.

Uno de los aspectos más destacados es la capacidad del sistema para proporcionar datos en tiempo real, lo que permite no solo una optimización constante de la producción de energía, sino también una herramienta educativa robusta para los estudiantes. La implementación de la interfaz de usuario, tanto local como remota, demostró ser un componente clave para la operatividad y el monitoreo continuo del sistema.

Sin embargo, la dependencia de plataformas externas como Ubidots puede representar una limitación en términos de autonomía del sistema. Sería recomendable explorar alternativas que permitan una mayor independencia y personalización de las interfaces de usuario y la gestión de datos.

PROPUESTA O APORTACIÓN

Este proyecto propone una solución innovadora que combina tecnologías avanzadas para crear un sistema fotovoltaico autónomo y eficiente, ideal para su aplicación en entornos educativos. Las principales aportaciones incluyen:

1. Integración de Tecnologías de Vanguardia: La combinación de sistemas embebidos, IoT, y redes inteligentes (Smart Grids) en un solo sistema, proporciona una herramienta poderosa para el monitoreo y control de sistemas energéticos aislados.
2. Plataforma Educativa: El sistema no solo proporciona energía de manera eficiente, sino que también sirve como un recurso didáctico para estudiantes en áreas como la Mecatrónica, Energías Renovables y Mantenimiento, permitiendo una experiencia de aprendizaje práctica con tecnologías de la vida real.
3. Contribución a la Sostenibilidad: Al utilizar un sistema fotovoltaico aislado, este proyecto contribuye a la reducción de la dependencia de la red eléctrica tradicional y promueve el uso de energías renovables, alineándose con los objetivos globales de sostenibilidad.

CONCLUSIONES

El desarrollo de un sistema fotovoltaico aislado con monitoreo remoto en la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji ha demostrado ser un proyecto viable y beneficioso tanto en términos educativos como energéticos. Los resultados obtenidos indican que es posible integrar múltiples tecnologías avanzadas para crear un sistema autónomo capaz de operar de manera eficiente y sostenible.

Este proyecto no solo proporciona una solución energética innovadora, sino que también establece un modelo educativo que prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos futuros en el campo de la energía. La experiencia obtenida durante este desarrollo servirá como base para futuras investigaciones y proyectos en el área de las energías renovables y la automatización de sistemas.

Además, la implementación exitosa de este sistema sugiere que se podrían expandir sus aplicaciones a otros entornos educativos o incluso a comunidades remotas, donde la energía renovable y el monitoreo en tiempo real son esenciales. La evolución y refinamiento de este sistema pueden contribuir significativamente al avance de las redes inteligentes y la sostenibilidad energética en México y en el mundo.

BIBLIOGRAFÍA

Arrieta Morelo, D. J., Puello Bravo, S. Y., et al. (2018). Diseño y construcción de un seguidor solar para aumentar el rendimiento energético en paneles fotovoltaicos de un sistema de bombeo.

Barrio, M. (2018). Internet de las cosas. Madrid: Reus.

Gómez, V. A., Hernández, C., & Rivas, E. (2018). Visión general, características y funcionalidades de la red eléctrica inteligente (smart grid). Información tecnológica, 29 (2), 89–102.

Pedre, S. (2017). Sistemas embebidos. Laboratorio de Robótica y Sistemas Embebidos, Departamento de computación FCEN UBA.

Sánchez Quiroga, D. (2012). Sistema de energía solar fotovoltaica aislado para vivienda unifamiliar aislada.

Zhang, D., Han, X., & Deng, C. (2018). Review on the research and practice of deep learning and reinforcement learning in smart grids. CSEE Journal of Power and Energy Systems, 4 (3), 362–370.

Zhang, Y., Huang, T., & Bompard, E. F. (2018). Big data analytics in smart grids: a review. Energy informatics, 1 (1), 1–24

Caicedo Bravo, E. (2015). SmartGrids: Modernización de las Redes Eléctricas. ResearchGate. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Eduardo-Caicedo-Bravo/publication/275030901_SmartGrids_Modernizacion_de_las_Redes_Electricas/links/552fb8180cf27acb0de6452c/SmartGrids-Modernizacion-de-las-Redes-Electricas.pdf.

Plataforma de investigación de redes eléctricas reconfigurables de energías renovables aplicando modelos LFSR. (2019). Técnicas de Inteligencia Artificial aplicadas a la Red Eléctrica Inteligente (Smart Grid). ResearchGate. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/337844832_PLATAFORMA_DE_INVESTIGACION_DE_REDES_ELECTRICAS_RECONFIGURABLES_DE_ENERGIAS_RENOVABLES_APLICANDO_MODELOS_LFSR.

Smart Grid y la energía solar fotovoltaica. (2018). Revistas Científicas. Recuperado de https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/download/4957/6631.

Evaluación de la Satisfacción con la Vida y su Impacto en los Niveles de Motivación Académica

Perla Mayara Alcalá González[1] Rubí Alcalá González[2] Guadalupe Esmeralda Alcalá González[3]

[1]Tecnológico Nacional de México/ITES de la Región Carbonífera, 9608@rcarbonifera.tecnm.mx ,
[2]Tecnológico Nacional de México/ITES de la Región Carbonífera 9617@rcarbonifera.tecnm.mx , [3]Tecnológico Nacional de México/ITES de la Región Carbonífera 2228@rcarbonifera.tecnm.mx

Línea de investigación: Estadística

Resumen

Este estudio analiza la relación entre la satisfacción con la vida y los tipos de motivación en estudiantes universitarios, se utilizaron dos cuestionarios el de Escala de Motivación Académica (EMA) para evaluar la motivación intrínseca y extrínseca en los estudiantes universitarios y la Escala de Satisfacción con la Vida (SWLS) que mide el nivel de satisfacción con la vida de los participantes. Se integraron ambas escalas en un único cuestionario estructurado, acompañado de preguntas sobre variables sociodemográficas como el género, el programa académico y el nivel educativo de los padres, para la fiabilidad se calculó el alfa de Cronbach donde se obtuvo un 0.792, lo cual indica un nivel de fiabilidad aceptable. Se aplicaron 319 encuestas en forma virtual, se realizó un análisis estadístico descriptivo e inferencial donde se incluye la regresión lineal, correlación de Pearson y ANOVA, empleando el software Minitab para la interpretación de los datos. Los resultados de esta investigación contribuyen a comprender cómo estos factores interactúan y qué implicaciones tienen para el bienestar estudiantil.

Palabras clave: Satisfacción con la Vida (SWLS), Motivación Intrínseca, Motivación Extrínseca y Estadística

Abstract

This study analyzes the relationship between life satisfaction and types of motivation in university students. Two questionnaires were used: the Academic Motivation Scale (EMA) to assess intrinsic and extrinsic motivation in university students and the Satisfaction with Life Scale (SWLS) that measures the level of satisfaction with the life of the participants. Both scales were integrated into a single structured questionnaire, accompanied by questions about sociodemographic variables such as gender, academic program and educational level of parents. For reliability, Cronbach's alpha was calculated, where 0.792 was obtained, which indicates an acceptable level of reliability. 319 surveys were applied virtually, a descriptive and inferential statistical analysis was carried out, including linear regression, Pearson correlation and ANOVA, using Minitab software for data interpretation. The results of this research contribute to understanding how these factors interact and what implications they have for student well-being.

Keywords: Satisfaction with Life (SWLS), Intrinsic Motivation, Extrinsic Motivation and Statistics

INTRODUCCIÓN

La satisfacción con la vida, entendida como una dimensión clave del bienestar subjetivo, ha sido ampliamente estudiada en diversos contextos, especialmente en el ámbito educativo, donde se relaciona estrechamente con factores como la motivación intrínseca y extrínseca. La Satisfaction With Life Scale (SWLS), desarrollada por Diener et al. (1985), se ha consolidado como una herramienta confiable para medir este constructo. En el ámbito académico, la motivación juega un rol esencial en el desempeño y la percepción de bienestar de los estudiantes, diferenciándose entre la motivación intrínseca, que responde al interés personal y la satisfacción inherente, y la motivación extrínseca, que se asocia con recompensas externas (Deci & Ryan, 1985).

La investigación analizó la relación entre la satisfacción con la vida (SWLS) y la motivación extrínseca e intrínseca, utilizando herramientas estadísticas avanzadas para interpretar los resultados Los resultados principales, relación entre SWLS y motivación extrínseca, se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson: 0.396 con un P-valor: 0.000, se encontró una relación positiva y significativa entre la satisfacción con la vida y la motivación extrínseca. En relación entre SWLS y motivación intrínseca resultó un coeficiente de correlación de Pearson: 0.448 con un P-valor: 0.000, la relación fue aún más fuerte entre la satisfacción con la vida y la motivación intrínseca, siendo también estadísticamente significativa. La relación entre SWLS y otras variables sociodemográficas, SWLS - género: P-valor: 0.077 (No significativa), SWLS - programa educativo: P-valor: 0.323 (No significativa), SWLS - nivel de estudio del padre: P-valor: 0.983 (No significativa). Estas variables no mostraron una influencia estadísticamente significativa sobre la satisfacción con la vida. En la estadística descriptiva se calcularon medidas descriptivas para la SWLS, la motivación intrínseca, y la motivación extrínseca, proporcionando una visión general del nivel promedio de satisfacción con la vida y los tipos de motivación de los participantes. Como conclusiones existe una relación significativa entre la satisfacción con la vida y ambos tipos de motivación, siendo más fuerte en el caso de la motivación intrínseca.
Las variables sociodemográficas analizadas (género, programa educativo, nivel de estudio del padre) no mostraron impacto significativo en la satisfacción con la vida.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL

Analizar la relación entre la satisfacción con la vida y los tipos de motivación (intrínseca y extrínseca) en estudiantes universitarios, considerando la influencia de variables sociodemográficas como género, programa y nivel educativos de los padres, mediante herramientas estadísticas avanzadas, para identificar factores asociados al bienestar subjetivo en el contexto académico

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los niveles de satisfacción con la vida, motivación intrínseca y motivación extrínseca en los estudiantes a través de estadística descriptiva.
- Analizar el impacto de variables sociodemográficas (género, carrera y nivel educativos de los padres) en la satisfacción con la vida mediante ANOVA.
- Determinar la relación entre la satisfacción con la vida y la motivación intrínseca
- Determinar la relación entre la satisfacción con la vida y la motivación extrínseca
- Identificar los factores estadísticamente significativos que influyen en la satisfacción con la vida en el contexto académico.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio de esta investigación son los niveles de satisfacción con la vida y los tipos de motivación (intrínseca y extrínseca) en estudiantes universitarios, así como la influencia de factores sociodemográficos en estas variables, con el fin de comprender cómo interactúan y afectan el bienestar subjetivo en el contexto académico.

METODOLOGÍA

La investigación es una investigación cuantitativa, correlacional-explicativa con elementos descriptivos, ya que combina la descripción inicial de las variables con el análisis de relaciones entre ellas y el impacto de factores externos para entender mejor el fenómeno estudiado. Cuantitativa por el análisis de datos numéricos para evaluar relaciones entre variables. Tipo correlacional por buscar identificar la relación entre la satisfacción con la vida y los tipos de motivación (intrínseca y extrínseca), lo cual implica establecer correlaciones entre estas variables y explicativa por que se enfoca en analizar el impacto de variables sociodemográficas (género, carrera y nivel educativo de los padres) sobre la satisfacción con la vida.

De acuerdo con Hernández et al. (2018) para el proceso cuantitativo, la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativa de la población. La población son alumnos universitarios del Tecnológico Nacional de México campus Región carbonífera y de Muzquiz. El tipo de muestra para la aplicación de la encuesta será probabilístico, con un nivel de confianza del 95% y 5% de error obteniendo una muestra de 319

Según Bruno et al.(2020), en la actualidad se dispone de una variedad de instrumentos para evaluar aspectos motivacionales en los tres niveles de generalidad. Sin embargo, en el ámbito educativo, algunos destacan debido a sus propiedades psicométricas comprobadas y al respaldo de investigaciones aplicadas que se han desarrollado a partir de su uso continuo. Los instrumentos de recopilación de datos fueron cuestionarios diseñados de acuerdo con la escala de Motivación Académica (EMA), desarrollado por Vallerand et al. 1992 esta escala se basa en la teoría de la autodeterminación de Deci E & Ryan R, (1985) y tiene como objetivo medir las fuentes intrínsecas y extrínsecas que juegan un papel en los motivos de aprendizaje. Otro instrumento utilizado es la Escala de Satisfacción con la Vida (SWLS), fue diseñada por Diener et al. (1985). Esta escala está ampliamente utilizada para evaluar el bienestar subjetivo de las personas, centrándose en su evaluación global de satisfacción con la vida como un todo, más allá de aspectos específicos de la misma. Consiste en cinco ítems que se califican en una escala Likert de 7 puntos, donde 1 significa "totalmente en desacuerdo" y 7 significa "totalmente de acuerdo").

Para evaluar la fiabilidad interna de los instrumentos utilizados en esta investigación, se calculó el coeficiente alfa de Cronbach. Este índice permitió determinar la consistencia interna de los ítems que componen las escalas aplicadas. El resultado obtenido para el instrumento fue un coeficiente alfa de Cronbach de 0.792, lo cual indica un nivel de fiabilidad aceptable. Según los criterios establecidos por Nunnally (1978), un valor mayor a 0.7 es considerado adecuado para investigaciones en ciencias sociales, lo que sugiere que los ítems del instrumento están relacionados y miden de manera consistente el constructo para el cual fueron diseñados. Este nivel de fiabilidad respalda la validez de los datos obtenidos a través de la aplicación del instrumento, permitiendo su uso para el análisis estadístico posterior.

El proceso de la recolección de datos se llevó a cabo utilizando dos instrumentos estandarizados, la Escala de Motivación Académica (EMA) que evaluó los tipos de motivación (intrínseca y extrínseca) en los estudiantes universitarios. Y la Escala de Satisfacción con la Vida (SWLS): Permitió medir el nivel de satisfacción con la vida de los participantes. La muestra estuvo compuesta por 319 estudiantes universitarios, seleccionados mediante un método de muestreo para garantizar la representatividad.

Se incluyeron variables sociodemográficas como género, programa académico y nivel educativo de los padres, se integraron ambas escalas en un único cuestionario estructurado, acompañado de preguntas sobre las variables sociodemográficas mencionadas. Se utilizó una escala tipo Likert para medir las respuestas en ambos instrumentos. Los cuestionarios fueron administrados de manera virtual, garantizando la confidencialidad de las respuestas y se aseguró su consentimiento informado antes de iniciar.

El análisis de los datos recopilados se realizó utilizando técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales mediante el software Minitab 18. El procedimiento incluyó estadística descriptiva para describir los niveles de satisfacción con la vida, motivación intrínseca y extrínseca en la muestra. Análisis correlacional, se aplicaron pruebas de correlación de Pearson para evaluar las relaciones entre satisfacción con la vida y los tipos de motivación y pruebas de comparación de grupos se utilizó ANOVA para analizar el impacto de las variables sociodemográficas (género, programa académico y nivel educativo de los padres) sobre la satisfacción con la vida.

FASES DEL DESARROLLO

Para llevar a cabo el desarrollo de la investigación se realizó en tres fases

Fase 1 Diseño del cuestionario

Se integraron dos escalas validadas en un único cuestionario estructurado, Escala de Motivación Académica (EMA), para evaluar la motivación intrínseca y extrínseca de los estudiantes universitarios y escala de Satisfacción con la Vida (SWLS), para medir el nivel de satisfacción con la vida.

Además, se incluyeron preguntas sobre variables sociodemográficas como género, programa académico y nivel educativo de los padres, se realizó la prueba de fiabilidad para garantizar la consistencia interna de las escalas, se calculó el alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.792, lo que indica un nivel de fiabilidad aceptable.

Fase 2 Recolección de datos y análisis estadístico

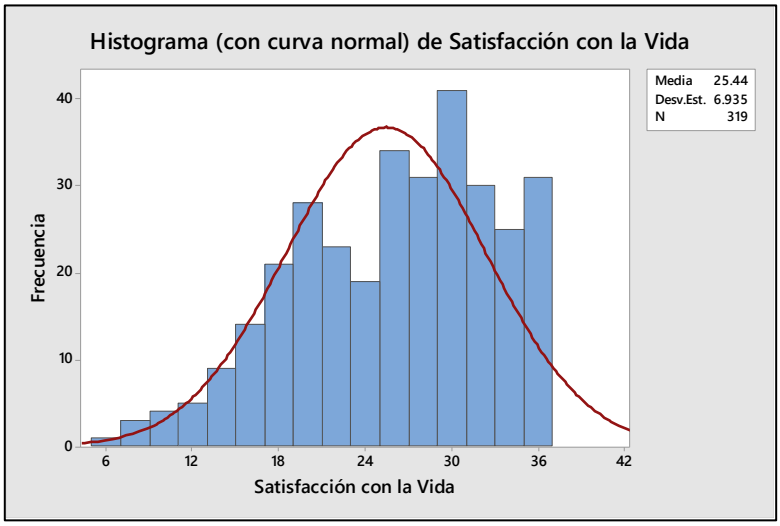
Se aplicaron 319 encuestas en formato virtual, asegurando que los participantes fueran estudiantes universitarios. Este enfoque permitió recopilar una muestra representativa y diversa. Se realizó un análisis estadístico que incluyó el análisis con estadística descriptiva, calculando promedios y desviación estándar, además de gráficos como histogramas, así como también con estadística inferencial donde se utilizaron las pruebas ANOVA, regresión lineal y correlación de Pearson para identificar relaciones y diferencias significativas entre las variables.

Fase 3 Interpretación de resultados

Los resultados permitieron analizar cómo interactúan las variables de motivación (intrínseca y extrínseca) y satisfacción con la vida, además de explorar las influencias de las variables sociodemográficas. Esto aporta información valiosa sobre los factores que afectan el bienestar estudiantil.

Según Kiremitci et al.(2020), la teoría de la autodeterminación considera que comprender la motivación implica atender necesidades psicológicas fundamentales, como la competencia, la autonomía y las relaciones interpersonales. Además, Deci y Ryan (2000, citado por Kiremitci et al., 2020) señalan que cuando estas necesidades no se satisfacen, se generan efectos negativos en el bienestar, el rendimiento académico y la motivación de las personas. El primer análisis fue el de describir los niveles de satisfacción con la vida, motivación intrínseca y motivación extrínseca en los estudiantes a través de estadística descriptiva. La variable Satisfacción con la Vida fue evaluada a través de la Escala de Satisfacción con la Vida (SWLS) en una muestra de 319 estudiantes universitarios. Los resultados obtenidos se observan en la Figura 1 donde se aprecia que la medida de tendencia central de la Satisfacción con la Vida fue de 25.44, lo que indica que, en promedio, los estudiantes se encuentran en un nivel de satisfacción con su vida, de acuerdo con la interpretación de la escala (Diener et al., 1985). En relación con la medida de dispersión la desviación estándar fue de 6.935, lo que sugiere que existe una variabilidad moderada en las respuestas de los participantes. Aunque la mayoría de los estudiantes se encuentran cerca de la media, hay cierta dispersión hacia puntajes más bajos y altos. El histograma muestra una distribución aproximadamente normal, aunque presenta una ligera asimetría positiva (derecha), donde algunos estudiantes reportan valores más bajos de satisfacción. La mayoría de las puntuaciones oscilan entre 20 y 30, lo que coincide con la categoría de satisfechos con la vida en la escala SWLS.

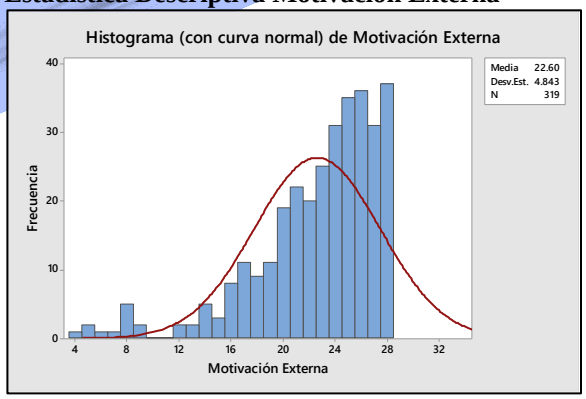
Figura 62
Estadística Descriptiva de la Satisfacción con la Vida



Nota: Elaboración propia en el software Minitab 18

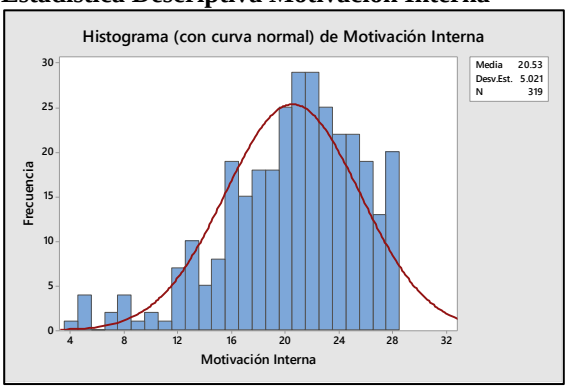
La variable motivación externa fue evaluada a través de la Escala EMA resultando, la puntuación promedio en motivación externa para los universitarios es de 22.60 puntos con una desviación estándar de 4.843 como se muestra en la figura 2 existe una dispersión moderada de los datos alrededor de la media, lo que indica cierta variabilidad en las respuestas de los estudiantes. El histograma presenta una asimetría positiva (sesgo a la derecha), lo que significa que una mayor proporción de estudiantes tiende a concentrarse en niveles moderados-altos de motivación externa. La curva normal indica que los datos no siguen completamente una distribución normal, ya que hay una mayor concentración de frecuencias entre los valores de 20 a 28 puntos. En la teoría de la motivación autodeterminada (Deci y Ryan), la motivación externa se refiere a comportamientos impulsados por factores externos, como recompensas, reconocimientos o presión social, en este caso, los resultados indican que los estudiantes universitarios tienen una motivación externa moderadamente alta, ya que la mayoría de las puntuaciones se sitúan cerca del promedio (22.60 puntos). Esto podría interpretarse como una tendencia de los estudiantes a involucrarse en actividades académicas para cumplir con expectativas externas más que por una motivación interna genuina.

Figura 63
Estadística Descriptiva Motivación Externa



Nota: Elaboración propia en el software Minitab 18

Figura 64
Estadística Descriptiva Motivación Interna

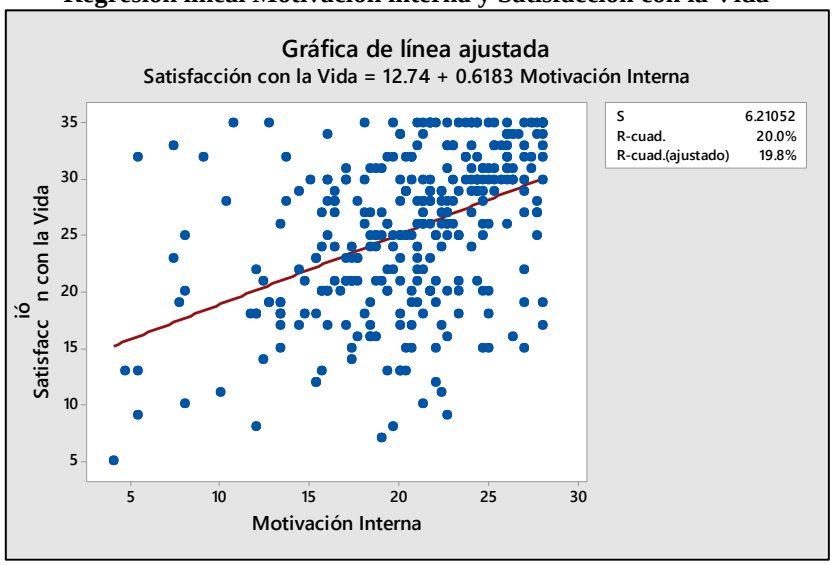


Nota: Elaboración propia en el software Minitab 18

La variable motivación interna fue evaluada a través de la Escala EMA resultando la puntuación promedio en 20.53 esto indica que, en promedio, los niveles de motivación interna están centrados alrededor de este valor, con una desviación estándar: 5.021, como se muestra en la Figura 3, la variabilidad en los niveles de motivación interna es moderada, lo que significa que las puntuaciones están relativamente dispersas alrededor de la media. La asimetría en la cola izquierda (valores bajos) podría representar un subgrupo con niveles particularmente bajos de motivación interna. En el marco EMA, esto podría interpretarse como una oportunidad para revisar posibles desalineaciones en estrategias pedagógicas, contextuales o de diseño del estudio.

Vázquez y López (2019) indican que los tipos intrínseco y extrínseco de la motivación están positivamente relacionados entre ellos, y que a su vez ambos mantienen una relación positiva y significativa con la satis-facción con la vida, siendo la motivación intrínseca la que muestra la mayor correspondencia similar al análisis satisfacción con la vida y la motivación interna donde se utilizó la herramienta estadística regresión lineal, los coeficientes de correlación de Pearson y de determinación, la correlación de Pearson es de 0.448, la ecuación de la recta ajustada resulto Satisfacción con la Vida=12.74+0.6183 (motivación Interna), como lo muestra la Figura 4, indica que existe una relación positiva entre la Motivación Interna y la Satisfacción con la Vida. Por cada unidad que aumenta la Motivación Interna, se espera un incremento de aproximadamente 0.6183 unidades en la Satisfacción con la Vida. El coeficiente de determinación es 20.0%, lo que significa que la motivación interna explica el 20% de la variabilidad en la Satisfacción con la Vida. Si bien este valor sugiere que la relación es estadísticamente significativa, también indica que existen otras variables adicionales (80%) que pueden estar influyendo en la Satisfacción con la Vida y no se incluyen en este modelo. La línea de regresión muestra una tendencia ascendente, lo que confirma que, a medida que aumenta la Motivación Interna, también tiende a aumentar la Satisfacción con la Vida. Sin embargo, la dispersión de los puntos alrededor de la línea sugiere que no todos los estudiantes siguen esta tendencia de manera estricta, es decir, hay variabilidad entre los universitarios. Los puntos están bastante dispersos alrededor de la línea de ajuste, lo que refleja que, aunque existe una relación positiva, esta no es fuerte. La variabilidad sugiere que la Motivación Interna no es el único factor que influye en la Satisfacción con la Vida, por lo que podrían explorarse otras variables como la motivación extrínseca, factores sociodemográficos o emocionales. El error estándar de la estimación S = 6.21052, indica el promedio de desviación de los puntos con respecto a la línea ajustada. Un error estándar moderado sugiere cierta dispersión, pero la relación aún es válida.

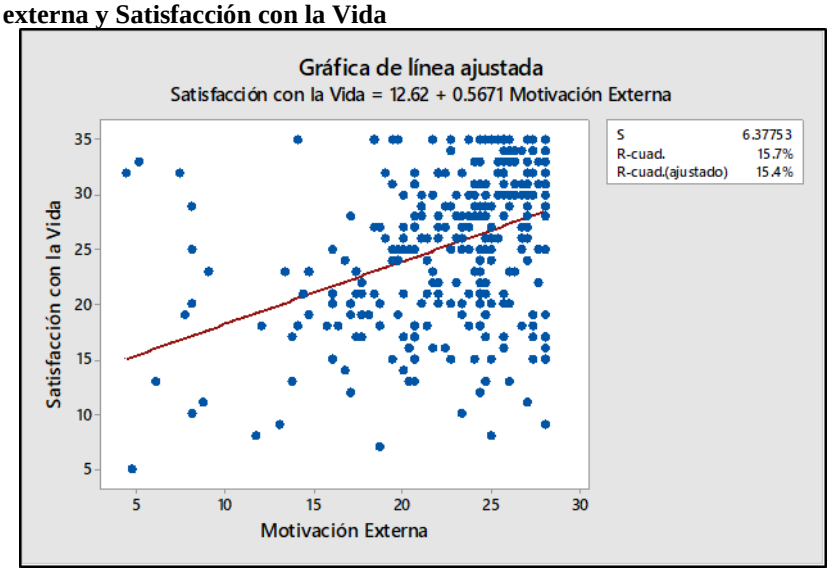
Figura 65
Regresión lineal Motivación interna y Satisfacción con la Vida



Nota: Elaboración propia en el software Minitab 18

Schober eta al. (2018) señalan que, además de la correlación de Pearson, empleada para variables continuas, existen alternativas como la correlación de Spearman, que resulta adecuada para datos ordinales o situaciones donde no se asume una relación estrictamente lineal. Aunque la correlación es una herramienta eficaz para analizar la asociación entre variables, no establece causalidad, sino que únicamente describe el grado de relación entre ellas. Para el análisis satisfacción con la vida y la motivación externa se utilizó la herramienta estadística regresión lineal, los coeficientes de correlación de Pearson y de determinación, la correlación de Pearson es de 0.396, la ecuación de la recta ajustada resulto Satisfacción con la Vida = 12.62 + 0.5671 (Motivación Externa) como lo muestra la Figura 5, indica que existe una relación positiva entre la Motivación Externa y la Satisfacción con la Vida. Por cada unidad que aumenta la Motivación Externa, se espera un incremento de aproximadamente 0.5671 unidades en la Satisfacción con la Vida. El Coeficiente de determinación es 15.7%, lo que significa que la Motivación Externa explica el 15.7% de la variabilidad en la Satisfacción con la Vida. Si bien este valor sugiere que la relación es estadísticamente significativa, también indica que existen otras variables adicionales (84.3%) que pueden estar influyendo en la Satisfacción con la Vida y no se incluyen en este modelo. La línea de regresión muestra una tendencia ascendente, lo que confirma que, a medida que aumenta la motivación externa, también tiende a aumentar la satisfacción con la vida. Sin embargo, la dispersión de los puntos alrededor de la línea sugiere que no todos los estudiantes siguen esta tendencia de manera estricta, es decir, hay variabilidad entre los universitarios. Los puntos están bastante dispersos alrededor de la línea de ajuste, lo que refleja que, aunque existe una relación positiva, tiende a ser débil. La variabilidad sugiere que la motivación externa no es el único factor que influye en la satisfacción con la vida, por lo que podrían explorarse otras variables como la motivación intrínseca, factores sociodemográficos o emocionales. El error estándar de la estimación S = 6.37, indica el promedio de desviación de los puntos con respecto a la línea ajustada. Un error estándar moderado sugiere cierta dispersión, pero la relación aún es válida. Cobeña y Moya (2019) destacan la importancia de reconocer que los estudiantes no se motivan de la misma manera, lo que hace fundamental diseñar actividades que fomenten su participación activa y aumenten su motivación.

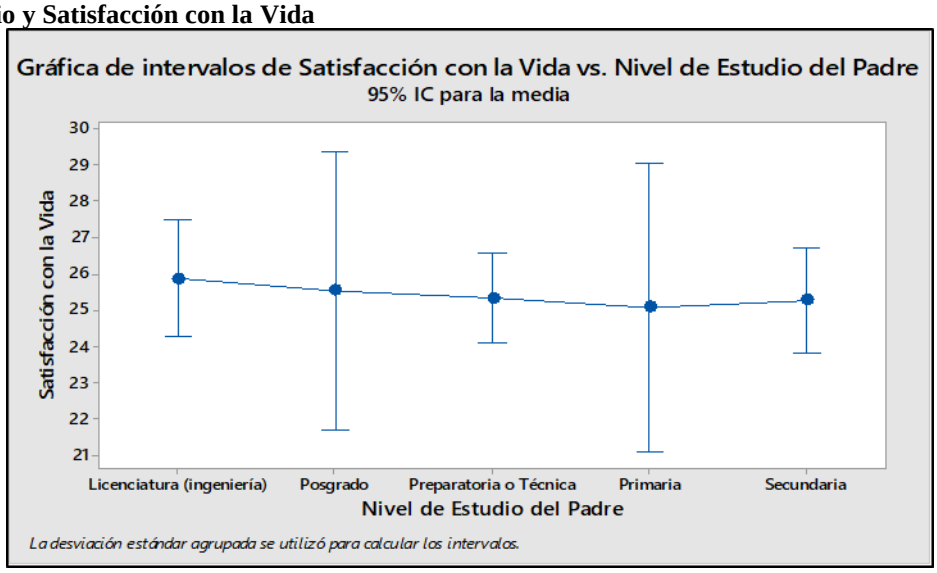
Figura 66
Regresión lineal Motivación externa y Satisfacción con la Vida



Nota: Elaboración propia en el software Minitab 18

Fisher y Marsall (2020) explican que hay diversos tipos de ANOVA, entre ellos el de una vía, que analiza las diferencias entre grupos considerando una única variable independiente, y el de dos vías, que examina simultáneamente dos factores, lo que además permite estudiar las interacciones entre ellos. Para realizar el análisis de las variables sociodemográficas se utilizó la herramienta estadística ANOVA para conocer si estadísticamente existía diferencias significativas entre los grupos con un P-valor mayor a 0.05 sugiere que cualquier diferencia observada en las medias es atribuible al azar y no a un efecto real, en el caso del nivel educativo como lo muestra la figura 6,el valor de p = 0.918 indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (niveles de estudio del padre) en relación con la Satisfacción con la Vida. Las medias de Satisfacción con la Vida oscilan ligeramente alrededor de un valor cercano a 25-26 en todos los grupos, con pequeñas variaciones. Los intervalos de confianza son relativamente amplios, especialmente para los niveles de primaria y Posgrado, lo que podría indicar una mayor dispersión de los datos o un menor tamaño de muestra en esos grupos.

Figura 67
ANOVA Nivel de Estudio y Satisfacción con la Vida



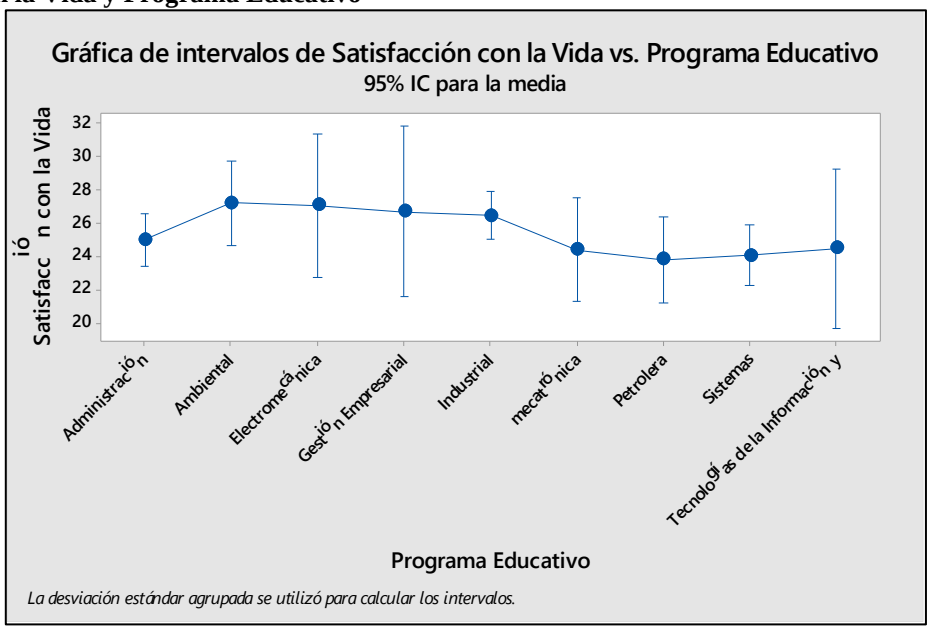
Nota: Elaboración propia en el software Minitab 18

Continuando con el análisis de las variables sociodemográficas la Satisfacción con la Vida vs. Programa Educativo como se muestra en a Figura 7, los promedios de satisfacción con la vida en cada programa educativo, junto con los intervalos de confianza del 95% para la media oscilan entre 24 y 27 puntos, aproximadamente. Los programas educativos como Ambiental y Electromecánica muestran medias ligeramente

más altas en comparación con otros programas como Petrolera y Mecatrónica. Los intervalos de confianza se solapan entre la mayoría de los programas educativos, lo cual indica que no existen diferencias significativas en los niveles de satisfacción con la vida. El programa de Ambiental presenta el promedio más alto, mientras que Petrolera y Mecatrónica tienen las medias más bajas, aunque las diferencias no son estadísticamente relevantes con un Valor p (0.323) es mayor a 0.05, se concluye que no hay una diferencia significativa en los niveles de satisfacción con la vida entre los distintos programas educativos.

Figura 68

ANOVA Satisfacción con la Vida y Programa Educativo

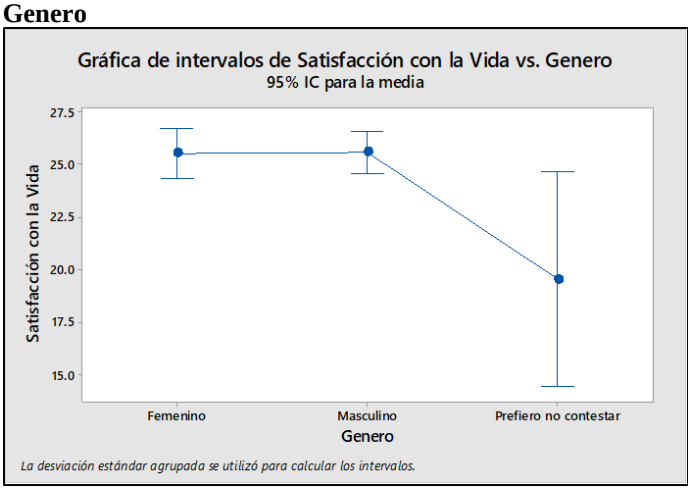


Nota: Elaboración propia en el software Minitab 18

La gráfica muestra los intervalos de confianza (al 95%) de la satisfacción con la vida en función del género, acompañada por un análisis ANOVA con un p-valor de 0.077. Este valor indica que no hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula al nivel de significancia típico ($\alpha = 0.05$). En otras palabras, no se puede concluir que existan diferencias significativas en la satisfacción con la vida entre los grupos de género. Los géneros femenino y masculino tienen medias similares en satisfacción con la vida, con un rango de intervalos de confianza que se superponen considerablemente. El grupo de personas que respondió "Prefiero no contestar" muestra una menor media de satisfacción con la vida y un intervalo de confianza más amplio, lo que indica mayor variabilidad en este grupo. Sin embargo, dado el p-valor, esta diferencia no es estadísticamente significativa.

Figura 69

ANOVA Satisfacción con la Vida y Genero



Nota: Elaboración propia en el software Minitab 18

CONCLUSIÓN

La motivación externa en los estudiantes universitarios presenta una tendencia hacia valores moderados y altos, lo que sugiere que factores externos, como calificaciones, recompensas o reconocimiento, desempeñan un papel importante en su motivación académica. La dispersión observada refleja que no todos los estudiantes dependen igualmente de esta motivación, ya que algunos muestran puntuaciones más bajas.
Wu et al. (2020) menciona que los tipos de motivación pueden variar, pero generalmente se pueden clasificar en dos categorías. Una categoría es la motivación intrínseca y el otro tipo de motivación es extrínseca u orientada a los resultados.
La motivación interna está alineada en términos generales, pero las áreas extremas (como participantes con baja motivación) podrían representar puntos clave para ajustes o estrategias de mejora en futuras intervenciones.
Existe una relación positiva y estadísticamente significativa entre la Motivación Interna y la Satisfacción con la Vida. Sin embargo, con un coeficiente de determinación del 20%, se concluye que la Motivación Interna explica una parte de la Satisfacción con la Vida, pero no en su totalidad. Es recomendable considerar otros factores adicionales en futuros análisis para obtener un modelo más completo.
Se observa una concentración alta de respuestas en el rango entre 24 y 30, donde se encuentra la mayor frecuencia de estudiantes. Esto confirma que una proporción considerable de la muestra reporta una percepción positiva de su satisfacción con la vida.

El nivel de estudio del padre no parece tener una influencia significativa en la Satisfacción con la Vida de los estudiantes. Las medias son muy similares entre los grupos y el análisis ANOVA respalda esta conclusión con un P-valor = 0.918, muy por encima del umbral de significancia (α=0.05). Los estudiantes reportan sentirse satisfechos con su vida, ya que sus puntuaciones están dentro del rango 25-29 De acuerdo con Diener et al. (1985). Esto indica que, en general, los participantes perciben su calidad de vida de manera positiva. Las medias son similares entre los diferentes niveles de estudio del padre, lo que sugiere que, independientemente del contexto educativo familiar, los estudiantes mantienen una percepción estable y positiva de su satisfacción con la vida.
La satisfacción con la vida no parece estar influenciada significativamente por el programa educativo de los estudiantes universitarios. Las medias se mantienen relativamente estables entre programas, con variaciones leves que no resultan significativas desde el punto de vista estadístico.
En relación con el género existe una posible diferencia entre el grupo "Prefiero no contestar" y los otros dos grupos, el p-valor mayor a 0.05 indica que estas diferencias podrían deberse al azar y no son concluyentes desde una perspectiva estadística. Esto sugiere la necesidad de una muestra más grande o un análisis más detallado para confirmar o refutar estas diferencias.

BIBLIOGRAFÍA

Bruno, F., Fernández Liporace, M., & Stover, J. (2020). Escala de motivación situacional académica para estudiantes universitarios: desarrollo y análisis psicométricos. *Interdisciplinaria*, 1-29.

Cobeña Napa, M. Á., & Moya Martínez, M. E. (2019). El papel de la motivación en el proceso de enseñanza - aprendizaje. *Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*.

Deci E, L., & Ryan R, M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior.* Plenum Press.

Diener, E., Emmons, R., Larsen, R. J., & Griffin , S. (1985). *The Satisfaction With Life Scale.* Journal of Personality Assessment.

Fisher, A., & Marsall, A. (2020). Understanding the one-way ANOVA. *Journal of Perioperative Practice*, 44-46.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la Investigación* . México D.F. : Mc Graw Hill.

Kiremitci, O., Boz, B., & Engur, M. (2020). Relationship between Academic Motivation and Student Alienation: A Stydy of Undergraduate Students of Sports Sciences. *Croatian Journal of Education*, 1238-1315.

Nunnally, , J. (1978). *Psychometric Theory (2nd ed.).* McGraw-Hill.

Schober , P., Boer , C., & Schwarte, L. (2018). Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesth Analg*, 1763-1768.

Vallerand R, J., Pelletier L, G., Blais M, R., Briere N, M., Senécal C, & Vallieres E , F. (1992). The academic motivation scale: A measure of intrinsic, extrinsic, and amotivation in education . *Educational and Psychological Measurement*, 10003-1017.

Vázquez Zurita, A., & López Walle, J. (2019). MOtivación Extrínseca e Intrínseca y Satisfacción con la vida en deportistas Universitarios. *Enseñanza e Investigación en Psicología*.

Wu, H., Li, S., Zheng, J., & Guo, J. (2020). Medical students' motivation and academic performance: the mediating roles of self-efficacy and learning engagement. *Medical Education Online*.

Introducción a las Métricas de Calidad de Software en los Pequeños Negocios

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.858

Zulma Sánchez Estrada[1], Jorge Noriega Zenteno[2], Elizabeth Sánchez Vazquez[3], Fernando Adolfo Salazar Vázquez [4], [5]Diego García Jara
[6]Julio Cesar Ruíz Martínez[6]

[1]*Universidad Politécnica del Valle de Méxicol,e-mail: zulma.sanchez@upvm.edu.mx*
[2]*Universidad Politécnica del Valle de Méxicol,e-mail: jorge.noriega@upvm.edu.mx*
[3]*Universidad Politécnica del Valle de Méxicol,e-mail: elizabeth.sanchez@upvm.edu.mx*
[4]*Universidad Politécnica del Valle de Méxicol,e-mail: fernando.salazar@upvm.edu.mx*
[5]*Universidad Politécnica del Valle de Méxicol,e-mail: dgarcia@upvm.edu.mx*
[6]*Universidad Politécnica del Valle de Méxicol,e-mail: julio.ruiz@upvm.edu.mx*

Línea de investigación: Metodología de procesos

Resumen

La presente investigación se enfoca en el uso de métricas de calidad de software, hoy en día al realizar proyectos de desarrollo tecnológico dirigidos a los pequeños negocios es necesario que el producto finalizado considere estas métricas para garantizar el funcionamiento correcto de la misma, por lo anterior se seleccionó una muestra de un desarrollo tecnológico dirigido a una pequeña empresa de impresión de formato digital, la cual se dedica al servicio de impresión en distintos rubros como impresión gran formato, impresión digital, impresión offset, postales, corte láser, volantes y más. LATANPRINT, la imprenta digital número uno en impresiones a gran tamaño, se encuentra ubicado en la alcaldía Cuauhtémoc, la Colonia Obrera El proyecto se llevará a cabo en México, el impacto geográfico del proyecto se centraró en México como país, teniendo un alcance nacional. La implementación del sitio web conectado al sistema de e-commerce para LATANPRINT tendrá un impacto significativo en el aspecto social dentro de la sociedad mexicana. Este lugar ha experimentado un crecimiento constante y cuenta con la recomendación de muchos clientes. El proceso del desarrollo del proyecto se llevó a cabo con la metodología SCRUM, a lo que en la construcción de los Sprints se tomó en consideración el chequeo e implementación de métricas de calidad. El proyecto busca abordar varias problemáticas sociales relacionadas con el comercio electrónico en México. Por lo que abordar las problemáticas sociales relacionadas con la falta de difusión del negocio en internet y la administración de compras en línea, impactando de manera positiva en la sociedad mexicana al mejorar la accesibilidad y la experiencia de compra de productos en línea y su calidad al realizar el proyecto.

Palabras clave: Calidad, comercio electrónico, SCRUM, métricas de calidad.

Abstract

This research focuses on the use of software quality metrics. Nowadays, when carrying out technological development projects aimed at small businesses, it is necessary that the finished product considers these metrics to ensure its correct operation. Therefore, a sample of a technological development aimed at a small digital printing company was selected. This company is dedicated to printing services in different areas such as large format printing, digital printing, offset printing, postcards, laser cutting, flyers, and more. LATANPRINT, the number one digital printing company in large format printing, is located in the Cuauhtémoc municipality, Colonia Obrera. The project will be carried out in Mexico. The geographic impact of the project will focus on Mexico as a country, having a national reach. The implementation of the website connected to the e-commerce system for LATANPRINT will have a significant impact on the social aspect within Mexican society. This place has experienced constant growth and has the recommendation of many clients. The project development process was carried out using the SCRUM methodology, and the construction of the Sprints took into consideration the checking and implementation of quality metrics. The project seeks to address several social problems related to e-commerce in Mexico. Therefore, addressing social problems related to the lack of dissemination of business on the Internet and the management of online purchases, positively impacting Mexican society by improving accessibility and the experience of purchasing products online and their quality when carrying out the project.

Keywords: Quality, e-commerce, SCRUM, quality metrics..

INTRODUCCIÓN

Cuando se analiza el tema de métricas de calidad en el desarrollo software se piensa en grandes corporativos que incluyen en su día a día la calidad tanto en sus procesos como en sus productos tecnológicos. Los corporativos utilizan estas métricas para establecer mejora continua en sus procesos, ya que permiten a los equipos de desarrollo identificar las posibles mejoras para la optimización del producto, esto lo realizan al monitorear y evaluar regularmente diferentes aspectos del software, se pueden realizar ajustes y optimizaciones que incrementen la calidad del producto final, de acuerdo a Basili, V. R., y Weiss, D. M. (1984). Otro aspecto mencionado por Fenton, N., y Pfleeger, S. L. (1998) relacionado con las métricas es que ayuda a la objetividad de la medición y estandariza la calificación por lo que al medir la calidad del software facilita la evaluación al evitar decisiones basadas en impresiones subjetivas.

Los riesgos relacionados por una deficiente calidad son disminuidos por los procesos de calidad diseñados para prever posibles problemas antes de que se conviertan en fallos significativos. Por ejemplo, métricas de complejidad del código pueden indicar áreas del software propensas a errores, permitiendo a los desarrolladores abordar estos problemas de manera proactiva. También las métricas son de apoyo en el proceso del proyecto de desarrollo ya que ayuda al seguimiento y control de este, y permite a los directores/Project manager planificar de manera más ágil, gestionar los recursos financieros y monitorear el avance del proyecto en relación con los plazos y presupuestos mencionado por Sommerville, I. (2011).

Algo indispensable en cada negocio es la satisfacción del cliente por lo que la calidad del software está directamente relacionada con la satisfacción del cliente. Medir aspectos como la usabilidad, el rendimiento y la confiabilidad asegura que el producto final cumpla o supere las expectativas del usuario final. Para Card, D. N., y Glass, R. L. (1990). hace hincapié que recoger y analizar métricas de feedback del usuario, como las encuestas de satisfacción y las tasas de retención de usuarios, permite a los desarrolladores entender mejor las necesidades y expectativas de los clientes y ajustar el software en consecuencia.

Lo importe para los corporativos también recae en que el software debe cumplir con normas y regulaciones específicas. Las métricas de calidad permiten asegurar y demostrar el cumplimiento con estos estándares, lo cual es crítico en industrias como la de salud, finanzas y aeronáutica.

DESARROLLO

El uso de métricas de calidad en el desarrollo de software varía significativamente entre grandes corporativos y pequeños negocios debido a diferencias en recursos, necesidades, objetivos y estructuras organizacionales.

Por lo que en ocasiones las grandes empresas pueden permitirse un enfoque más detallado y exhaustivo debido a sus recursos y necesidades complejas, los pequeños negocios se enfocan en métricas básicas y prácticas que les permitan mantener la agilidad y responder rápidamente a las necesidades del mercado. Así que esto no debe exonerar para no aplicar la calidad en el momento de realizar el desarrollo tecnológico.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

General

Implementar métricas de calidad en pequeños negocios para validad la funcionalidad del desarrollo tecnológico e introducir el uso de métricas de calidad en los desarrollos tecnológicos.

Específicos.

Seleccionar la pequeña empresa para proponer el desarrollo tecnológico.
Conocer las problemáticas de la empresa
Seleccionar el desarrollo tecnológico más adecuado para la empresa
Desarrollar el producto tecnológico para la empresa.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio para la presente investigación son las métricas de calidad de software o anterior se logra mediante un análisis del desempeño del personal y de las metas del departamento alcanzadas, este campo de estudio es fundamental para asegurar que el software cumpla con los requisitos y expectativas de los usuarios, así como con los estándares de la industria.

METODOLOGÍA

La metodología empleada es SQuaRE (Software Product Quality Requirements and Evaluation). La metodología Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) es una serie de estándares desarrollados por la ISO/IEC bajo la designación ISO/IEC 25000. SQuaRE proporciona un marco para la evaluación de la calidad de los productos de software, abarcando desde la definición de los requisitos de calidad hasta la evaluación del producto final.

Componentes Principales de SQuaRE

ISO/IEC 25000 - Guía para SQuaRE:

Proporciona una visión general del conjunto de normas SQuaRE y guía sobre cómo utilizarlas en la práctica.

ISO/IEC 25010 - Modelos de Calidad:

Define los modelos de calidad de producto y de calidad en uso, desglosándolos en características y subcaracterísticas.

ISO/IEC 25012 - Modelo de Calidad de Datos:

Define un modelo de calidad para datos con características específicas.

ISO/IEC 25020 a 25029 - Mediciones y Evaluaciones:
Incluyen normas para la medición y evaluación de la calidad del software, proporcionando directrices y ejemplos de medidas y métricas.
ISO/IEC 25030 a 25039 - Requisitos de Calidad:

FASES DEL DESARROLLO

Definición de Requisitos de Calidad (ISO/IEC 25030)

1. Identificación de Requisitos:

Se recopilo y analizó los requerimientos funcionales de la página se toma en consideración Requisitos Funcionales y No Funcionale, para los requisitos funcionales se recopilaron y documentaron, cubriendo Autenticación de Usuarios, Gestión de Contenidos, Navegación e Interacción del Usuario con el siguiente resultado como se muestra en la Tabla 1

Tabla 1

Requisitos Funcionales

Autenticación de Usuarios:	
Registro de Usuarios:	Permitir que los usuarios se registren creando una cuenta mediante un formulario. Inicio de Sesión: Permitir que los usuarios registrados inicien sesión utilizando sus credenciales. Recuperación de Contraseña: Proporcionar un mecanismo para que los usuarios recuperen o restablezcan sus contraseñas.
Gestión de Contenidos:	
Creación y Edición de Contenidos:	Permitir a los administradores y editores crear, editar y eliminar contenido. Publicación de Artículos: Permitir a los usuarios publicar artículos o posts.
Categorías y Etiquetas:	Organizar el contenido en categorías y etiquetas para facilitar la búsqueda.
Creación y Edición de Contenidos:	Permitir a los administradores y editores crear, editar y eliminar contenido.
Publicación de Artículos:	Permitir a los usuarios publicar artículos o posts.
Categorías y Etiquetas:	Organizar el contenido en categorías y etiquetas para facilitar la búsqueda.
Navegación:	
Menú de Navegación:	Proveer un menú de navegación intuitivo y accesible desde todas las páginas.
Barra de Búsqueda:	Incluir una barra de búsqueda para permitir a los usuarios buscar contenido específico.
Interacción del Usuario:	
Comentarios:	Permitir a los usuarios dejar comentarios en artículos o posts.
Calificaciones y Reseñas:	Permitir a los usuarios calificar y dejar reseñas sobre productos o contenido.
Redes Sociales:	Integrar botones para compartir contenido en redes sociales.
APIs Externas:	Conectar con APIs externas para funcionalidades adicionales como mapas, datos meteorológicos, etc.
Requisitos de Calidad:	Especificar requisitos claros y medibles de calidad, basados en las características y subcaracterísticas del modelo de calidad de ISO/IEC 25010.

Para los requisitos no funcionales se analizó y documentó cada uno de ellos en el que se tomó en consideración Rendimiento: Seguridad, Usabilidad, Compatibilidad, Mantenibilidad y Fiabilidad como lo representa la Tabla 2.

Tabla 2

Requisitos No Funcionales

Rendimiento:	
Tiempo de Carga:	La página debe cargarse en menos de 2 segundos bajo condiciones normales.
Capacidad de Respuesta:	La aplicación debe ser capaz de manejar al menos 1000 usuarios concurrentes sin degradar significativamente el rendimiento.
Seguridad:	
Protección de Datos:	Los datos de los usuarios deben ser almacenados y transmitidos de manera segura utilizando cifrado.
Autenticación Segura:	Implementar autenticación segura (por ejemplo, OAuth) y protección contra ataques comunes como XSS y CSRF.
Copias de Seguridad:	Realizar copias de seguridad automáticas de la base de datos diariamente.
Usabilidad:	
Interfaz Intuitiva:	La interfaz de usuario debe ser intuitiva y fácil de usar, siguiendo principios de diseño centrado en el usuario.
Accesibilidad:	Cumplir con los estándares de accesibilidad web (WCAG 2.1) para asegurar que la página sea accesible para personas con discapacidades.
Compatibilidad:	
Multinavegador:	La página debe ser compatible con los principales navegadores (Chrome, Firefox, Safari, Edge).
Dispositivos Móviles:	La página debe ser completamente responsiva, ajustándose adecuadamente a diferentes tamaños de pantalla y dispositivos móviles.
Mantenibilidad:	
Código Documentado:	El código fuente debe estar bien documentado para facilitar su mantenimiento y evolución.
Arquitectura Modular:	La aplicación debe seguir una arquitectura modular para facilitar la actualización y el reemplazo de componentes
Fiabilidad:	
Disponibilidad:	El sitio web debe tener una disponibilidad del 99.9% para minimizar el tiempo de inactividad.
Recuperación ante Fallos:	Debe existir un plan de recuperación ante desastres y mecanismos para la recuperación rápida en caso de fallos.

b. Establecimiento de Objetivos de Calidad:

Se elaboró los objetivos bajo el concepto SMART cumpliendo con cada especificación de construcción. Implementar un sistema web de E-Commerce administrativo y comercial para mejorar la difusión del negocio en internet, la administración de compras online y la difusión de los productos durante el periodo 2024-01 en la imprenta digital LATANPRINT. Se da evidencia de la documentación, en la figura 1.

Figura 1

Documentación de los Objetivos.



2. Diseño y Desarrollo del Software

Visita con el cliente

Se seleccionó la empresa LATANPRINT es una de esas empresas, dedicada al mundo de la impresión de gran formato y digital. En donde se cuenta con la oportunidad de reunirse con el administrador para ofrecer el proyecto e implementar mejoras al mismo y poder ayudarle a solucionar las problemáticas que ya se habían detectado. Gracias a la reunión con LATANPRINT se logró conocer las áreas de mejora de la empresa y así como, quien tendrá acceso administrativo al sitio web, ya que al ser un sitio de comercio electrónico se manejan
datos muy importantes y a su vez delicados, es por eso se analizó los roles que desempeñan las personas administrativas de la empresa y quién administra los datos necesarios.

3.- Análisis de Presupuesto

El análisis de presupuesto es fundamental por lo que se planificó la asignación de recursos para cada fase de desarrollo del proyecto permitiendo un control de costos en donde se monitorearon y controlaron los gastos designados al proyecto para mantenerlo dentro del presupuesto inicial.

La identificación de necesidades y prioridades facilitó la facilitación de todos los componentes desde el desarrollo hasta la entrega, también este análisis permite posibles imprevistos o riesgos financieros, ayudó a evaluar la viabilidad económica ayudando a dar soporte a su beneficio e inversión.**,** así que se realizó una propuesta de presupuesto, donde se contabilizó desde los viáticos para la reunión con LATANPRINT, así como las licencias necesarias para el mismo. Se observa en la Figura 2, 3 y 4 los costos analizados tanto los directos, indirectos gastos de hardware y software específicos.

Figura 2

Costos Directos

Costos directos

Tipo de costo	Importe	Horas	Explicación de los costos	Costo total
Configuración de la Base de Datos	$25	40	Este costo cubre el diseño de la estructura de datos, la creación de tablas, la definición de relaciones y la configuración de consultas	$1000
Diseño de material publicitario	$40	20	Se requerirá el diseño de material promocional como folletos, tarjetas de presentación, banners para redes sociales	$800
Gastos de publicidad en línea	$80	10	Esto podría incluir el pago de anuncios en plataformas como Google Ads	$800
Implementación de medidas de seguridad en línea	$40	15	Implementar medidas de seguridad como certificados SSL para proteger las comunicaciones en línea y la configuración de firewalls	$600

Figura 3
Costos Indirectos

Costos Indirectos

Tipo de costo	Importe	Horas	Explicación de los costos	Costo total
Servicio de agua	$125	1	Si tomamos en cuenta un consumo moderado pero constante, sería un promedio	$125 al mes
Servicio de luz	$150	1	Es el promedio consumido en México de un hogar o empresa pequeña	$150 al mes
Costos de hosting	$60	5	Para mantener la página web en línea, será necesario contratar servicios de hosting y registrar un dominio	$300
Comida	$100	7	Los insumos necesarios consumidos al menos si checamos 2 veces a la semana el avance	$700
Mantenimiento y actualización de la página web y la base de datos	$50	10	Una vez implementadas la pagina y la BD, será necesario darle mantenimiento y realizar algunas copias de seguridad, o en dado caso, corregir los errores que aparezcan	$500

Figura 4
Costos de Software Hardware

Costos de Software y Hardware

Tipo de elemento	Cantidad	Precio unitario	Otros costos	Explicación de loscostos	Costo total
Licencias de software para la gestión de la base de datos	1	$500	Gestión de bases o migración a otro gestor de BD	Se incluye la compra de licencias para un sistema de gestión de base de datos, como MySQL, Microsoft SQL Server o PostgreSQL.	$500
Actualización de equipos informáticos	1	$2000	Podría ser necesario más de una actualización	Si en algún momento el equipo deja de cumplir con los requisitos necesarios para ejecutar el nuevo software o las aplicaciones relacionadas con el proyecto se ocupa	$2000
Licencias Adobe P1	1	$450	Para la publicidad (Illustrator)	Ayudaría a diseñar ilustraciones y gráficos personalizados	$450

Propuesta de presupuesto Página 3/3

Licencias Adobe P2	1	$450	Para una edición (Adobe Premiere Pro)	Podríamos realizar una edición más profesional de videos / foto	$450
Creative Cloud Todas las Aplicaciones	1	$1800	Con las demás aplicaciones para cambios necesarios	Con más de 20 aplicaciones de Creative Cloud nuestra imaginación es el límite	$1800

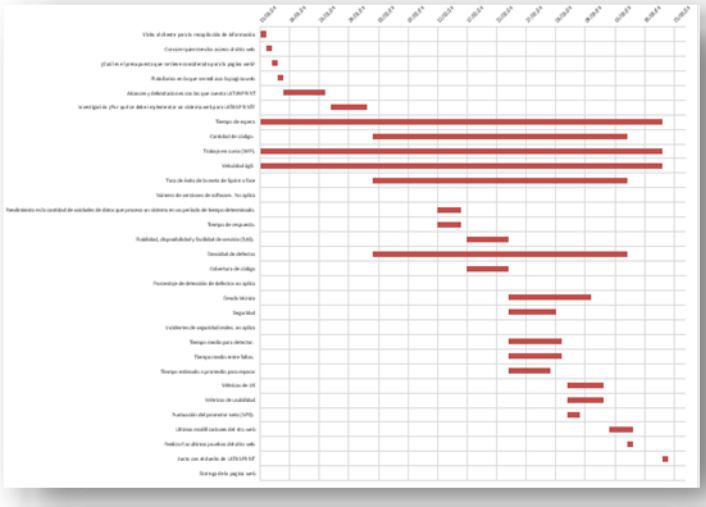
4.- Métricas de calidad

Tiempo de espera

El diagrama de Gantt es una herramienta esencial para analizar los tiempos de cada actividad dentro del proyecto. Al representar visualmente las tareas a lo largo del tiempo, permite identificar la duración estimada de cada actividad y su secuencia de ejecución. Gracias al diagrama de Gantt se puede analizar los tiempos desde que se realiza la entrevista con el administrador de LATANPRINT hasta la entrega final del proyecto.

Esta representación facilita la asignación eficiente de recursos, la identificación de posibles cuellos de botella y la planificación de hitos clave. Además, al comparar el progreso real con el planificado, el diagrama de Gantt ayuda a realizar ajustes oportunos para garantizar el cumplimiento de los plazos del proyecto y así mismo poder entregar un proyecto completo, con pruebas ya realizadas y en óptimas condiciones, como se ve en la figura 5.

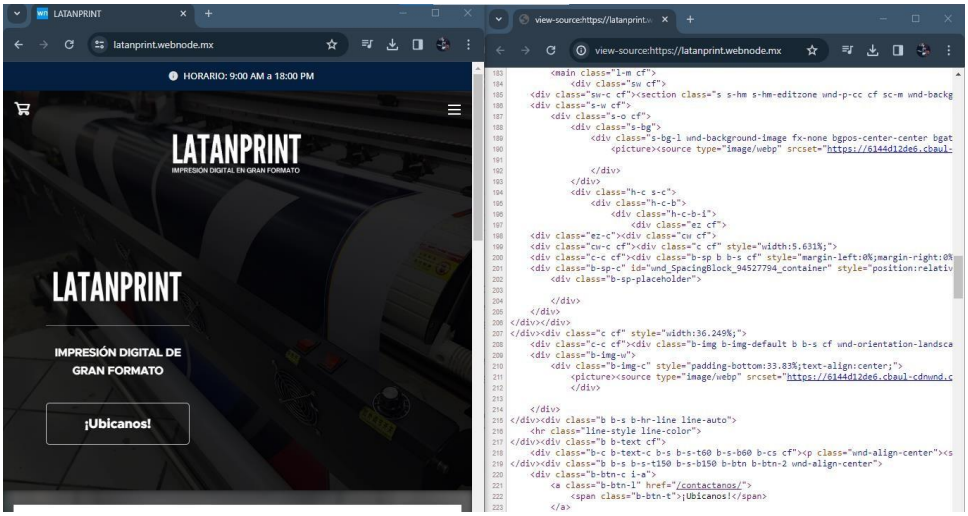
Figura 5
Diagrama de Gantt



Dentro de este proyecto, se utilizó las KLOC (thousands of lines of code) como una métrica fundamental para medir el tamaño de la tienda de E-Commerce. Esta medida permitió evaluar la complejidad y el alcance del sistema en términos de líneas de código escritas. Como se observa en la Figura 6, se tienen las líneas de código del proyecto, ya con sus delimitaciones y alcances, para tener todo dentro los parámetros definidos.

Al monitorear las KLOC, se pudo determinar la productividad y eficiencia del equipo de desarrollo, así como establecer puntos de referencia para el progreso del proyecto. Además, esta métrica brindó información valiosa sobre el esfuerzo requerido para mantener y mejorar continuamente nuestra plataforma, ayudándonos a tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos y la planificación a largo plazo.

Figura 6
Código Fuente Del Sistema E-COMMERCE LATANPRINT



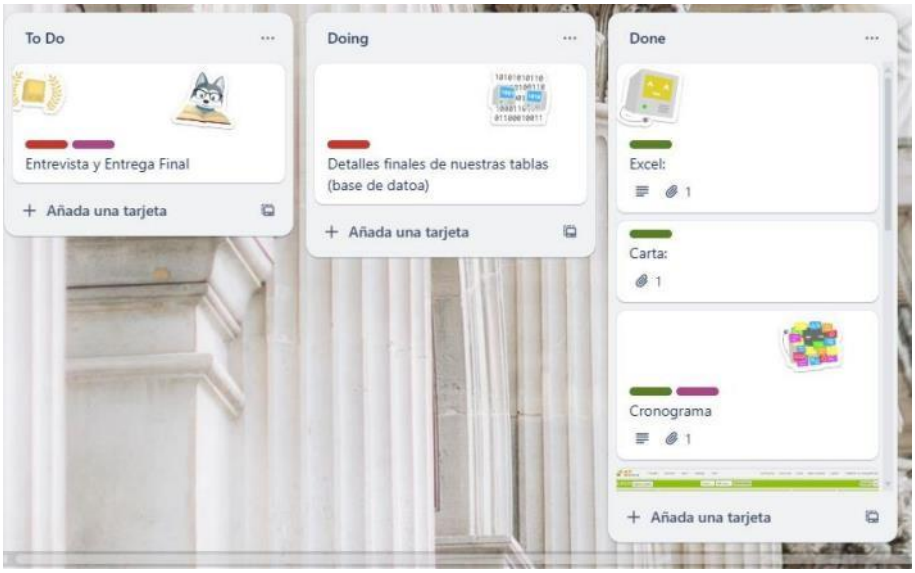
Trabajo en Curso (WIP)

En el entorno de trabajo, hemos adoptado Trello como una herramienta fundamental para la visualización y gestión de tareas en curso, completadas y pendientes. Con Trello, hemos logrado organizar nuestras actividades de manera eficiente en tableros personalizables que representan diferentes etapas del proceso. Esto ha permitido asignar tareas de manera clara, establecer prioridades y mantener un seguimiento constante del proyecto.

Gracias a la interfaz intuitiva de Trello, el equipo puede acceder fácilmente a la información relevante en tiempo real. Las tarjetas individuales contienen detalles específicos de cada tarea, incluyendo descripciones, fechas límite, archivos adjuntos y comentarios. Esto facilita la comunicación entre los miembros del equipo y asegura que todos estén al tanto de los avances y los próximos pasos a seguir.

Figura 7

Tablero De Trello Del Proyecto



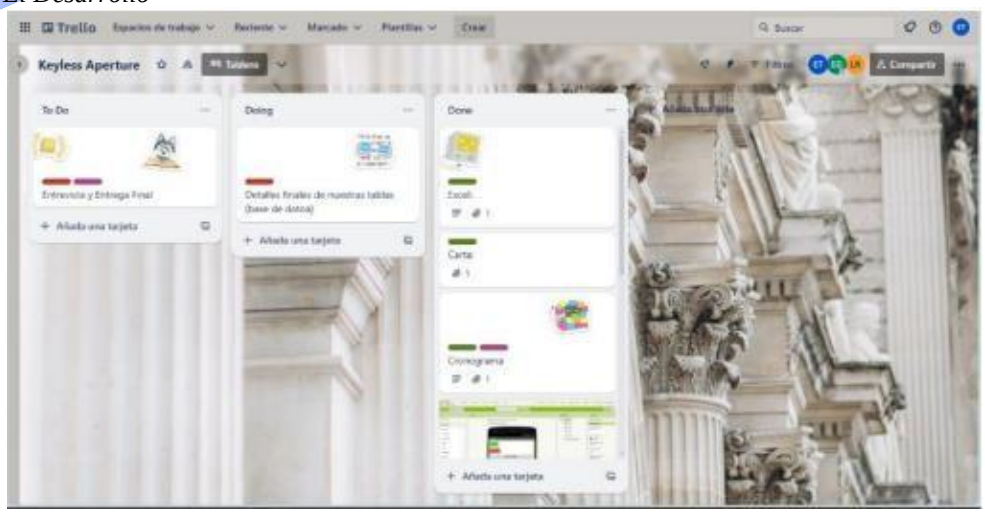
En nuestra metodología de trabajo ágil, hemos integrado la noción de velocidad ágil para mejorar aún más nuestra eficiencia y productividad. Utilizamos Trello como una herramienta clave para esta práctica. La velocidad ágil se refiere a la cantidad de trabajo que un equipo puede completar en un período de tiempo determinado, generalmente a lo largo de un sprint.

Velocidad Ágil

A través de Trello, llevamos un registro detallado de las tareas realizadas durante cada sprint, así como de aquellas que quedaron pendientes o fueron completadas. Esta información permite calcular nuestra velocidad ágil promedio, lo que a su vez brinda una estimación confiable de cuánto trabajo podemos realizar en futuros sprints. Al utilizar la velocidad ágil con Trello, podemos planificar nuestras iteraciones de manera más precisa.

Figura 8

Cuenta De Trello Para El Desarrollo



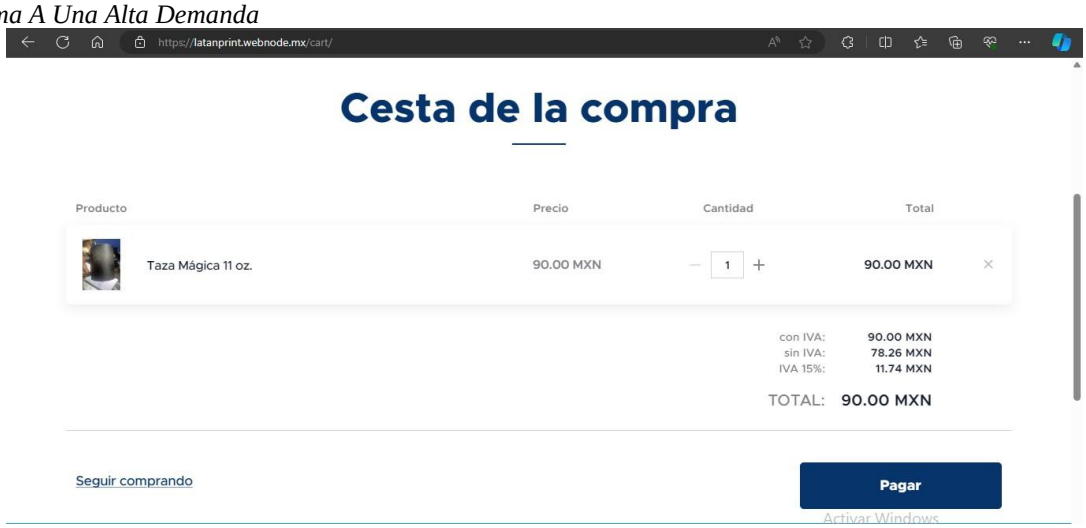
Tasa de Éxito

La tasa de éxito de la meta de Sprint o fase es un indicador clave para evaluar el rendimiento y progreso de un proyecto. En este proceso se realizaron los objetivos con el sistema destinado a LATANPRINT, durante el periodo de tiempo establecido en cada uno de ellos, como las pruebas, las reuniones con el dueño, etc. Al realizar pruebas de carga y estrés, se puede determinar cómo el sistema de LATANPRINT responde a situaciones de alta demanda y tráfico.

En el contexto de LATANPRINT, estas métricas permiten identificar áreas de mejora y garantizar que el sistema cumpla con los requisitos de calidad y rendimiento establecidos. Las pruebas de carga y estrés son fundamentales para evaluar la capacidad de respuesta del sistema ante condiciones extremas, brindando valiosos para optimizar su funcionamiento y asegurar una experiencia óptima para los usuarios.

Figura 9

Pruebas Del Sistema A Una Alta Demanda

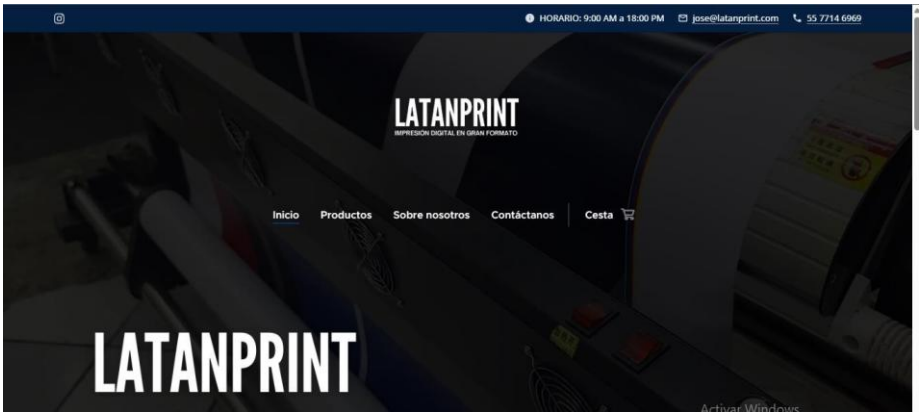


Los números de versión de software son identificadores clave que indican el estado y las características de una aplicación o sistema. Estas versiones, usualmente representadas en un formato numérico, como por ejemplo 1.0.0, al ser una página totalmente nueva, todavía no tiene diferentes versiones, con el paso del tiempo se ira actualizando para cumplir las expectativas de todos los usuarios.

A medida que la plataforma evoluciona, se espera que nuevas versiones sean desarrolladas para abordar tanto las necesidades emergentes del mercado como los comentarios de los usuarios. Estos números de versión no solo son una herramienta de comunicación interna entre el equipo de desarrollo, sino también un medio para transmitir información importante a los usuarios sobre las actualizaciones y mejoras

disponibles.

Figura 10
Primera Versión



El rendimiento es un factor crítico que mide la eficiencia de un sistema en el procesamiento de unidades de datos en un lapso definido. Pusimos a prueba la capacidad del sistema E-commerce al momento de poder procesar todos los datos con rapidez y precisión para que tenga un funcionamiento optimo. Con estas pruebas se comprobó si el sistema estaba a las expectativas del dueño de LATANPRINT.

Mediante pruebas exhaustivas, se puede determinar la capacidad del sistema para manejar cargas de trabajo intensivas con rapidez y precisión, lo que es esencial para proporcionar una experiencia óptima a los usuarios. Estas pruebas no solo sirven para validar el cumplimiento de las expectativas del dueño de LATANPRINT, sino también para identificar áreas de mejora y optimización que puedan prevenir futuros problemas y asegurar el buen funcionamiento.
Rendimiento de las Unidades de Datos

Figura 11
Unidades De Datos

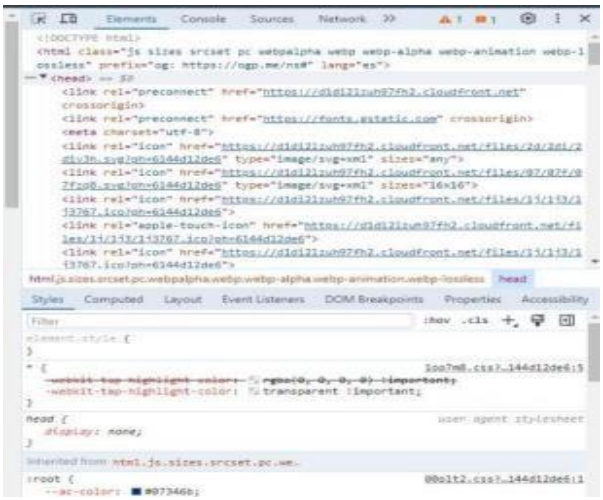
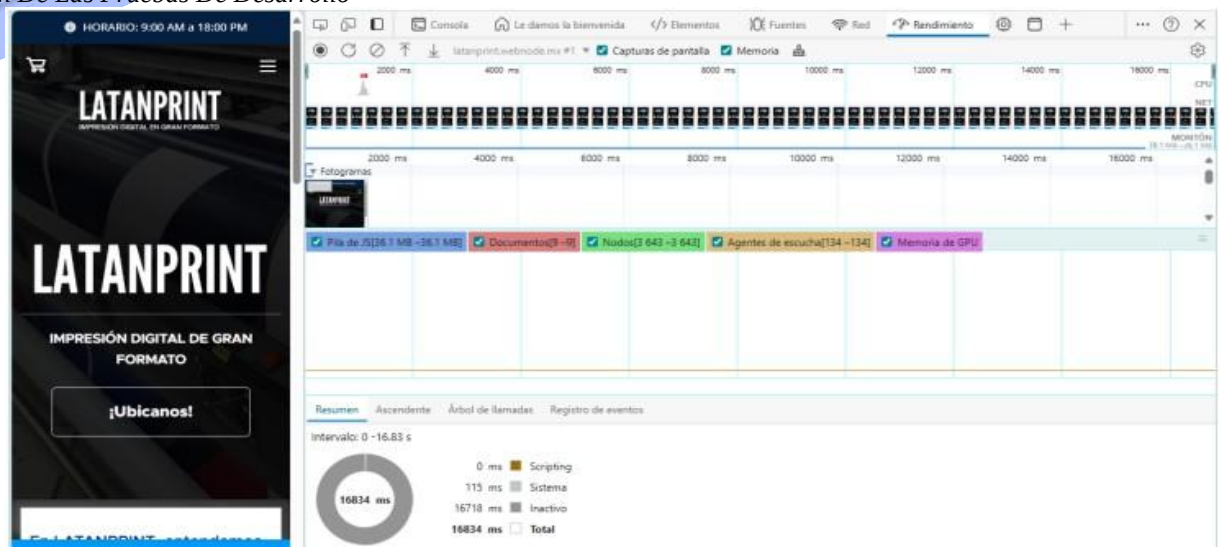


Figura 12

Visualización De Las Pruebas De Desarrollo



Tiempo de Respuesta

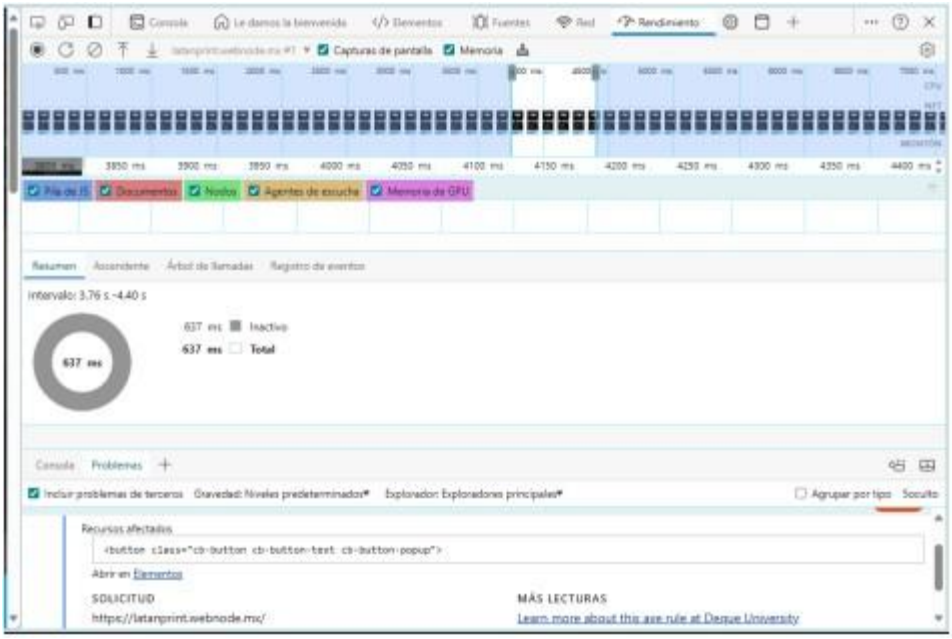
Las pruebas de rendimiento con herramientas de desarrollador son esenciales para evaluar el desempeño de una aplicación o sitio web. Registran datos como fotogramas por segundo, tiempos de espera y respuesta al refrescar la página, así como la calidad de las animaciones y los turnos de diseño. Estos datos son vitales para identificar cuellos de botella y áreas de mejora en el rendimiento.

Al registrar datos como fotogramas por segundo, tiempos de espera y respuesta al refrescar la página, estas herramientas ofrecen una visión detallada del rendimiento en tiempo real. La calidad de las animaciones y la fluidez de la experiencia del usuario son aspectos clave que estas pruebas permiten evaluar con precisión. Identificar cuellos de botella y áreas de mejora es fundamental para garantizar un rendimiento óptimo y una experiencia fluida.

Las pruebas de carga y estrés son fundamentales para evaluar la capacidad del sistema ante volúmenes de tráfico y transacciones. Al simular cargas de trabajo, podemos medir su capacidad de mantener la disponibilidad y fiabilidad bajo presión. Estas pruebas también son útiles para identificar posibles cuellos de botella y áreas de mejora en el rendimiento del sistema. Son esenciales para garantizar la estabilidad y eficiencia del sistema con demanda.

Al simular cargas de trabajo, se puede medir la capacidad del sistema para mantener su disponibilidad y fiabilidad bajo presión. Estas pruebas no solo permiten identificar posibles problemas, sino también áreas de mejora en su rendimiento. Son esenciales para asegurar la estabilidad y eficiencia del sistema durante momentos de alta demanda, proporcionando una base sólida para mantener la satisfacción del usuario y la integridad de la plataforma.

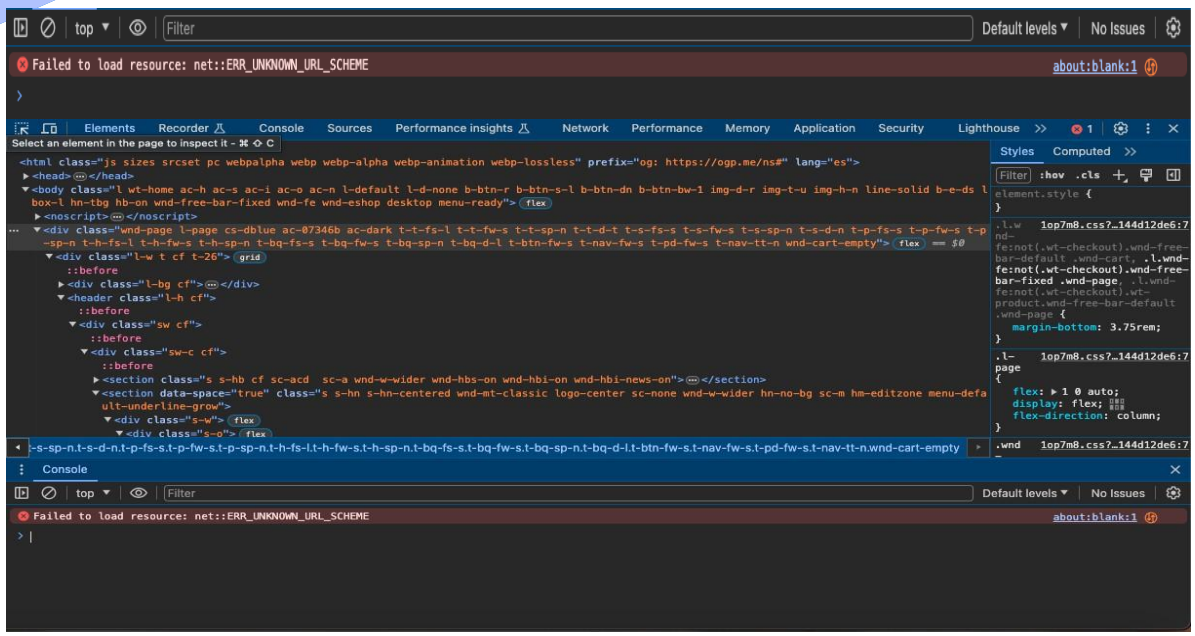
Figura 13
Informe De Pruebas De Carga



Se implementó un sistema de seguimiento de errores que registró todos los defectos encontrados en el código durante un período de tiempo. Se realizó un análisis del código para determinar su tamaño total en líneas de código. Se calculó la densidad de defectos y se llegó a una cifra promedio. Se calculó dividiendo el número total de defectos encontrados en el código durante un período de tiempo específico por el tamaño total del código en líneas de código.

La identificación temprana de defectos y su corrección es crucial para evitar costosos. Al medir la densidad de defectos, se pueden identificar áreas problemáticas del código que necesitan una atención especial. La densidad de defectos también puede ser útil para evaluar la eficacia de los procesos de desarrollo en un proyecto. Si la densidad de defectos es alta, puede ser indicativo de problemas en los procesos de desarrollo que necesitan ser abordados.

Figura 14
Problema Al Copilar



Se implementaron pruebas automatizadas en el desarrollo de la página web de LATANPRINT para evaluar la cobertura del código. Estas pruebas se ejecutaron utilizando Jest, una herramienta especializada que proporcionó informes detallados sobre la cobertura del código. Se analizaron estos informes para determinar la proporción del código que estaba siendo probada y se identificaron áreas con una cobertura insuficiente. La cobertura de código es una medida que indica la proporción del código que es ejecutado durante la ejecución de pruebas automatizadas. Una alta cobertura de código significa que la mayoría del código ha sido probado, lo que puede reducir el riesgo de errores en el software. Evaluar la cobertura de código ayuda a identificar áreas del código que no han sido probadas adecuadamente y que podrían contener errores.

Esto permite a los equipos de desarrollo enfocar sus esfuerzos de prueba en áreas críticas del código. Una cobertura de código insuficiente puede resultar en software de baja calidad que es propenso a errores y fallos. Por lo tanto, es importante monitorear regularmente la cobertura de código y tomar medidas para mejorarla cuando sea necesario. Como lo vemos en la figura 15.

Figura 15
Intefaz De Aplicación Web



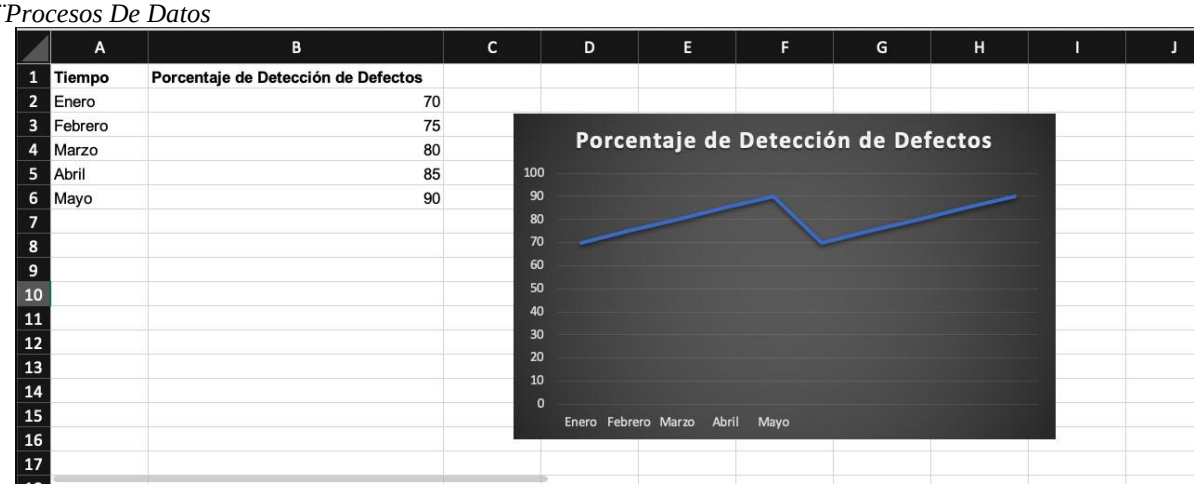
Porcentaje de detección de defectos
Durante el desarrollo de la página web de LATANPRINT, se llevaron a cabo pruebas para identificar defectos en el código. Se registraron todos los defectos encontrados durante las pruebas y se compararon con el número total de defectos identificados en el código. Con esta información, se calculó el porcentaje de detección de defectos y se evaluó la efectividad del proceso de prueba. Se calculó dividiendo el

número de defectos encontrados durante las pruebas por el número total de defectos presentes en el código. El porcentaje de detección de defectos es una métrica que indica la proporción de defectos identificados durante las pruebas en comparación con el total de defectos presentes en el código. Un alto porcentaje de detección de defectos sugiere un proceso de prueba efectivo.

Evaluar el porcentaje de detección de defectos ayuda a los equipos de desarrollo a comprender la efectividad de sus pruebas y a identificar áreas del código que requieren una mayor atención durante las pruebas. Mejorar el porcentaje de detección de defectos puede implicar la implementación de pruebas adicionales, la mejora de la calidad del código y la optimización de los procesos de prueba en general.

Figura 16

Grafica De ¨Procesos De Datos



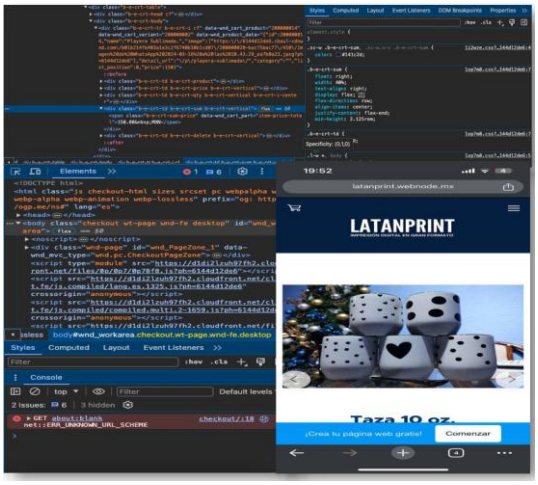
	A	B
1	Tiempo	Porcentaje de Detección de Defectos
2	Enero	70
3	Febrero	75
4	Marzo	80
5	Abril	85
6	Mayo	90

Se realizó una evaluación del código en el desarrollo de la página web de LATANPRINT para identificar posibles áreas de deuda técnica. Se examinaron aspectos como la calidad del código, la optimización para dispositivos móviles, la seguridad del sitio y la velocidad de carga. Y finalmente se recopiló información detallada sobre estos problemas, después se elaboró un plan para abordar y resolver la deuda técnica identificada. La deuda técnica se refiere a los compromisos técnicos que los equipos de desarrollo asumen al tomar atajos o ignorar problemas durante el desarrollo de software. Estos compromisos pueden acumularse con el tiempo y afectar la calidad y mantenibilidad del software. Identificar y abordar la deuda técnica es importante para garantizar la calidad a largo plazo del software.

Esto puede implicar la refactorización del código, la mejora de la documentación, la optimización de la arquitectura y la resolución de problemas de seguridad. La deuda técnica puede tener un impacto significativo en la productividad y la eficiencia del equipo de desarrollo. Al abordar de manera proactiva la deuda técnica, los equipos pueden reducir el riesgo de problemas futuros y mantener un alto nivel de calidad en el software.

Figura 17

Código Del Proyecto

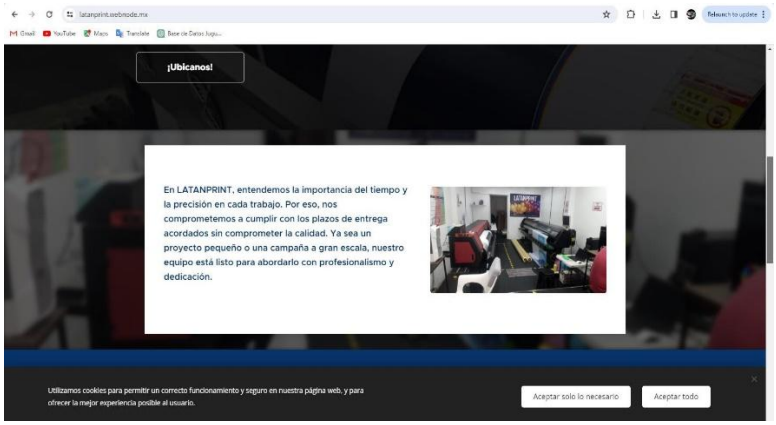


Seguridad

En Latanprint, nuestra principal prioridad es salvaguardar la seguridad y confidencialidad de la información de los usuarios. Estamos comprometidos a implementar medidas de seguridad robustas en el sitio web para proteger los datos sensibles de los clientes. Para lograr esto, hemos establecido políticas de seguridad sólidas que incluyen la encriptación de datos y la protección contra amenazas en línea. Además, hemos adoptado un enfoque proactivo en la gestión de la seguridad del sitio web. Se han implementado sistemas avanzados de detección de intrusos y establecidos procesos de alerta temprana para identificar y responder rápidamente a cualquier actividad sospechosa. Esta infraestructura brinda una seguridad continua y permite abordar cualquier amenaza potencial de manera eficiente

Figura 18

Cookies Y Aviso De Privacidad

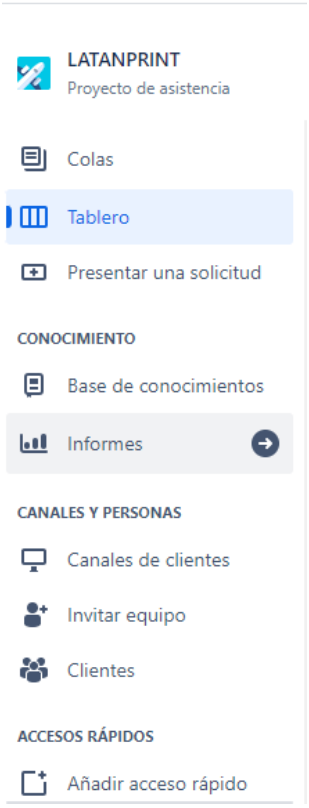


Incidentes de Seguridad reales

Es de suma importancia mantener un registro detallado de los incidentes de seguridad que se producen en el sitio web. Este registro proporciona una visión integral de la efectividad de nuestras medidas de seguridad y permite identificar áreas de mejora. Al evaluar cada incidente reportado, podemos tomar acciones correctivas según sea necesario para proteger los sistemas y datos contra posibles amenazas en línea.

Para facilitar el seguimiento y la gestión de los incidentes de seguridad, hemos implementado un sistema dedicado de seguimiento de incidentes. Este sistema permite registrar y documentar cada incidente reportado de manera detallada, incluyendo información sobre la naturaleza del incidente, el impacto en los sistemas y las acciones tomadas para resolverlo. Además, hemos integrado herramientas de monitoreo de seguridad avanzadas en el sitio web, lo que permite detectar y responder rápidamente a cualquier actividad sospechosa. Esta combinación de medidas brinda una mayor capacidad para proteger proactivamente nuestra plataforma contra posibles amenazas y garantizar la seguridad y confidencialidad de los datos de los usuarios.

Figura 19
Implementación De Seguridad

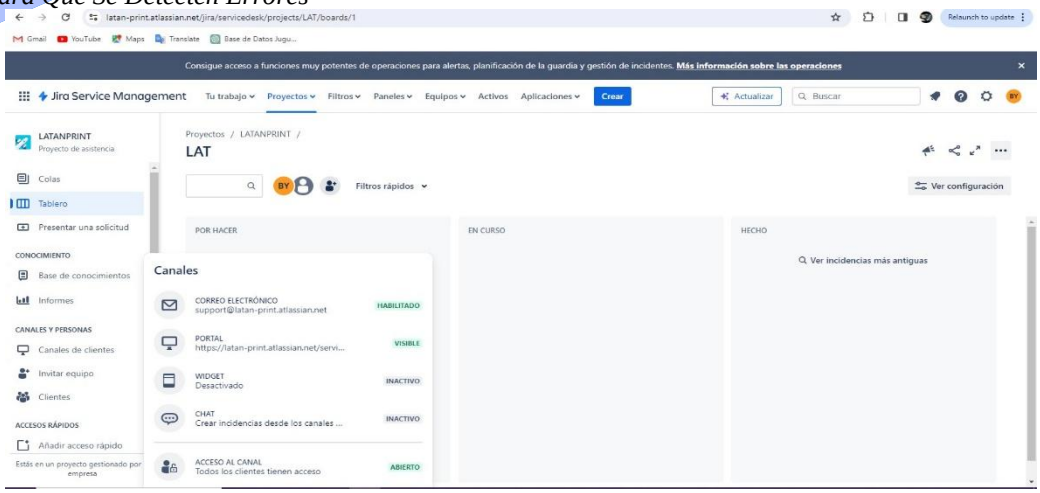


Tiempo medio de Detección
Reconocemos la importancia de detectar y responder con prontitud a cualquier incidente de seguridad en el sitio web. Para ello, llevamos a cabo un seguimiento meticuloso del tiempo necesario para identificar y abordar estas amenazas. Este indicador permite evaluar nuestra capacidad de respuesta y tomar medidas para garantizar una respuesta oportuna y efectiva en caso de incidentes. Con el objetivo de agilizar la detección y respuesta a posibles amenazas, hemos implementado sistemas de monitoreo en tiempo real en el sitio web. Estos sistemas alertan ante cualquier actividad sospechosa y permiten tomar medidas preventivas de inmediato. Además, hemos establecido procedimientos claros y eficientes para la notificación y gestión de incidentes de seguridad. Nuestra prioridad es brindar a los usuarios una experiencia excepcional en el sitio web. Para lograrlo, evaluamos constantemente la estabilidad y confiabilidad del sistema mediante la medición del tiempo promedio entre fallos. Esta métrica proporciona información valiosa sobre la frecuencia y duración de los problemas que pueden surgir, lo que permite identificar áreas de mejora.

Además, para garantizar la calidad del sitio web, llevamos a cabo pruebas exhaustivas de calidad de software antes de cada lanzamiento. Estas pruebas permiten identificar y solucionar cualquier defecto o error potencial antes de que afecte a la experiencia del usuario. El objetivo es asegurarse de que el sitio web funcione de manera óptima en todo momento y que los usuarios puedan disfrutar de una navegación sin problemas.

Figura 20

Sistema Funcional Para Que Se Detecten Errores

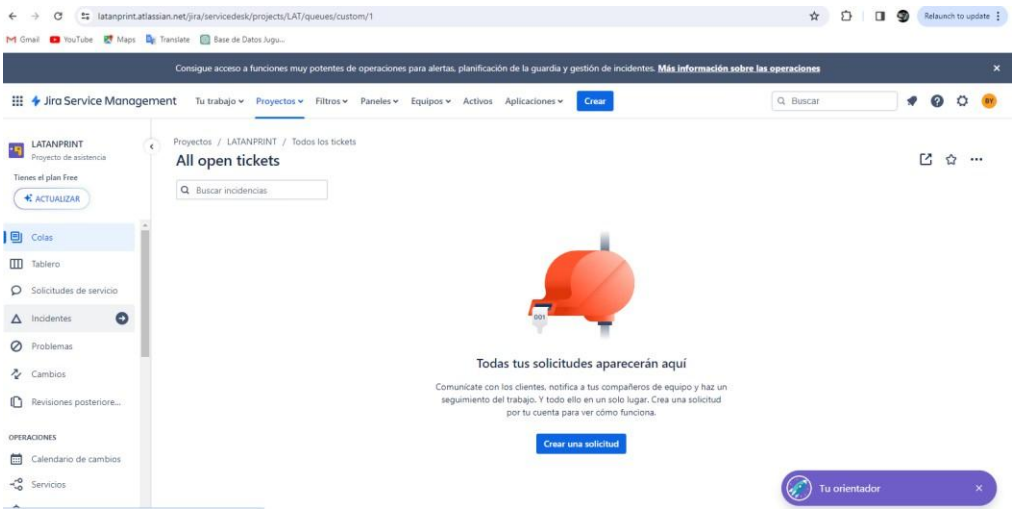


Tiempo Medio entre fallos

Nuestra prioridad es brindar a los usuarios una experiencia excepcional en el sitio web. Para lograrlo, evaluamos constantemente la estabilidad y confiabilidad del sistema mediante la medición del tiempo promedio entre fallos. Esta métrica proporciona información valiosa sobre la frecuencia y duración de los problemas que pueden surgir, lo que permite identificar áreas de mejora. Además, para garantizar la calidad del sitio web, se llevaron a cabo pruebas exhaustivas de calidad de software antes de cada lanzamiento. Estas pruebas permiten identificar y solucionar cualquier defecto o error potencial antes de que afecte a la experiencia del usuario. El objetivo es asegurarse de que el sitio web funcione de manera óptima en todo momento y que los usuarios puedan disfrutar de una navegación sin problemas.

Figura 21

Sitio Para Evitar Los Problemas De Seguridad

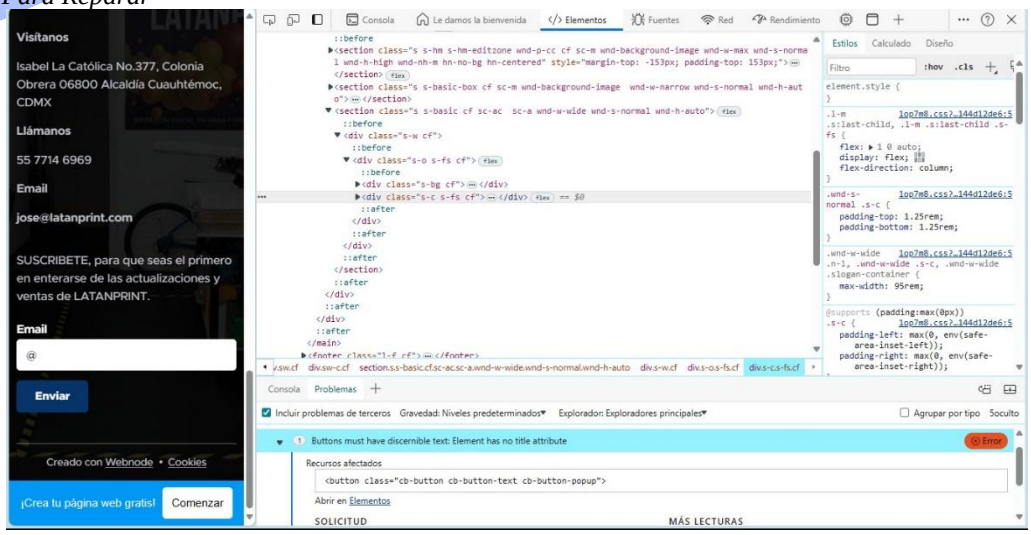


Tiempo medio para reparar

Para medir el tiempo estimado o promedio para reparar un sitio web de comercio electrónico, como el de una imprenta, se deben realizar una serie de actividades específicas. En primer lugar, es crucial realizar un análisis exhaustivo del sitio para identificar los problemas existentes. Esto implica verificar el funcionamiento de cada página, revisar el código fuente en busca de errores y evaluar la velocidad de carga. Facilita la coordinación entre los miembros del equipo y garantiza que se cumplan los plazos establecidos. Al calcular el tiempo estimado para cada actividad y sumarlos, se puede determinar un tiempo promedio para la reparación del sitio web de la imprenta, lo que proporciona una guía útil para la planificación y ejecución del proyecto, para una mejor eficiencia y producción.

Figura 22

Indicadores Visaules Para Reparar



Métricas de UX

Inicialmente, se puede llevaron a cabo una investigación cualitativa, que incluyó entrevistas con los clientes y usuarios potenciales. Estas entrevistas pueden ayudar a comprender sus necesidades, preferencias y desafíos al interactuar con el sitio. Tanto desarrolladores como el cliente y algunos usuarios que sirvieron como testers y aplicando lo aprendido en el curso tomado en la materia de Gestión de Software.

Posteriormente, se procedió con pruebas de usabilidad, donde se solicita a los usuarios que realizaron tareas específicas en el sitio mientras se registran sus interacciones y comentarios. Esto ayudó a revelar puntos de fricción, áreas de confusión o dificultades de navegación que afectan la experiencia del usuario. Además, se pudieron emplear herramientas de análisis de comportamiento del usuario, como mapas de calor y registros de sesiones. Se puede utilizar una variedad de métricas de usabilidad para evaluar diferentes aspectos del sitio, como la facilidad de navegación, la claridad del diseño, la consistencia en la presentación de la información y la capacidad de encontrar información relevante. Estas métricas pueden incluir el tiempo medio para completar una tarea, la tasa de éxito en la realización de una tarea, la cantidad de errores cometidos por los usuarios y la satisfacción del usuario.

Figura 23

Ejemplo de resultado de Capacitación

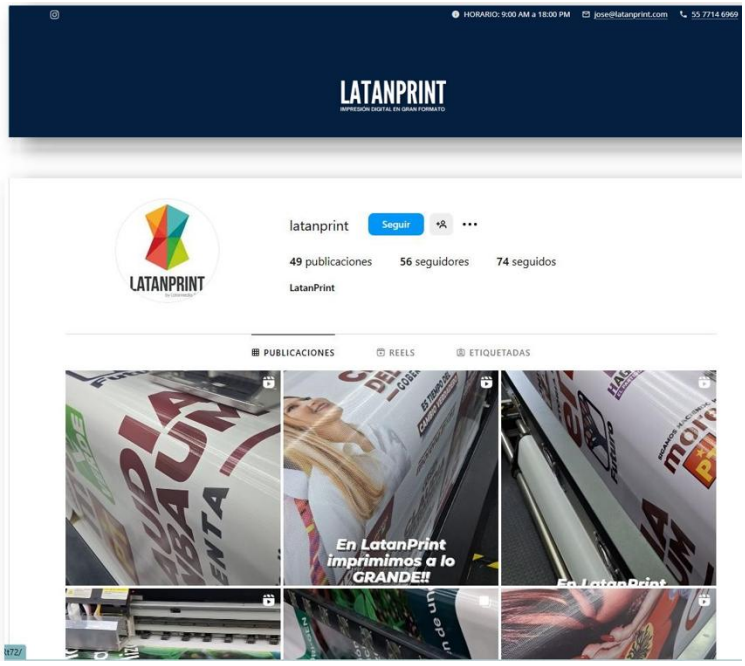


Metricas de Usuabilidad

Se puede utilizar una variedad de métricas de usabilidad para evaluar diferentes aspectos del sitio, como la facilidad de navegación, la claridad del diseño, la consistencia en la presentación de la información y la capacidad de encontrar información relevante. Estas métricas pueden incluir el tiempo medio para completar una tarea, la tasa de éxito en la realización de una tarea, la cantidad de errores cometidos por los usuarios y la satisfacción del usuario. Una vez recopilados los datos de las pruebas de usabilidad, se procede a analizarlos para identificar áreas de mejora en el diseño y la funcionalidad del sitio. Esto puede implicar la realización de cambios en la disposición de los elementos de la interfaz, la simplificación de los procesos de navegación. Al realizar ajustes basados en los hallazgos de usabilidad, se puede mejorar la

experiencia del usuario.

Figura 24
Adaptabilidad De Redes Sociales



Puntuación del promotor NPS
Medimos la Puntuación del Promotor Neto (NPS) en el sitio de comercio electrónico siguiendo un proceso de recopilación y análisis meticuloso. Inicialmente, llevamos a cabo una investigación cualitativa, que incluyó entrevistas con clientes y usuarios potenciales. Estas entrevistas permitieron comprender sus necesidades, preferencias y desafíos al interactuar con el sitio. Además, realizamos sesiones de grupo y encuestas para recopilar una variedad de opiniones y perspectivas, involucrando tanto a desarrolladores como al cliente y algunos usuarios que sirvieron como testers, aplicando lo aprendido en el curso de Gestión de Software, fue de mucha ayuda ya que observamos que no solo es probar por probar o desarrollar por desarrollar, hay muchos parámetros para evaluar.
Posteriormente, procedimos con pruebas de usabilidad, donde solicitamos a los usuarios que realizaran tareas específicas en el sitio mientras registrábamos sus interacciones y comentarios. Estas pruebas ayudaron a identificar puntos de fricción, áreas de confusión o dificultades de navegación que afectaban la experiencia del usuario, ya que hacía que nuestra página no fuera intuitiva.

Además, empleamos herramientas de análisis de comportamiento del usuario, como mapas de calor y registros de sesiones, para obtener información sobre cómo interactuaban realmente los usuarios con el sitio y dónde se concentraban sus acciones. Este enfoque permitió recopilar datos cuantitativos y cualitativos para calcular nuestra puntuación NPS y mejorar continuamente la experiencia del usuario en el sitio de comercio electrónico.

Figura 25
Calificación De Producto



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación de un sistema web de comercio electrónico para LATANPRINT, se presenta como una estrategia esencial para mejorar significativamente su visibilidad en el mercado. En la actualidad, la presencia en línea es imperativa, y un sitio web permitirá a LATANPRINT destacarse y llegar a una audiencia más amplia. La accesibilidad las 24 horas del día, los 7 días de la semana, brindará comodidad a los clientes, aumentando las oportunidades de venta. La investigación y desarrollo de un prototipo para el sistema web de comercio electrónico son esenciales para lograr posicionar como un actor relevante en el mercado digital de la impresión.

1. Difusión del Negocio en Internet El sistema web de comercio electrónico permitirá una difusión efectiva del negocio en internet al proporcionar una plataforma centralizada y accesible en línea. A través de estrategias de marketing digital integradas, como SEO y campañas en redes sociales, LATANPRINT logrará una mayor visibilidad en línea. La creación de contenido atractivo y la implementación de técnicas de marketing digital contribuirán a aumentar el conocimiento de la marca, atrayendo a nuevos clientes y consolidando la posición de LATANPRINT en el mercado digital de impresión, logrando asi extender su marca por todo México. 2. Administración de Compras Online El sistema web facilitará la administración de compras online al automatizar procesos clave. Los clientes podrán realizar pedidos de manera intuitiva y personalizada a través de la plataforma, el sistema se encargará de la gestión de inventario, la generación de facturas y la actualización de la disponibilidad de productos en tiempo real.
2. La implementación de un sistema de seguimiento de pedidos proporcionará a los clientes información detallada sobre el estado de sus compras, mejorando la transparencia y la confianza en los servicios de LATANPRINT. La administración de compras online beneficiará en diversas formas, desde un control ágil hasta búsquedas eficaces.
3. Difusión de los Productos Ofrecidos por LATANPRINT El sistema web contribuirá a la difusión efectiva de los productos ofrecidos por LATANPRINT al proporcionar una experiencia virtual atractiva y fácil de navegar. Mediante la presentación visual de los productos, descripciones detalladas, el sistema destacará la calidad y la diversidad de los servicios ofrecidos por la empresa. Estrategias de marketing específicas, como la incorporación de imágenes de alta calidad y testimonios de clientes satisfechos, fortalecerán la percepción de los productos de LATANPRINT, atrayendo a clientes potenciales y generando interés en su cartera de servicios.

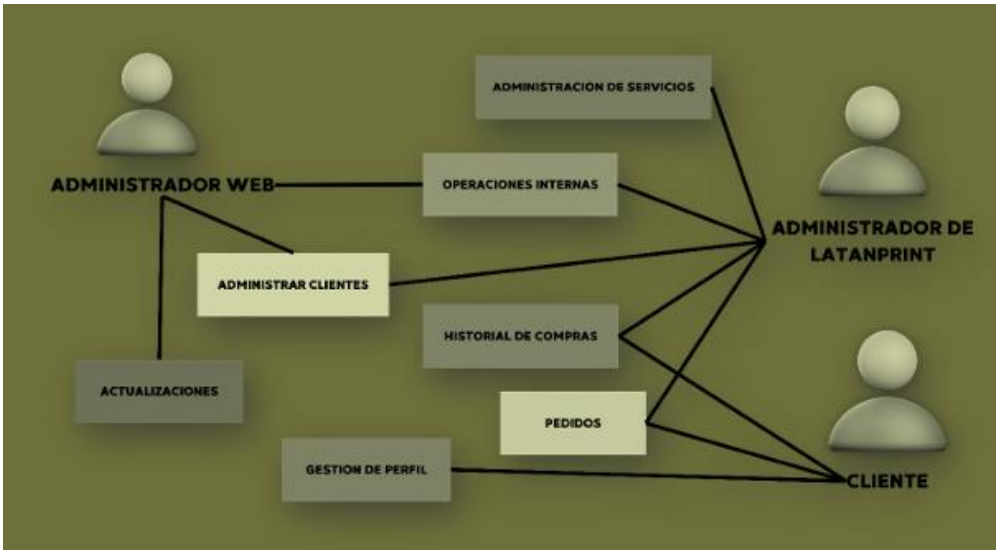
Usuarios

Reconocer de manera apropiada a los usuarios se ha vuelto fundamental para el éxito de cualquier empresa o proyecto. Cada usuario presenta necesidades, preferencias y comportamientos distintivos, y comprender estas particularidades puede determinar la diferencia entre una experiencia gratificante y una decepcionante. En este contexto, realizar un análisis exhaustivo de los tres usuarios centrales nos ayudara a ajustar nuestras estrategias, productos y servicios de manera precisa y eficaz, ofreciéndoles una experiencia personalizada y adaptada a sus necesidades individuales. Administrador Web El administrador web tiene la responsabilidad de gestionar y mantener el sistema web de comercio electrónico de LATANPRINT. Entre sus tareas se incluyen la administración de la plataforma, la actualización de contenidos, la implementación de medidas de seguridad y la gestión de usuarios. Además, este administrador supervisará la funcionalidad técnica del sitio, se asegurará de que los servidores estén en funcionamiento adecuado y abordará cualquier problema técnico que pueda surgir. También puede llevar a cabo análisis de tráfico web y datos de usuario para mejorar la eficiencia y la experiencia del usuario en el sitio. El administrador web juega un papel crucial en mantener la integridad y funcionalidad del sistema web de LATANPRINT. Administrador De LATANPRINT El administrador de LATANPRINT se encarga de la gestión interna de la imprenta digital. Sus responsabilidades incluyen la supervisión de los procesos de producción, la administración de inventarios, la coordinación de pedidos y la interacción con proveedores. Además, este administrador tendrá acceso a las herramientas administrativas del sistema web para gestionar la información del catálogo de productos, precios y promociones. Colaborará estrechamente con el administrador web para garantizar la sincronización eficiente entre las operaciones internas y la plataforma en línea, desempeña un papel clave en la gestión operativa y logística, asegurando que los productos y servicios se ofrezcan de manera eficaz y cumpliendo con los estándares de calidad de la empresa. Cliente El cliente representa la parte externa del sistema y juega un papel esencial en el éxito de LATANPRINT. A través del sistema web de comercio electrónico, los clientes pueden explorar el catálogo de productos, personalizar sus pedidos, realizar compras y realizar un seguimiento de sus transacciones. Tendrán acceso a información detallada sobre productos, precios y promociones. Además, los clientes podrán gestionar sus perfiles, revisar el historial de compras y proporcionar retroalimentación sobre los servicios recibidos. La plataforma web está diseñada para ofrecer una experiencia de usuario intuitiva y personalizada, facilitando a los clientes la navegación y la toma de decisiones. El cliente desempeña un papel fundamental al utilizar el sistema web para satisfacer sus necesidades de impresión digital de manera conveniente y eficiente.

Diagrama de usos de caso como se ve en la figura 26.

Figura 26

Diagrama de usos de caso



CONCLUSIÓN

La implementación de tecnologías en LATANPRINT permitirá una mayor conexión con clientes y proveedores a nivel global. A través de plataformas en línea y redes sociales, la imprenta digital podrá interactuar directamente con su audiencia, fomentando la participación y construyendo una comunidad en línea. Esto no solo fortalecerá las relaciones con los clientes, sino que también ampliará la visibilidad de LATANPRINT en diferentes sectores sociales. El desarrollo tecnológico en LATANPRINT contribuirá a la optimización de procesos, reduciendo costos operativos y mejorando la eficiencia económica. La implementación de un sistema web de comercio electrónico automatizará la administración de compras y ventas, facilitando la gestión financiera y permitiendo una toma de decisiones más informada. La mejora en la eficiencia económica contribuirá a la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo de LATANPRINT. La introducción de tecnologías avanzadas en los procesos de producción de LATANPRINT elevará la calidad de los servicios de impresión digital. Sistemas de impresión de última generación, software de diseño avanzado y personalización automatizada permitirán una producción más precisa y de alta calidad. Además, la implementación de tecnologías de seguimiento y control de inventario mejorará la gestión de recursos, reduciendo el desperdicio y aumentando la eficiencia en la producción. El desarrollo tecnológico en LATANPRINT no solo impactará positivamente en los aspectos sociales al fortalecer conexiones, sino que también generará beneficios económicos mediante la optimización de procesos y contribuirá a una producción más eficiente y de calidad. Este enfoque tecnológico posicionará a LATANPRINT como una empresa innovadora y competitiva en el sector de la impresión digital. A lo anterior se analiza la necesidad de seguir la calidad en el desarrollo de un proyecto aun en pequeñas empresas.

BIBLIOGRAFÍA

Biroscak, M. (2021, 28 diciembre). Cómo analizar el tráfico y las estadísticas de tu web - Jimdo. Blog de Jimdo para pymes. https://www.jimdo.com/es/blog/estadisticas-pagina web/#:~:text=Estas%20estad%C3%ADsticas%20te%20mostrar%C3%A1n%20lo%20siguiente%3A%201%20Visitas%3A,las%20subp%C3%A1ginas%20con%20mayor%20tr%C 3%A1fico%20de%20tu%20web.

• Makertan, & Makertan. (2023, 27 abril). El nuevo vendedor de artes gráficas en los procesos de venta. La Prestampa. https://laprestampa.com/negocio-y-gestion grafica/vendedor-de-artes-graficas/ • MarketingDirecto. (2022, 3 mayo). Difusión (estrategia de) - marketing directo. Marketing Directo. https://www.marketingdirecto.com/diccionario-marketing publicidad-comunicacion-nuevas-tecnologias/difusion-estrategia-de •

Leal Jimenez, A., s Quero Gervila, M. J. (s. f.). Manual de marketing y comunicación cultural (Dirección General de Universidades de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia, Vol. 4). D.L.: J-386-2011. • Quero Gervila, M. J. s Asociación Española de Comercio Electrónico y Marketing Relacional (AECEM). (s. f.). Libro blanco del Comercio Electrónico (Vol. 3). Guía Práctica de Comercio Electrónico para PYMES.

• InfoLiă ros.org. (2023, 20 diciemă re). Guía sencilla, paso a paso, para crear tu propio sitio weă profesional | InfoLiă ros.org. https://infoliă ros.org/pdfview/12760-guia- sencilla-paso-a-paso-para crear-tu-propio-sitio-weă -profesional-roă ert-ă randl/

• Carlos Cortizo Pérez, J. (2020). Hackeando el cereă ro de tus comprados (Primera edición, Vol. 1). Colección Product Hackers Universidad Galileo Escuela Técnica. (2019). Manual Comercio Electrónico (1ra ed.).

• Guido W. Contreras A. Krug, S. (2014). Don't make me think, revisited: A Common Sense Approach to Web Usability. Pearson Education.

• Leenders, M., Johnson, P. F., & Flynn, A. (2010). Purchasing and supply management. McGraw- Hill Education. Unpacking E-Commerce: Business Models, Trends and Policies © 2019 OCDE, París https://doi.org/10.1787/23561431-en. • Gobierno de Navara (2021). Guia para desarrollar un e-cormmece para pymes, personas autonomas, y emprendedoras navarras que deseen apostar por el comercio electronico. Direccion General de Turismo, Comercio y Consumo

Transformación digital para la prestación de servicios de salud pública.

Lorena del Jesús Sarao Cruz[1,4], Pablo Payró Campos[2], Martha Patricia Silva Payró[3]

[1]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, e-mail: 232H22001@alumno.ujat.mx*
[2] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, e-mail: pablo.payro@ujat.mx*
[3] *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, e-mail:patypayro@gmail.com*
[4]*TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Villa la Venta, e-mail: lorena.sc@laventa.tecnm.mx*

Línea de investigación: Tecnologías de Información en las organizaciones.

Resumen

La transformación digital es fundamental para el cambio tecnológico en los diferentes sectores de la sociedad, aplicando procesos innovadores de trabajo en las organizaciones. Con el COVID-19 la integración de la tecnología tuvo un papel relevante para el monitoreo de pacientes con este padecimiento, lo cual permitió un seguimiento personalizado en la atención, dando una apertura significativa a la forma en que los derechohabientes y el personal de salud percibieron las tecnologías como parte importante para el cuidado de la salud. Este artículo tiene como objetivo presentar un análisis literario sobre las teorías y principios que rigen la gestión de las tecnologías aplicada en la prestación de los servicios de salud, con el fin de colocar la transformación digital como nuevo modelo de negocio. La metodología utilizada es una revisión literaria sobre la adopción de las tecnologías como instrumento de atención de pacientes con alguna comorbilidad, tomando en consideración los principios de transformación, así como las principales teorías que lo sustentan. Se concluye que hay una enorme importancia de la integración de la salud digital en los hospitales públicos no solo es una inversión en tecnología, sino que permitirá el acceso a la atención médica de la población más vulnerable, esto a través de sistemas de información que se adapten a sus necesidades que permitan igualdad y equidad de todos los sectores a los que pertenecen.

Palabras clave: Comorbilidades, Modelo de negocio, Salud Digital, Transformación digital.

Abstract

Digital transformation is fundamental for technological change in the different sectors of society, applying innovative work processes in organizations. With COVID-19, the integration of technology played a relevant role in the monitoring of patients with this condition, which allowed a personalized follow-up in care, giving a significant opening to the way in which beneficiaries and health personnel perceived technologies as an important part of health care. This article aims to present a literature review on the theories and principles that govern the management of technologies applied in the provision of health services, in order to position digital transformation as a new business model. The methodology used is a literature review on the adoption of technologies as a tool for the care of patients with some comorbidity, taking into consideration the principles of transformation, as well as the main theories that support it. It is concluded that there is an enormous importance of the integration of digital health in public hospitals is not only an investment in technology, but will allow access to medical care to the most vulnerable population, this through information systems that are adapted to their needs that allow equality and equity of all sectors where they reside.

Keywords: Comorbidities, Business model, Digital health, Digital transformation.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital ha tenido mucho auge en los últimos tiempos. Ha permitido innovar procesos en diversas áreas, como la agricultura, medio ambiente, energéticos, educativos, por mencionar algunas, el sector salud no queda fuera de este contexto. El uso de la tecnología es de gran ayuda para la implementación de la salud digital, Jalife (2022, párr. 4) la define como un "área que combina la informática médica, la salud pública y los negocios" por lo que no solo implica un desarrollo técnico sino también mejorar la salud en la población mundial. Se han realizado diversos esfuerzos por implementar transformación digital en este sector, sin embargo, la mayoría de las propuestas están diseñadas para un entorno donde se cuenta con una infraestructura tecnológica accesible; por lo que enfrenta el desafío y la oportunidad de mejorar sus servicios y procesos a través de la transformación digital, la cual, no solo implica la adopción de herramientas tecnológicas avanzadas, sino también un cambio en la forma en que lo servicios de salud son gestionados y entregados a la población

La transformación digital en la salud pública tiene el potencial de mejorar significativamente la atención al paciente y facilitar un acceso más equitativo e igualitario a los servicios médicos. Actualmente el Gobierno de México implementó el IMSS-Bienestar, la cual es una institución creada para brindar servicio médico, medicamento e insumos a la población que no cuenta con ninguna otra derechohabiencia, dicha institución cuenta con un sistema de credencialización el cual consiste en el registro de la población para tener acceso a los servicios que la institución ofrece y se encuentren registrados en una base de datos, y con esto incorporando los principios de la transformación digital en la salud pública (Gobierno de México [GM], 2024). Una limitante de este proyecto es que solo es implementado en los estados que tienen convenio con el GM. Este artículo presenta una revisión de literatura sobre teorías y principios fundamentales que rigen la transformación digital en la salud pública, así como programas de salud digital que han sido implementados, con el fin de proporcionar sustento teórico sólido que permita servir como punto de partida para futuras investigaciones en este campo.

DESARROLLO

Para la elaboración de este artículo se llevó a cabo una revisión literaria sobre el tema. Se revisó literaturas de teorías que sustenten la adopción e importancia de la transformación digital en diversos contextos, así como los principios para la transformación digital en el sector salud. Se revisaron de igual forma, datos sobre los países que han implementado salud digital para un análisis más profundo de la información.

OBJETIVO GENERAL

Analizar las teorías y principios fundamentales que sustentan la transformación digital en el sector salud, con el fin de identificar las mejores prácticas y necesidades de los grupos de interés que intervienen.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los marcos conceptuales y teorías de transformación digital aplicadas en la salud pública.
- Evaluar los principios rectores de la transformación digital en el sector salud.
- Explorar las experiencias donde se ha implementado la salud digital en diversos sistemas de salud.
- Analizar las teorías y principios rectores basado en la revisión de la literatura, que sustente la integración de tecnologías digitales en la prestación de servicios de salud.

OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio incluye las principales teorías y principios en los que se fundamenta la transformación digital, así como identificar en qué medida se ha logrado la implementación en los servicios de salud para mejorar los procesos de atención de los pacientes, requeridos para el cumplimiento del control y monitoreo de pacientes con comorbilidad. La importancia del objeto de estudios radica en fundamentar la combinación de tecnologías digitales para mejorar la prestación de servicios de salud, y de esta forma promover la salud de los pacientes, guiándonos sobre los principios del Modelo de Salud para el Bienestar, MAS-BIENESTAR, que es aplicada para todas las instituciones del sistema nacional de salud y la cual consiste en conocer las necesidades de la población y trabajar sobre alguna de sus determinantes sociales como lo son promoción a la salud, prevención , diagnóstico y tratamiento.

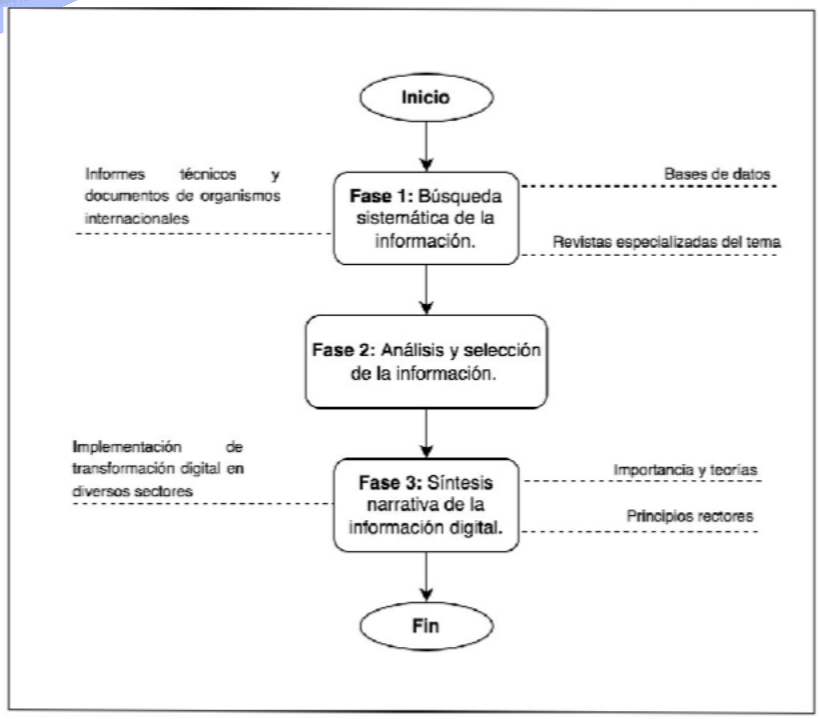
Entre los principios de dicho modelo y en el cual se estructura esta investigación, utilizando tecnologías de la información se pueden destacar la gratuidad y cobertura universal para reducir el impacto financiero de la población en la búsqueda de servicios de salud y la accesibilidad, para minimizar las barreras culturales, económicas, geográficas y sociales en la búsqueda de la atención médica.

METODOLOGÍA

Este artículo se desarrolla a partir de un enfoque de investigación documental, cuyo objetivo es buscar y analizar las teorías o principios que sustentan la transformación digital en el contexto del sector salud. El estudio se basa en la recopilación y análisis de literaturas disponibles y publicadas en internet de fuentes confiables y académicas sobre el tema de estudio (véase Figura 1).

Figura 1

Metodología propuesta



Nota: Elaboración propia con base en datos de Sarao *et al*. (2024).

FASES DEL DESARROLLO

Fase 1 Búsqueda sistemática de la información: Seleccionar las teorías que fundamenten la transformación digital, así como de los principios para la transformación digital en la salud pública la cual servirá de pauta para el desarrollo del modelo. Revisión de indicadores de comorbilidad de salud pública en México (porcentaje de población con comorbilidad, así como la distribución por rango de edad, indicadores de enfermedades crónicas asociadas, indicadores de mortalidad asociados a la comorbilidad, indicadores de prevención y control). Las fuentes de información consultadas son: bases de datos académicos, documentos y reportes de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), otras organizaciones internacionales como Organización Mundial de la Salud (OMS) y artículos de revistas científicas, libros, conferencias con relación del tema.

Fuentes de información:
Bases de datos.
Revistas especializadas del tema.
Informes técnicos y documentos de Organismos Internacionales.

Fase 2 Análisis y selección de la información: Los artículos seleccionados fueron sometidos a un análisis temático, en el cual se identificaron y categorizaron la información relevante sobre transformación digital en la salud pública.

Fase 3 Síntesis narrativa de la información: Integrar y resumir los resultados de los estudios analizados sobre las teorías, principios que rigen la transformación digital en la salud pública, así como programas de salud digital que han sido implementados con el fin de proporcionar sustento teórico.

Importancia de la Transformación digital en el sector salud.
En el 2021 el Estado de México se implementó una estrategia digital para combatir el COVID-19 llamada Red de Telemedicina del Estado de México, la cual consistía en suministrar los servicios de atención sanitaria en los que la distancia constituía un factor crítico. Dicha Red contaba con cuatro procedimientos enfocados a la salud digital, los cuales estaban alineados con el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CNETS), y que fueron validados por la Dirección General de Innovación del Gobierno del Estado de México relacionados con: atención médica por teleconsulta, atención médica por teleconsulta inmediata, atención médica mediante visitas de tele-presencia y capacitación del personal de las unidades médicas por tele- enseñanza. Aunado a lo anterior la transformación digital fue parte fundamental para combatir la pandemia del COVID-19, por lo que es necesario destacar la importancia de dar continuidad a la Salud Digital en otros padecimientos para generar un impacto positivo en la salud pública.

Es fundamental, la intervención de la salud digital como nueva estrategia para el cuidado del seguimiento de control y prevención de las enfermedades enfocándose en los padecimientos que más afectan la salud de los mexicanos como son las comorbilidades. México es un país que cuenta con una población de 129 millones de habitantes en el primer trimestre del 2023 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2023). Así mismo en el 2022, ocupa el primer lugar en obesidad en adultos a nivel mundial y primer lugar en obesidad infantil (Gobierno de México [GM], 2022). En el 2021 ocupaba el cuarto lugar en diabetes de personas adultas y sexto lugar en diabetes infantil, de la misma manera, la hipertensión arterial es una comorbilidad que afecta a una de cada cuatro personas (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2023).

Actualmente el uso de las tecnologías se ha extendido en todos los ámbitos, cada vez utilizamos más medios y plataformas tecnológicas para desarrollar diversas actividades de la vida diaria, es por ello que analizando teorías que fundamentan la transformación digital y dando mayor énfasis a los principios rectores, se realiza un estudio que permita el desarrollo de un modelo que adopten las tecnologías para mejorar la gestión de los proceso de salud que sean adaptables a las situaciones actuales del sector salud, los pacientes y las zonas rurales y comunitarias donde se encuentra.

Teorías sobre transformación digital

Para sustentar la importancia de la transformación digital en los sectores de la sociedad es necesario estudiar y analizar la teoría de la difusión de innovaciones, planteada por Roger (2003), la cual ha sido de gran aportación para el estudio de la difusión y adopción de la innovación en diferentes sectores, uno de ellos salud. La innovación, es comunicada por ciertos canales a través de un periodo a miembros de una sociedad, de tal manera que para que esta sea aceptada debe de pasar por las etapas de percepción, evaluación, prueba y adopción. La teoría ha contribuido a entender las nuevas prácticas innovadoras y cómo se difunde las tecnologías en las sociedades y es particularmente importante para la salud digital, ya que la transformación digital en este sector tiene un gran crecimiento en la actualidad (Alonso y Arcila, 2014).

De igual es importante el estudio del Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM), que fue desarrollado por Davis (1989), es uno de los modelos más utilizados para explicar la adopción de nuevas tecnologías. Torres et al.(2017) hacen referencia al peso de las variables psicológicas y sociales de este modelo, específicamente sobre el uso de internet en la sociedad y su proceso de aceptación. Esto da pauta como contexto teórico relevante en el campo de la salud digital, donde se evalúa la aceptación de las tecnologías referente a la salud por parte de los profesionales de la salud y los pacientes para una implementación exitosa.

Principios rectores de la salud digital en el sector salud

En el 2021 la OMS crea los ochos principios para la transformación digital del sector salud dirigidos a los países de la región de América en su proceso de transformación digital, cuyo propósito es servir de guía para las toma de decisiones fundamentales en la integración de las tecnologías en el sector salud con una cobertura universal, los cuales se mencionan en la Figura 2 (Organización Panamericana de la Salud, 2021).

Figura 2

Principios rectores de la transformación digital del sector de la salud



Nota: Organización Panamericana de la Salud (2021).

Basado en los principios rectores se redefine el modelo de negocio basado en la integración de la salud digital en la atención del paciente con comorbilidad, buscando una igualdad y equidad de los servicios de salud a la población más vulnerable , pero al mismo tiempo creando una corresponsabilidad del paciente al cuidado de su salud innovando en los procesos que se requieren para su gestión, para ello es necesario realizar una descripción más detallada en que consiste cada uno de los principios rectores (véase la Tabla 1).

Tabla 1

Descripción de los Principios rectores de la transformación digital del sector de la salud

Principios rectores	Descripción
Conectividad universal	Disponibilidad y el acceso generalizado a internet y a las tecnologías digitales para todos los actores involucrados en la atención sanitaria, incluyendo pacientes, profesionales de salud, y organizaciones de salud, independientemente de su ubicación o condición socioeconómica.
Bienes públicos digitales	Crear bienes digitales más equitativaos en diferentes poblaciones y contextos con capacidad de adaptación local.
Salud digital inclusiva	La salud digital inclusiva para alcanzar las poblaciones en condiciones de vulnerabilidad social, económica, geográfica o cultural, incluidas aquellas sin alfabetización digital.
Interoperabilidad	Acceso oportuno a datos desglosados y la integración de sistemas nacionales y locales a través de una comunicación fluida de la información
Derechos humanos	Revisión de los instrumentos jurídicos y reglamentarios para garantizar la protección de estos derechos en la salud digital.
Inteligencia artificial	La integración de la inteligencia artificial y tecnologías emergentes en las políticas de salud pública, incorporando dimensiones individuales y sociales a la realidad interconectada y globalizada
Seguridad de la información	Proteger la información sanitaria sensible; trabajar con mecanismos que garanticen la confidencialidad y seguridad, mientras promovemos el acceso y la transparencia en el entorno digital de salud pública.
Arquitectura de salud pública	Se debe diseñar bajo una agenda de gobernanza digital, siendo transversal para coordinar áreas de gobernanza y optimizar la planificación estratégica y gestión de recursos

Nota: Elaboración propia con base en Organización Panamericana de la Salud (2021).

Implementación de transformación digital en diversos sistemas de salud

Cabe mencionar que ya se han presentado casos de éxitos en diversos países como lo es el Proyecto ReMind del Sistema de Sanidad de Estonia en contraste con el fracaso del Programa Nacional de Tecnologías de la Información en el Servicio Nacional de Salud del Reino Unido, donde este último se enfocó demasiado a la tecnología y no los suficiente a las necesidades de las personas que utilizan dicha tecnología. Es de suma importancia crear proyectos sólidos desde el punto de vista clínico, científico y tecnológico basados en las necesidades de las personas involucradas en el proceso de la salud digital.

México se encuentra en una situación precaria que se refleja en el reporte de "Health at a Glance 2023" de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Este documento está enfocado al análisis de los indicadores más relevantes de los sistemas de salud de todo el mundo y de los países que integran la OCDE.

México, Letonia y Turquía son países que actualmente no reportan estrategia de salud digital (véase Tabla 2), lo cual abre un campo de la necesidad y la oportunidad de realizar futuras investigación en este sector.

Tabla 2

Países de la OCDE y su situación con estrategias de salud digital

Países con Estrategias relacionada con la salud digital			No se ha encontrado ninguna estrategia relacionada con la salud digital
35			3
Australia	Finlandia	Estado Unidos	México
Austria	Grecia	Nueva Zelanda	Letonia
Bélgica	Hungría	Noruega	Turquía
Canadá	Islandia	Polonia	
Chile	Irlanda	Portugal	
Colombia	Israel	Eslovaquia	
Costa Rica	Italia	Eslovenia	
República Checa	Japón	España	
Dinamarca	Corea del Sur	Suecia	
Estonia	Lituania	Suiza	
Francia	Luxemburgo	Reino Unido	
Alemania	Países Bajos		

Nota: Elaboración propia con base en OCDE, "Health at a Glance 2023" (2023, p. 50)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los problemas para el control y monitoreo de pacientes con comorbilidad es que la población tenga accesos a los servicios de salud, por lo cual, tomando a consideración los ochos principios rectores propuesto por OPS, que dan la pauta para encaminarnos a la transformación digital del sector con una cobertura universal, se ve en la necesidad de aplicar un nuevo modelo de negocio dirigido a la atención de pacientes con comorbilidad. La igualdad, la equidad y la interoperabilidad son los principios fundamentales para integrar la salud digital en este nuevo modelo de la era digital que buscar beneficiar a toda la población independientemente de su ubicación geográfica o nivel socioeconómico cuando lo necesiten garantizando su derecho a la salud.

CONCLUSIÓN

Como conclusión se enfatiza la necesidad de la innovación centrada en los procesos y las personas, humanizando el nuevo modelo de negocio de atención de los pacientes. El análisis de los dos casos donde se ha implementado la salud digital, muestra la importancia de realizar un estudio detallado de las estrategias a utilizar dependiendo de cuál es la situación y particularidades de cada región, como la desigualdad económica y tecnológica de la población buscando la igualdad y la equidad en los servicios de salud. Con esta propuesta se realizan los primeros esfuerzos para realizar un estudio más detallado del modelo para llevarlo a la implementación y evaluación de las estrategias que permitan un área de oportunidad para eliminar el rezago de la salud digital en México.

REFERENCIAS

Alonso, L. M., & Arcila, C. (2014). La teoría de Difusión de Innovaciones y su relevancia en la promoción de la salud y prevención de la enfermedad. Revista Salud Uninorte, 30(3), 451-464.

Davis, F. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology.MIS Quarterly,13(3), 319–340. https://doi.org/10.2307/249008

Garbayo, L. (05 de abril del 2024). Las TICs en la salud: Importancia y beneficios. https://www.deustosalud.com/blog/gestion-sanitaria/tics-salud-importancia-beneficios

Instituto Nacional de Geografía e Informática (2023).Comunicado de prensa,395(23),1- 6.https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2023/EAP_DMPO2

Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado[ISSSTE]. (2022). Sobrepeso y obesidad infantil. Gobierno de México. https://www.gob.mx/issste/articulos/obesidad-infantil#:~:text=M%C3%A9xico%20ocupa%20el%20primer%20lugar%20mundial%20en%20obesidad%20infantil%20y,la%20poblaci%C3%B3n%20en%20edad%20preescolar

Ismail, M. H., Khater, M., & Zaki, M. (2017). Digital business transformation and strategy: What do we know so far. Cambridge Service Alliance, 10(1), 1-35. https://cambridgeservicealliance.eng.cam.ac.uk/system/files/documents/2017NovPaper_Mariam.pdf

Jalife, S. (22 de agosto de 2022). ¿Qué es la Salud Digital? La evolución que el sector necesita. Centro México Digital. https://centromexico.digital/salud-digital/

Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2023). Primer informe sobre la hipertensión arterial, los devastadores efectos de esta afección y maneras de ponerle coto. https://www.paho.org/es/noticias/19- 9-2023-oms-detalla-primer-informe-sobre-hipertension-arterial-devastadores-efectos-esta

Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2021).La transformación digital de la salud pública en la Región de las Américas: Marco conceptual y líneas de acción.https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53730/OPSEIHIS210004_spa.pdf?sequence=1 &isAllowed=y

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE]. (2023). Health at a Glance 2023. OECD Publishing. https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance- 2023_7a7afb35-en

Organización Mundial de la Salud [WHA].(2005). Novena sesión plenaria, Comisión A, séptimo informe. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA58/WHA58_28-sp.pdf Rogers, E. (2003). Diffusion of innovations. 5th edition, Free Press.

Santos, A., Durón, R. M., Sebastían, M. A., Crail, D., Goméz, S., Briceño, E., y Martínez, I. E. (2020). Herramientas de salud digital para superar la brecha de atención en epilepsia antes, durante y después de la pandemia de COVID-19. Rev Neurol, 70, 323-8.

Torres, C., Robles, J. M., De Marco, S., & Antino, M. (2017). Revisión analítica del modelo de aceptación de la tecnología: el cambio tecnológico. Papers: revista de sociología, 102(1), 0005-27.

World Health Organization[WHO]. (10 de octubre de 2019). Estrategia Global de Salud Digital 2020-2025. https://www.who.int/docs/default-source/documents/200067-lb-full-draft-digital-health-strategy- with-annex-cf-6jan20-cf-rev-10-1-clean- sp.pdf?sfvrsn=4b848c08_2#:~:text=En%20el%20contexto%20de%20esta,digitales%20para%20mejorar%20la%20salud

CAD de la estructura mecánica de una Máquina de Medición de Coordenadas en SolidWorks para optimización de costos.

DOI: 10.60968/iaet.3594-035X.854

Marco Arturo Estrada Sánchez[1], Mariana Natalia Ibarra Bonilla[2].

[1]*TecNM: Instituto Tecnológico Superiror de Atlixco,e-mail: mi230024@itsatlixco.edu.mx*
[2]*TecNM: Instituto Tecnológico Superiror de Atlixco,e-mail: mariana.ibarra@itsatlixco.edu.mx*

Línea de investigación: Diseño mecánico.

Resumen

El presente artículo detalla el diseño asistido por computadora (CAD) de una máquina de medición por coordenadas (CMM, por sus siglas en inglés) utilizando el software de SolidWorks. La iniciativa surgió a partir de una encuesta realizada a 150 estudiantes de ingeniería mecánica y mecatrónica, que reveló que el 87.5% de los participantes carecían de conocimientos sobre el funcionamiento de una CMM. Ante la creciente demanda de personal capacitado en el manejo de estos equipos por parte de diversas industrias, se propuso el diseño de una CMM de bajo costo para que las universidades puedan adquirirla con el fin de capacitar a sus estudiantes. El diseño se basa en el modelo CHECKMASTER 112-102, seleccionado tras un análisis de mercado que indicó que es la opción más económica disponible. El objetivo fue optimizar este modelo para reducir costos y mejorar su portabilidad. Los resultados del trabajo incluyen el diseño final con todas sus piezas integradas en SolidWorks y una reducción de costos del 25.85%, además de la inclusión de una mesa para facilitar el transporte del equipo, lo que agrega portabilidad al diseño.

Palabras clave: máquina, medición, coordenadas, CMM, CAD, SolidWorks.

Abstract

The present article details the computer-aided design (CAD) of a coordinate measuring machine (CMM) using SolidWorks software. The initiative arose from a survey conducted with 150 mechanical and mechatronics engineering students, which revealed that 87.5% of the participants lacked knowledge about the operation of a CMM. In light of the growing demand for trained personnel to operate these devices across various industries, a low-cost CMM design was proposed so that universities could acquire it to train their students. The design is based on the CHECKMASTER 112-102 model, selected after a market analysis indicated it is the most affordable option available. The goal was to optimize this model to reduce costs and improve its portability. The results of the work include the final design with all its parts integrated in SolidWorks and a cost reduction of 25.85%, as well as the inclusion of a table to facilitate the transportation of the equipment. This work is aimed at undergraduate students, with the purpose of helping them understand the operation and calibration of a coordinate measuring machine (CMM).

Keywords: machine, measurement, coordinates, CMM, CAD, SolidWorks.

INTRODUCCIÓN

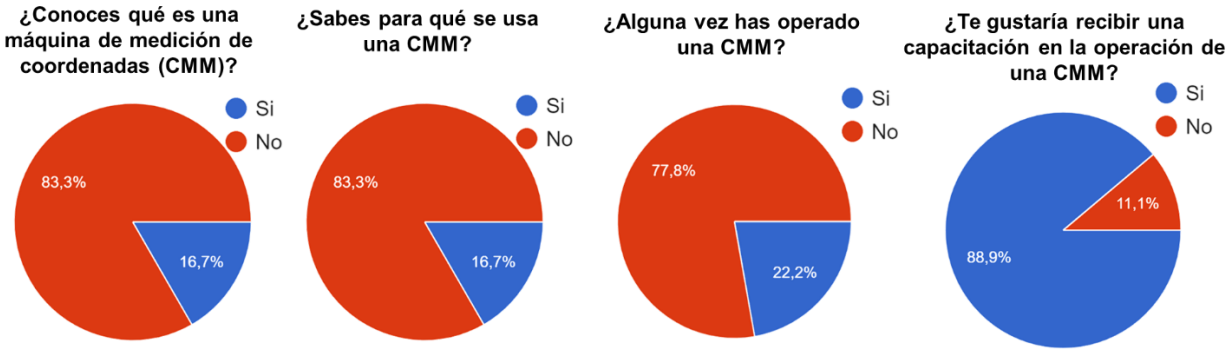
En la industria automotriz y en otros sectores de manufactura de precisión, las máquinas de medición por coordenadas (CMM, por sus siglas en inglés) desempeñan un papel fundamental en el control de calidad, al permitir la inspección de piezas y componentes con altos estándares de precisión (Qin, et al., 2021). Esto hace que el conocimiento en la operación de estos equipos sea una habilidad altamente demandada para Ingenieros Mecánicos, Electromecánicos y de áreas afines. Sin embargo, al analizar la preparación de los estudiantes de ingeniería en las áreas de mecánica y mecatrónica, se ha identificado una significativa deficiencia en su formación para el manejo de CMM. En una encuesta aplicada a 150 estudiantes de estas disciplinas, se encontró que el 87.5% de ellos no posee experiencia ni conocimiento en el uso de estas máquinas, lo cual evidencia una carencia importante en su formación técnica. Los resultados relevantes de esta encuesta se presentan en la Figura 1.

Esta situación plantea que, en las instituciones educativas, existen limitaciones en el acceso a tecnología avanzada, ya que muchas de ellas carecen de los recursos necesarios para adquirir equipos de medición por coordenadas de alta precisión, lo cual limita la oportunidad de que los estudiantes adquieran experiencia práctica en esta área fundamental de la metrología industrial. La falta de preparación en estas competencias dificulta la empleabilidad de los egresados y los posiciona en desventaja competitiva en el mercado laboral, obligándolos a aceptar puestos por debajo de su nivel de formación o a invertir tiempo adicional en capacitación especializada una vez que ingresan a la industria.

Por lo anterior, el presente trabajo busca ofrecer una solución mediante el diseño mecánico de una CMM inspirada en el modelo CHECKMASTER 112-102, un modelo reconocido por su precisión y versatilidad en aplicaciones industriales (Gallardo, 2018; Zhao et al., 2019), pero en una versión optimizada en términos de costo y portabilidad. En una primera fase de desarrollo, el proyecto se centrará en analizar y rediseñar componentes mecánicos del modelo original, reemplazando materiales y elementos donde sea posible para mantener la eficiencia sin sacrificar el desempeño.

Figura 1

Principales Resultados de la Encuesta.



Fuente: Elaboración propia.

DESARROLLO

En la industria y en la educación técnica, el acceso a herramientas avanzadas de medición es crucial para asegurar la exactitud y la calidad en la fabricación de componentes, así como para fortalecer la formación práctica de los futuros profesionales. No obstante, muchas empresas y laboratorios académicos enfrentan barreras económicas que limitan su acceso a esta tecnología, lo que repercute en la competitividad y capacitación de los estudiantes y técnicos.

Esta investigación busca ofrecer una solución mediante el diseño mecánico de una CMM inspirada en el modelo CHECKMASTER 112-102, pero optimizada en términos de costo y portabilidad. El desarrollo del prototipo se realizará mediante el uso de software de diseño asistido por computadora (CAD), como SolidWorks, lo que permitirá optimizar el diseño y seleccionar materiales que maximicen la portabilidad y la funcionalidad.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diseñar las piezas mecánicas de una máquina de medición por coordenadas (CMM) semiprofesional basada en el modelo CHECKMASTER 112-102 utilizando las capacidades de modelado y simulación en SolidWorks para optimizar materiales y procesos de fabricación, agregándole una portabilidad a la máquina.

Los objetivos específicos son los siguientes:

Realizar el diseño asistido por computadora (CAD) de todas las piezas que conforman la CMM basándose en el modelo CHECKMASTER 112-102, usando el software SolidWorks, considerando las características de portabilidad y reducción de costos.

Agregar al diseño una mesa de trabajo que agregue portabilidad al diseño.

Realizar el ensamble 3D de todas las piezas de la CMM y presentar los planos del prototipo completo.
Realizar el análisis de esfuerzos a la base de la CMM, usando las herramientas de simulación de SolidWorks, para evaluar la resistencia del material bajo carga.
Elaborar la tabla de materiales y costos del nuevo diseño y comparar con los modelos existentes en el mercado para evaluar la reducción de costos.

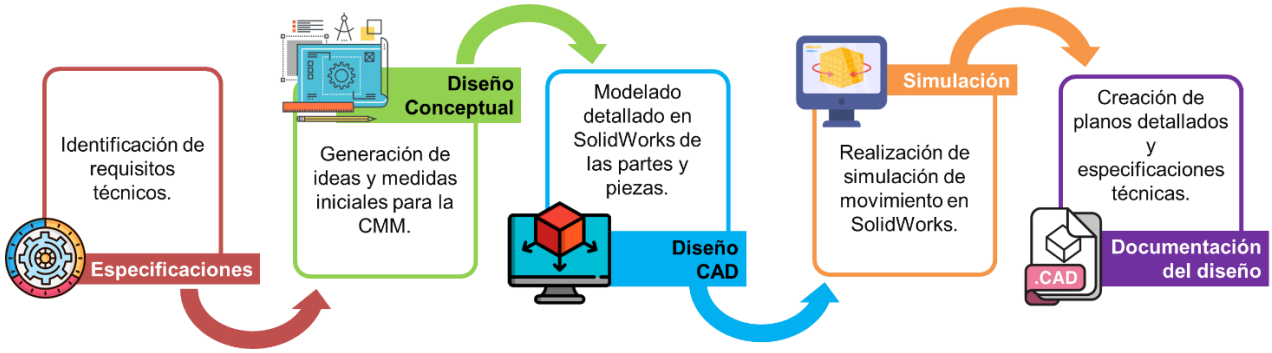
OBJETO DE ESTUDIO

Las máquinas de medición por coordenadas (CMM) son herramientas esenciales en la industria moderna, ya que permiten realizar mediciones precisas de componentes y asegurar la calidad dimensional en procesos de fabricación. Sin embargo, el alto costo de estos equipos representa una barrera para muchas instituciones educativas, pequeñas y medianas empresas que desean implementar controles de calidad avanzados sin comprometer su presupuesto. Ante esta necesidad, el presente trabajo se centra en el diseño mecánico de una CMM semiprofesional que, tomando como referencia el modelo CHECKMASTER 112-102, busca ofrecer una alternativa funcional y accesible en términos económicos. Con esta propuesta, se espera crear un diseño que no solo sea más económico, sino también fácil de construir y mantener. Se desarrollaron modelos CAD detallados de cada componente, ensamblajes 3D, y un análisis de esfuerzos sobre la base de la máquina para asegurar su resistencia bajo carga. Finalmente, se realizó una comparativa de costos con las opciones comerciales, demostrando la ventaja económica del diseño propuesto.

METODOLOGÍA

La metodología de esta investigación corresponde a un desarrollo tecnológico en el que se siguió el proceso de diseño en ingeniería presentado en la Figura 2, basado en el que describe Norton et al. (2020).

Figura 2
Proceso de Diseño.



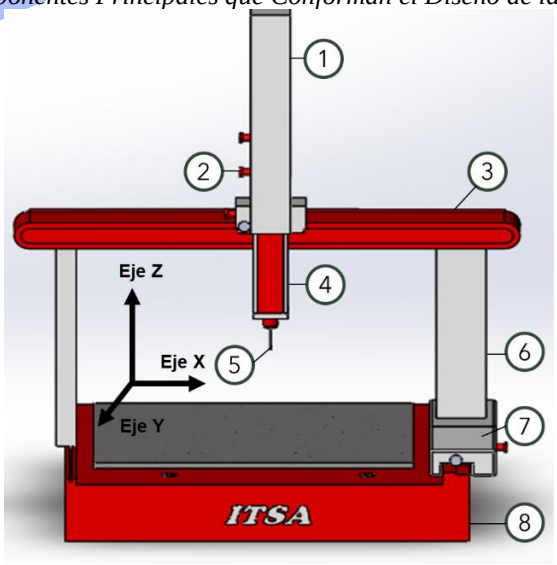
Fuente: Elaboración propia.

FASES DE DISEÑO

Identificación de los requisitos técnicos: El alcance de este proyecto es presentar el diseño CAD de la estructura completa de una CMM basada en el modelo CHECKMASTER 112-102 de la empresa Helmel. Esta es una CMM de tipo puente y sobremesa con una estructura que suele estar fabricada de granito o acero para para proporcionar estabilidad y minimizar la vibración. Las guías de precisión, como las guías lineales, permiten el movimiento suave y preciso de la sonda que contiene el palpador. Los sistemas de rieles, a menudo son de acero endurecido, suelen tener un recubrimiento para evitar desgaste y aumentar la durabilidad. Las principales piezas que conforman la estructura de la CMM de este proyecto se presentan en la Figura 3.

Figura 3

Esquema de los Componentes Principales que Conforman el Diseño de la CMM.



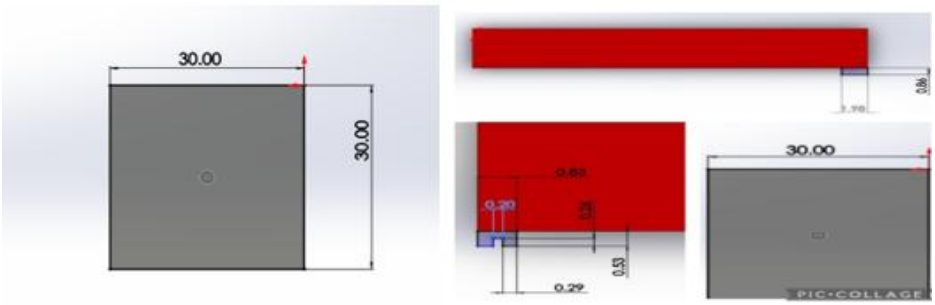
1. Brazo de la CMM.
2. Perilla ajustable.
3. Puente de la CMM.
4. Base deslizable hacia arriba y abajo (Eje Z).
5. Palpador.
6. Base del riel deslizable hacia adelante y atrás (Eje Y).
7. Riel deslizable.
8. Base de placas de acero.

Fuente: Elaboración propia.

Modelado 3D de los componentes principales de la CMM: El modelado 3D de los componentes es esencial para comprender la estructura, el diseño y las funciones de la CMM. Las Figuras, de las 4 a la 8, presentan los diseños CAD de las piezas que conforman la CMM realizados en el software SolidWorks.

Figura 4

Base de placas de acero de la CMM,



Nota. CAD de la base de acero y sus dimensiones (este componente fue el que se sustituyó para poder realizar la reducción de costos. Fuente: Elaboración propia.

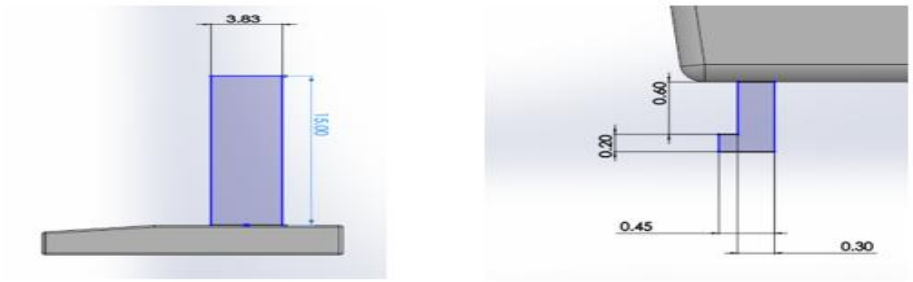
Figura 5

Brazo de la CMM



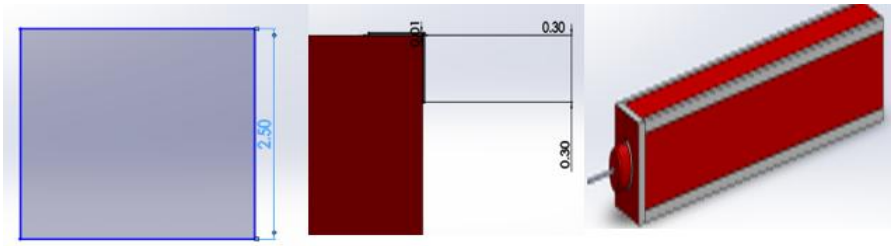
Nota. CAD del brazo de la CMM y sus dimensiones. Fuente: Elaboración propia.

Figura 6
Brazo del riel de la CMM



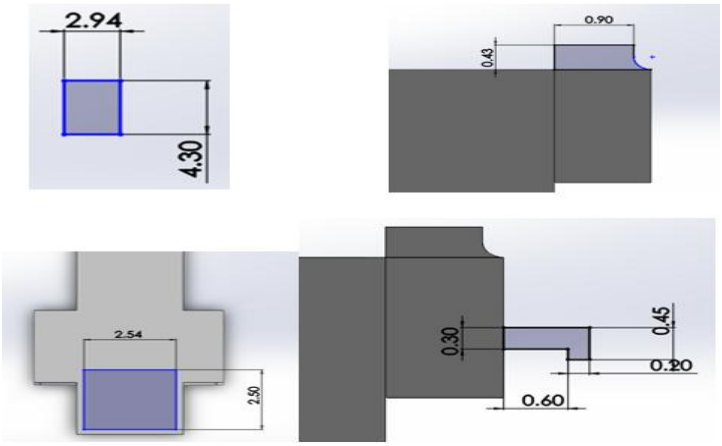
Nota. CAD del brazo del riel de la CMM y sus dimensiones. Fuente: Elaboración propia.

Figura 7
Palpador de la CMM



Nota. CAD del palpador de la CMM y todas sus dimensiones. Fuente: Elaboración propia.

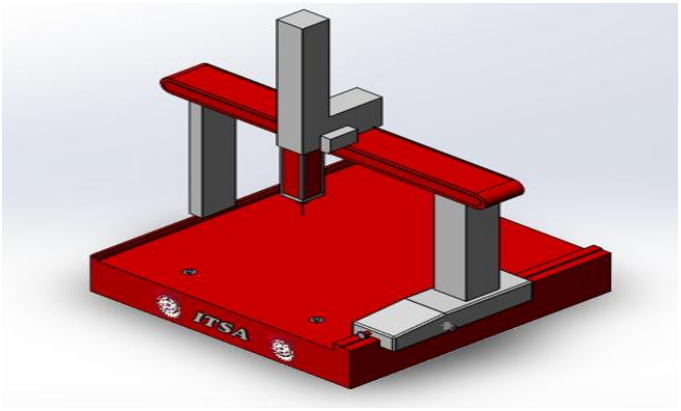
Figura 8
Puente y perillas de la CMM



Nota. CAD del puente, perillas de la CMM y sus dimensiones de ambas piezas. Fuente: Elaboración propia.

Ensamblaje de Piezas: Se llevó a cabo el ensamble virtual completo de las piezas diseñadas, asegurando un ajuste preciso. La Figura 9 presenta el ensamble en CAD de las piezas diseñadas para conformar la máquina de medición de coordenadas.

Figura 9
Vista isométrica del CAD de la versión final de la CMM.

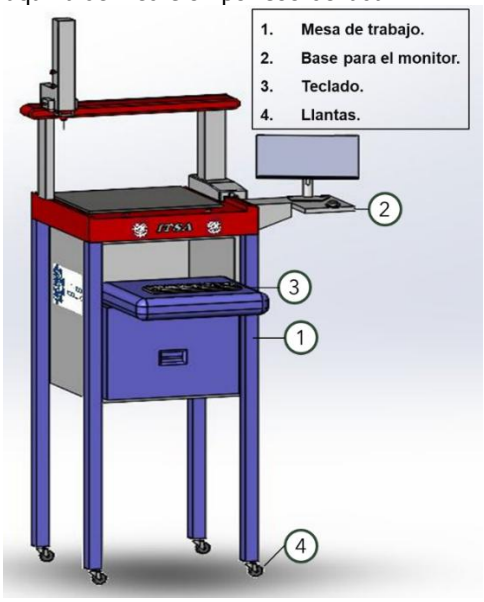


Nota. Ensamble final de todas las piezas de la CMM. Fuente: Elaboración propia.

Modelado 3D de los componentes adicionales de la CMM: Una de las características que se desea añadir al diseño de la CMM es la portabilidad. Para esto, se propone incorporar una mesa de trabajo que permita instalar una PC o laptop y que sea móvil. Esto facilitaría el desplazamiento de la máquina y su configuración en diferentes entornos de trabajo, mejorando su flexibilidad y adaptabilidad. La Figura 10 presenta los ensambles en CAD de la mesa de trabajo y de los accesorios dibujados, también se aprecia la CMM montada sobre la mesa de trabajo.

Análisis de Elementos Finitos a la estructura de la base: El Análisis por Elementos Finitos (FEA, por sus siglas en inglés) es una técnica de simulación numérica utilizada en ingeniería para prever cómo se comportarán estructuras y componentes bajo diversas cargas y condiciones. Se llevó a cabo un análisis de estrés y deformación sobre la estructura de la base de la máquina de medición de coordenadas con las herramientas del software SolidWorks, utilizando el criterio de Von Mises para evaluar la resistencia del material bajo carga (Bi, 2017). El criterio de Von Mises se centra en la resistencia del material y si este soportará las cargas sin fallar, basándose en un esfuerzo equivalente. Para este caso, se realizó un análisis de estrés y deformación para dos bases, la original de granito y la propuesta de este proyecto de placas de acero, con el objetivo de determinar la tolerancia a la deformación de cada una y evaluar la idoneidad de la base de placas de acero como reemplazo de la original.

Figura 10
Mesa de trabajo terminada y ensamblada a la máquina de medición por coordenada

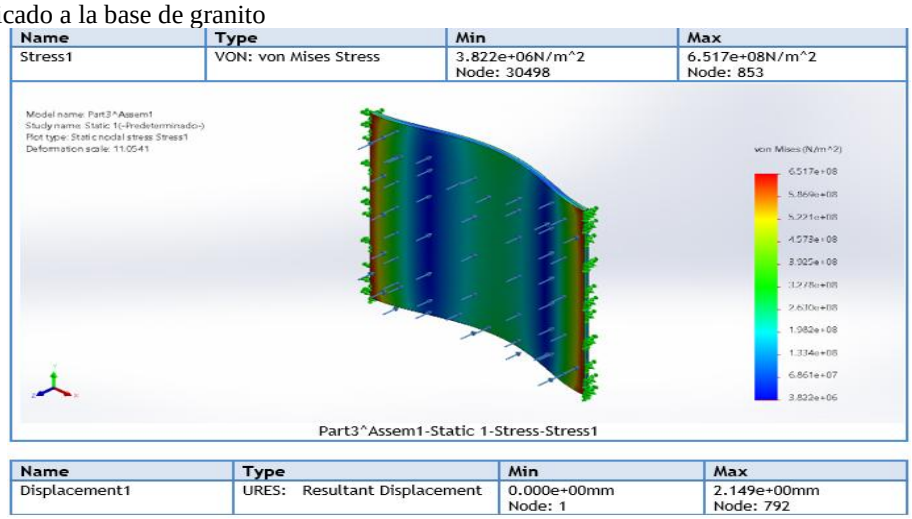


Nota. Mesa de trabajo terminada y ensamblada con la CMM. Fuente: Elaboración propia.

Análisis FEA a la base de granito: En la Figura 11 se presenta el análisis de fallas bajo esfuerzos, una herramienta que permite evaluar el comportamiento de la base de granito ante un estado de esfuerzo complejo. Este análisis se centra en la tensión de Von Mises, y establece que, si los valores de esta tensión superan el límite del material, se indica el punto preciso en el que la base de granito comenzará a fallar, en función de la fuerza aplicada. Los resultados se ilustran mediante un mapa de colores, que resalta las áreas con mayor y menor esfuerzo, facilitando así la identificación de las zonas críticas en el material. El color rojo indica las áreas donde la deformación es máxima, señalando que, al aplicarse una determinada fuerza, la estructura comienza a desarrollar variaciones en su color. Entonces, como resultado de la simulación en SolidWorks se define que la base de granito tiene la capacidad de soportar hasta 4500 kgf, como se detalla en la Tabla 1.

Figura 11

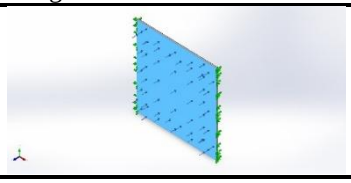
Análisis de Von Mises aplicado a la base de granito



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1

Tabla de peso máximo que soporta la base de granito.

Nombre de la Carga	Imagen	Detalles de la Carga
Force-1		Entidad: 1 cara. Tipo: Aplicar fuerza normal. Valor: 4,500 kgf.

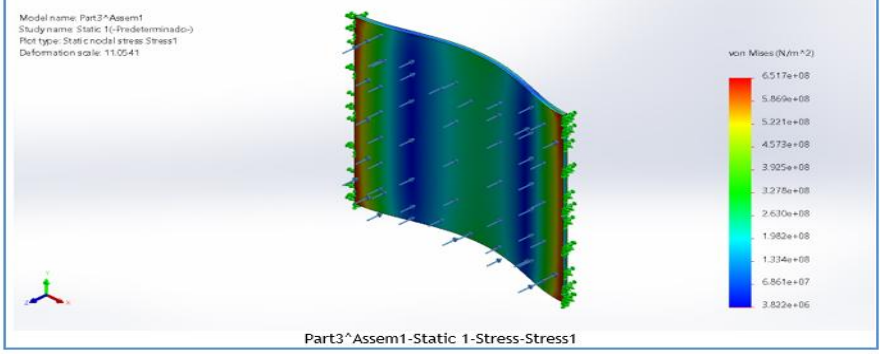
Fuente: Elaboración propia.

Análisis de FEA a la base de placas de acero: En la Figura 12 se presenta el análisis de fallas bajo esfuerzos a la base de placas de acero ante un estado de esfuerzo complejo usando el criterio de Von Mises. Al igual que en la sección anterior, este análisis revela la distribución del esfuerzo en la base de placas de acero. El color rojo indica las áreas donde la deformación es máxima, señalando que, al aplicarse una determinada fuerza, la estructura comienza a desarrollar variaciones en su color. Este cambio culmina en el tono rojo, lo que indica que se ha alcanzado el límite de durabilidad de la placa y que, a partir de ese instante, no puede soportar cargas adicionales. Por lo tanto, se establece que la base de placas de acero tiene la capacidad de soportar hasta 3500 kgf, como se detalla en la Tabla 2.

En conclusión, los resultados obtenidos de estos criterios en las simulaciones en SolidWorks son fundamentales para realizar ajustes en el diseño y asegurar que la estructura cumpla con los requisitos de seguridad y funcionalidad necesarios para su aplicación.

Figura 12
Análisis de Von Mises aplicado a la base de acero.

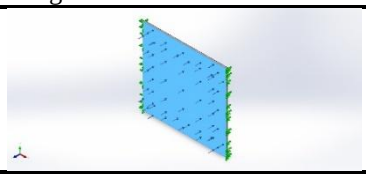
Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	3.822e+06N/m^2 Node: 30498	6.517e+08N/m^2 Node: 853



Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0.000e+00mm Node: 1	2.149e+00mm Node: 792

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2
Tabla de valor máximo que soporta la base de placas de acero

Nombre de la Carga	Imagen	Detalles de la Carga
Force-1		Entidad: 1 cara. Tipo: Aplicar fuerza normal. Valor: 3,500 kgf.

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para conocer si el diseño propuesto ha optimizado los costos se procedió a realizar la investigación de los costos actuales de la CMM. En el mercado existen diversas marcas de máquinas de medición por coordenadas, con una amplia variedad de modelos y precios. Se seleccionó como referencia la CMM más económica disponible actualmente, cuyo costo es de $5,000 USD (95,000 MXN) de la empresa Surplus Records, ubicada en Woburn Massachsetts (Surplus Record, 2023). Esta máquina fue elegida por su bajo precio, ya que fue a partir de este modelo que se trabajó para reducir los costos.

SolidWorks cuenta con la herramienta "*SolidWorks Costing*", la cual permite estimar el costo de fabricación de una pieza o ensamble, y con estos datos poder ajustar diferentes parámetros del diseño. Usando el diseño realizado, se procedió a hacer uso de la herramienta utilizando los materiales propuestos de la CMM y se obtuvo una estimación de aproximadamente $3,700 USD, tal como se visualiza en el panel derecho de la Figura 13. Esta modificación permitió reducir los costos en $1,291 USD (equivalente a $24,530 MXN), lo que representa una reducción de aproximadamente el 25.82%.

La decisión de sustituir la base de granito por una de acero representa una ventaja significativa en la optimización de costos del proyecto. Esta reducción es especialmente beneficiosa, ya que mantiene la resistencia de la estructura sin comprometer su calidad, pero a un costo mucho más accesible.

Figura 13

Precio de la máquina de medición por coordenadas con la reducción del 25.8%



Nota. En la imagen se puede observar el costo reducido actualmente, al cambiarle la base de granito por una de placas de acero. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIÓN

Se presentó el diseño CAD en SolidWorks de una máquina de medición de coordenadas (CMM) semiprofesional, basada en el modelo CHECKMASTER 112-102 de la empresa Helmel. A través de un análisis de la máquina 112-102, se identificó que el material de construcción original de la base, el granito, puede remplazarse por otro de menor costo sin comprometer el rendimiento, lo cual fue fundamental para optimizar el diseño en términos de portabilidad y reducción de costos.

Cada pieza fue modelada en CAD, y el ensamblaje 3D de la CMM permitió visualizar y verificar la integración de los componentes en el prototipo virtual. Mediante el análisis de esfuerzos sobre la base de la máquina, se evaluó la resistencia de los materiales propuestos bajo condiciones de carga, confirmando la capacidad de la máquina para operar de forma segura. La comparación de costos del nuevo diseño con modelos comerciales existentes evidenció una reducción del 25.85% en los costos de producción, lo que refuerza el beneficio económico de esta propuesta.

Este proyecto sienta las bases para el desarrollo de una CMM semiprofesional accesible, capaz de competir en el mercado con un equilibrio entre funcionalidad y costo, y demuestra el potencial del uso de herramientas de simulación y modelado para innovar en el diseño de equipos de precisión.

Como trabajo futuro, se recomienda una segunda etapa enfocada en la construcción física del prototipo de la máquina de medición por coordenadas (CMM). Durante esta fase, será crucial verificar que los materiales y procesos seleccionados en la etapa de diseño cumplan con los requisitos de precisión y funcionalidad propuestos. Para optimizar aún más los costos, se sugiere que el software de control de la CMM sea desarrollado con herramientas de software libre y de código abierto, eliminando así los gastos de licencias adicionales y permitiendo futuras adaptaciones o mejoras sin un aumento significativo en el presupuesto.

Además, se recomienda realizar una serie de pruebas de validación de la máquina para evaluar su precisión, durabilidad y desempeño en condiciones reales de uso. Estas pruebas permitirán ajustar cualquier aspecto técnico y asegurar que la CMM cumpla con los estándares de calidad esperados. Implementar estos pasos en una segunda fase consolidará la viabilidad del diseño y asegurará que el prototipo esté listo para su posible comercialización o aplicación en entornos educativos.

REFERENCIAS

Bellocchio, F.; Borghese, N. A.; Ferrari, S.; Piuri, V. (2012). 3D surface reconstruction: multi-scale hierarchical approaches. Springer Science & Business Media.

Bi, Z. (2017). Finite element analysis applications: a systematic and practical approach. Academic Press.

Criollo Montalvo, J. E. (2019). Máquina CNC para placas electrónicas, proceso de fresado y taladrado. Recuperado de: https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9386

Diseño Mecánico J.C. (2023, 2 septiembre). Propiedades Físicas En #Solidworks [Vídeo]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=tncuQ8An90Y

Norton, R. L.; Sánchez, M. Á. R.; Correa, C. O.; Alvarado, M. A.; González, M. P. (2020). Diseño de maquinaria: síntesis y análisis de máquinas y mecanismos. McGraw-Hill Interamericana de España.

Surplusrecord/Machine/Woburn,Ma, United States (2024, 3 de enero) Recuperado de: https://surplusrecord.com/listing/helmel-microstar-640-252-dcc-coordinate-measuring-machine-40-x-60-x-25-travels-36-x-48-fixture-plate-2020-467107/

