Innovación en la Formación en Tecnologías de Información:

Impacto de las Tecnologías Emergentes y la IA en la Educación en TIC

Asociación Nacional
de Instituciones de Educación
en Tecnologías de la Información, A.C

Innovación en la Formación en Tecnologías de Información:

Impacto de las Tecnologías Emergentes y la IA en la Educación en TIC

Primera edición, 2025

D. R. © Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información A.C.
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco, Departamento de Sistemas, Edif. H, 2do Piso,
Av. San Pablo #180, Col. Reynosa Tamaulipas,
C.P. 02200, Ciudad de México, México.

Para su publicación esta obra fue evaluada y aprobada mediante el sistema de revisión abierta por pares académicos. Los juicios expresados en ella son responsabilidad exclusiva del autor.

Queda prohibida la reproducción parcial o total del contenido de la presente obra sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, en términos de la Ley Federal del Derecho de Autor.

ISBN: 978-607-69711-1-6

Hecho en Ciudad de México, México.

Innovación en la Formación en Tecnologías de Información:

Impacto de las Tecnologías Emergentes y la IA en la Educación en TIC

Casa abierta al tiempo

conaic.
Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación, A.C.

FES ACATLÁN

Universidad del Caribe
CONOCIMIENTO Y CULTURA PARA EL DESARROLLO HUMANO

UNIVERSIDAD DE COLIMA

UNIVERSIDAD DE IXTLAHUACA CUI

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Red Universitaria e Institución Benemérita de Jalisco

CUT
CENTRO UNIVERSITARIO DE TONALÁ

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Red Universitaria de Jalisco

CU

Editores

M en C. Ma. de Lourdes Sánchez Guerrero
Dra. Alma Rosa García Gaona
Dr. Francisco Javier Álvarez Rodriguez
Mtro. Óscar Alberto González González
Dra. Martha Patricia Silva Payró
Mtro. Rubicel Cruz Romero
Dr. Juan Contreras-Castillo

Compiladores

Mtro José G. Morales Montelongo
Mtra Karina Balderas Pérez
Mtro Christian Carlos Delgado Elizondo
Mtra. Maria Elena Romero Gastelú
Dra. Norma Angélica Barón Ramírez
Dr. Antonio Guerrero-Ibañez

Portada
Karla Paulina Gleason Chimal

Editorial:
Asociación Nacional de Instituciones de Educación
en Tecnologías de la Información A.C.

ISBN: 978-607-69711-1-6

Ciudad de México, México.

Prólogo

En el marco de la formación de capital intelectual de alto nivel en las disciplinas de Computación, Informática y Tecnologías de la Información, las Instituciones de Educación Superior (IES) en México, enfrentan desafíos sin precedentes que requieren respuestas inmediatas y al mismo tiempo innovadoras, integrales y pertinentes. En este sentido, la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información, AC. (ANIEI), desde su fundación en 1982, ha asumido su misión de "Orientar, proponer y difundir las actividades que en materia de docencia, investigación y extensión educativa se realizan en el área de la computación, informática y las tecnologías de la información", además de apoyar a las instituciones educativas en la formación de profesionales capaces de actuar como agentes de cambio en la sociedad del conocimiento.

El presente e-libro, titulado: "Innovación en la Formación de Tecnologías de la Información: Impacto de las Tecnologías Emergentes y la IA en la Educación en TIC", es el resultado de un esfuerzo colectivo y colaborativo articulado desde el seno de la ANIEI y de las academias diseminadas a lo largo y ancho de nuestro país. Investigadores, académicos y especialistas adscritos a prestigiosas instituciones educativas públicas y privadas, así como representantes de la industria del software, han contribuido con artículos de vanguardia, rigurosamente evaluados por pares académicos expertos.

La calidad de esta obra es el reflejo del esfuerzo permanente de la ANIEI por impulsar la investigación de alto nivel, en sus páginas los lectores tendrán un acercamiento a las principales contribuciones que desde la academia buscan la mejora continua en el reto de formar a nuestros profesionales del futuro. Diversas propuestas buscan soluciones innovadoras y pertinentes a retos actuales, desde modelos de aprendizaje automático, estrategias para mejorar la experiencia de aprendizaje, la implementación de energías limpias y la actualización curricular. La importancia de estas contribuciones radica en la búsqueda del trabajo colaborativo entre unidades académicas, fomentando la excelencia y actualización de la oferta educativa en estas disciplinas.

Los ejemplos documentados reflejan cómo la IA, la ciencia de datos y la innovación curricular constituyen capacidades centrales para resolver problemas propios de la llamada Cuarta Revolución Industrial. El esfuerzo colectivo materializado en estas contribuciones demuestra el compromiso de la ANIEI y sus instituciones afiliadas en la formación de profesionales con visión ética y multidisciplinaria para contribuir al progreso tecnológico y social de México.

M. en C. Lourdes Sánchez Guerrero

Presidenta de la ANIEI

Autores

Aguas García Nancy
Aguilar Hernández Sandra
Alanis Alma Y.
Albores Velasco Francisco Javier
Almaraz Martínez Hazel J.
Álvarez González Ricardo
Amezcua-Valdovinos Ismael
Ara Chan Sonia del Carmen
Arce Rocha David Oliver
Arcega Ponce Arquímedes
Arreola Rodríguez Félix
Aviña Méndez José Antonio
Azuara Hernández Marcos
Alfredo Baizabal Vargas Yarel
Balderas Pérez Karina
Balderrama Armendáriz César Omar
Barahona García Jared
Barón-Ramírez Norma
Barreto Curiel Francisco
Becerra Sánchez Aldonso
Beltrán Martínez Beatriz
Bermea Barrios Juan Enrique
Cabazos Marín Alma Rocío
Calderón García Erika
Calderón Calderón Palencia Mariana
Cárdenas Villalpando Alfredo Salvador
Castañeda Sánchez Fredy
Ceballos Falcon Erika Guadalupe
Cerón Garnica Carmen
Chavero Chávez Luis Alberto
Cheang León Guillermo
Citlali Díaz Hernández Ana María
Cobián Sandoval Cecilia
Contreras-Castillo Juan
Cortés López Alejandra Guadalupe
Coss y León Monterde Hugo Javier
Coss y Léon Monterde René Francisco
Cruz Herrera Ma. Hidalia
David Bonilla Carranza José Luis
De la Luz Castillo Diana Guadalupe
De Los Santos Machín Betsabé
Delgado Elizondo Christian Carlos
Díaz Rincón Hilda
Domínguez Guerrero Josué
Domínguez Saucedo Brayan
Enciso Almanza Adrián
Escalante Vega Juana Elisa
Escamilla Salazar Elsia
Fernández Pérez Jorge Alejandro
Flores Martínez Rosa María
Flores Mercado Jesús Cayetano
Galicia Ruiz Diana Cristel
Garcés Baez Alfonso
García Badillo Judith
García Beltmont Reyna
García Canseco Eloísa
García Ramírez María Silvia
González Arroyo René Ulises
González Contreras Brian Manuel
González Fraga José Ángel
González Turrubiates Alejandro
Guerrero-Ibáñez Juan Antonio
Guillermo Castro Víctor
Guzmán Cortes Agustín
Hermenegildo Mejía Francisco Javier
Hernández Arellano Juan Luis
Hernández Ávila Luis Eduardo
Hernández Cárdenas Eddy Santiago
Hernández Castillo Eric
Hernández Valdelamar Eugenio Jacobo
Huerta Mendoza Ameyalli
Iturbe Mejía Saúl
Jiménez Muñiz Alejandro
Jiménez Olán Cristobal Jesús
Lara López Graciela
Laria Menchaca Julio
Laureano Cruces Ana Lilia
Lezama Ojeda Arturo

Autores

Lino-Apango Alan E.
López Cisneros Juan José
López Ramirez Roberto
López-Sandoval Joanna Jazmín
Loyola Rodríguez José Apolinar
Loza Pacheco Eduardo Eloy
Luz A. Sánchez-Gálvez
Macías Calleros Enrique
Magaña Contreras Arturo
Mares Bañuelos Oscar
Mariano Larios-Gómez
Mario Anzures-García
Martínez Álvarez Berenice
Martínez Guzmán Gerardo
Martínez Huerta Atilano
Mastache Mastache Jorge Edmundo
Mayoral Baldivia Margarita Glenda
Menchaca de Alba Noé Gilberto
Méndez Herrera Héctor Miguel
Mendoza Hernández Ricardo
Mendoza Vázquez Eloisa
Mila Avendaño Víctor Manuel
Minerva Barba Moreno Edna
Molina Iturbide Santiago Alejandro
Morales Montelongo José
Moreno Gutiérrez Silvia Soledad
Morón Díaz Jesús Alberto
Moyao Martínez Yolanda
Namigtle Jiménez Jesús
Nava-Razon Tonatiuh Guadalupe
Navarrete Prieto José Antonio
Navarro Salcedo Gabriel
Noriega Armendáriz René
Ojeda Pérez Fabian
Olguín Rosas Mayra
Ordoñez Sánchez Irlanda Yanet
Orizaga Trejo José Antonio
Orozco Ríos Verónica Elizabeth
Ortiz Gutiérrez David
Pallares Aviña Ana Atenea
Pallares Aviña Zeus Rene
Peredo Valderrama Iván
Peredo Valderrama Rubén
Pérez Ramírez Eduardo
Pérez Torres Griselda
Placeres Salinas Sandra Imelda
Preciado Álvarez Francisco
Priego Sánchez Angeles Belém
Puente Pérez María del Consuelo
Rios Caballero Eliezer
Rios Jorge D.
Rodríguez López Marcela
Rodríguez-Rodríguez Elsa
Rojas Torres Jessica Judith
Romero Arrioja Irma Elizabeth
Ruiz Muñoz Claudia
Salazar Vega Miryam
Sambrano Aguayo Marco Antonio
Sánchez Gálvez Alba Maribel
Sánchez Gálvez Sully
Sánchez Guerrero María Lourdes
Sánchez Rosario Patricia
Sandoval Carrillo Sara
Santiago Ramírez Everardo
Siliceo Cantero Héctor Hugo
Silva Valeriano Cesar Eduardo
Socorro Martínez José
Soto-Blanquel Maria Alejandra
Tapia Mercado Juan C
Torres Guillermo Elizabeth
Trejo Ambrocio Yoali
Valencia Miramontes Gastón
Vargas Cerdán María Dolores
Velador Jiménez Laura Daniela
Velasco López Fernando
Villalpando-Davalos Victoria
Zamudio García Víctor Manuel
Zepeda Valles Gustavo

Revisores

Nombre del Revisor	Institución Educativa
Alma López Blanco	FES-ACATLÁN UNAM
Christian Carlos Delgado Elizondo	FES-ACATLÁN UNAM
Dulce Lourdes Loza Pacheco	FES-ACATLÁN UNAM
Jacobo Gerardo González León	FES-ACATLÁN UNAM
Georgina Eslava García	FES-ACATLÁN UNAM
José Roberto Bautista Mora	FES-ACATLÁN UNAM
Miriam Hernández Ramírez	FES-ACATLÁN UNAM
Mauricio Rico Castro	FES-ACATLÁN UNAM
Oscar Daniel Acosta González	FES-ACATLÁN UNAM
Mayra Olguín Rosas	FES-ACATLÁN UNAM
María del Carmen González Videgaray	FES-ACATLÁN UNAM
Rubén Romero Ruíz	FES-ACATLÁN UNAM
Adalberto López López	FES-ACATLÁN UNAM
Adriana Dávila Santos	FES-ACATLÁN UNAM
Nora Goris Mayasn	FES-ACATLÁN UNAM
José Antonio Cori Fernández	FES-ACATLÁN UNAM
Eduardo Eloy Loza Pacheco	FES-ACATLÁN UNAM
José Socorro Martínez	FES-ACATLÁN UNAM
Francisco Javier López Rodríguez	FES-ACATLÁN UNAM
Luiz Maríz Lavín Alanís	FES-ACATLÁN UNAM
Christian Rubio Montiel	FES-ACATLÁN UNAM
Federico Guillermo Bahena Gómez	FES-ACATLÁN UNAM
Sergio Quiroz Almaráz	FES-ACATLÁN UNAM
Reinaga Camacho José Francisco	Centro Universitario de la Costa
Abelardo Gómez Andrade	Universidad de Guadalajara
Martha del Carmen Gutiérrez Salmerón	Universidad de Guadalajara
César A. García García	Universidad de Guadalajara
Jorge Daniel Ríos Arrañaga	Universidad de Guadalajara
Jorge Lozoya Arandia	Universidad de Guadalajara

Revisores

Nombre del Revisor	Institución Educativa
José Francisco Reinaga Camacho	Universidad de Guadalajara
María Elena Romero Gastelú	Universidad de Guadalajara
Verónica Peña Guzmán	Universidad de Guadalajara
Héctor Manuel Rodríguez Gómez	Universidad de Guadalajara
Blanca Lorena Reynoso Gómez	Universidad de Guadalajara
Sonia Osorio Ángel	Universidad de Guadalajara, CUCEI
José Juan Meza Espinosa	Universidad de Guadalajara, CUCEI
Abelardo Gómez Andrade	Universidad de Guadalajara, CUCEI
José Guadalupe Morales Montelongo	Centro Universitario de Tonalá
Edna Minerva Barba Moreno	Centro Universitario de Tonalá
Diego Octavio Ibarra Corona	Universidad Autónoma de Querétaro
Juan Pablo Ucán Pech	Universidad Autónoma de Yucatán
MTI. Julio César Díaz Mendoza	Universidad Autónoma de Yucatán
Dr. Raúl Antonio Aguilar Vera	Universidad Autónoma de Yucatán
Dr. Víctor Hugo Menéndez Domínguez	Universidad Autónoma de Yucatán
Gabriela Solís	Universidad Autónoma de Yucatán
Sara Sandoval Carrillo	Universidad de Colima
Cynthia Vanessa Esquivel Rivera	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Ivonne Haydee Robledo Portillo	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Mtro. Abraham López Najera	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Karla Alejandra Jiménez Martínez	Universidad Veracruzana
Luz María Hernández Cruz	Universidad Autónoma de Campeche
María Guadalupe de Jesús Rivero Rodríguez	INAP
Elizabeth del Carmen Ormaza Esmeraldas	Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
Nancy Aguas García	Universidad del Caribe
Óscar Gómez Jiménez	Universidad Internacional de Valencia
Patricia Guadalupe Gamboa Rodríguez	ITESCO
Karla Alejandra Jiménez Martínez	Tecnológico Nacional de México
MATI. Karina Balderas Pérez	Universidad de Ixtlahuaca CUI

Revisores

Nombre del Revisor	Institución Educativa
Dr. en C. Jorge Edmundo Mastache Mastache	Universidad de Ixtlahuaca CUI,TecNM/ Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán
Mtro. en C. Jesús Namigtle Jiménez	Universidad de Ixtlahuaca CUI,TecNM/ Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán
M.C.C. Rafael Duarte Pérez	Universidad Autónoma de Querétaro
M.S.I. Diego Octavio lbarra Corona	Universidad Autónoma de Querétaro
Dr. Martin Muñoz Mandujano	Universidad Autónoma de Querétaro
Dr. Hugo Jiménez Hernández	Universidad Autónoma de Querétaro
Dr. Jorge Luis Pérez Ramos	Universidad Autónoma de Querétaro
M.C.C. Selene Ramírez Rosales	Universidad Autónoma de Querétaro
Mtro. Luis Antonio Díaz Jiménez	Universidad Autónoma de Querétaro
Dr. Mauricio Arturo Ibarra Corona	Universidad Autónoma de Querétaro
Verónica Peña Guzmán	Universidad Autónoma de Querétaro
Dr. José Luis Hernández Ameca	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
M.C. Carlos Armando ríos Acevedo	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
M.C. Carlos Zamora Lima	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
M.I. María Del Consuelo Molina García	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
M.C. Nelva Betzabel Espinoza Hernández	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
M.C. Lilia Mantilla Narvaez	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
M.C. Yalú Galicia Hernández	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Óscar Gómez Jiménez	Universidad Internacional de Valencia (VIU)
Candy Obdulia Sosa Jiménez	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
José Guillermo Hernández Calderón	Dirección de los Centros de Idiomas y Autoacceso /FEI

Revisores

Nombre del Revisor	Institución Educativa
Luis Gerardo Montane Jiménez	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
Itzel Alessandra Reyes Flores	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
Virginia Lagunes Barradas	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
Juan Carlos Pérez Arriaga	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
María del Carmen Mezura Godoy	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
Saúl Domínguez Isidro	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
Lorena Alonso Ramírez	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
José Rafael Rojano Cáceres	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
Oscar Alonso Ramírez	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
Lizbeth Alejandra Hernández González	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
Mezura Godoy María del Carmen	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
Edgard Iván Benítez Guerrero	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
Ángel Juan Sánchez García	Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana

Contenido

Prologo **5**

Introducción **15**

Sección I. Alternativas Tecnológicas de Enseñanza **17**

Capítulo 1. Buenas Prácticas Docentes: Un Modelo de Curso de Capacitación Innovador para profesores universitarios 18

Capítulo 2. Empoderamiento docente para el uso de Tecnologías Digitales TIC, TAC, TEP y de metodologías activas en la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana 26

Capítulo 3. Los desafíos de la IA en la formación e innovación de la práctica educativa de los docentes de educación superior 34

Capítulo 4. Evaluación de Aplicaciones Móviles para el Desarrollo del Lenguaje Oral y la Alfabetización Inicial en Niños de 3 a 6 Años: Un Instrumento de Medición 42

Capítulo 5. Creación de un componente de aprendizaje de Programación 50

Capítulo 6. Componente de Aprendizaje de la Experiencia Educativa de Introducción al Pensamiento Computacional.. 58

Capítulo 7. Uso de herramientas IA (ChatGPT y Phind) en proyectos de aplicación en Cálculo Vectorial en la licenciatura de MAC. 65

Capítulo 8. Software entrenador de “Algoritmos y Estructuras de datos” con Aprendizaje por refuerzo para Programación Competitiva 72

Capítulo 9. Construcción de un robot móvil autónomo para mejorar el aprendizaje de la asignatura de Microcontroladores 79

Capítulo 10. Percepción del uso del ChatGPT en estudiantes de una escuela de negocios. . 85

Capítulo 11. Aprende con señas: Aplicación web para el aprendizaje de la lengua de señas mexicana 93

Capítulo 12. Videojuegos Serios: Herramientas Lúdicas para Estimular el Aprendizaje. . 101

Sección II. Analítica **108**

Capítulo 13. Análisis de Datos del Cliente para la Predicción de Comportamientos: mejora de Marketing y Ventas mediante la Implementación de un Algoritmo de clasificación *Naive Bayes* 109

Capítulo 14. Educational Scraping for Price Analysis 118

Capítulo 15. Modelo inteligente para predicción de calidad de vida 126

Capítulo 16. Predicción de la formación en estudios superiores en el nivel medio superior usando modelos de clasificación. 131

Capítulo 17. Parámetros de LTE, Comunicación para Redes Vehiculares 138

Sección III. Educación en TI 147

Capítulo 18. Panorama de la demanda de profesionales en la industria de TI 148

Capítulo 19. Orientaciones de mejora al currículo del programa educativo: Licenciatura en Gestión de Negocios Digitales (LGND) 162

Capítulo 20. La pertinencia curricular en la formación de profesionales en la Licenciatura en Seguridad en Tecnologías de Información de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León 171

Capítulo 21. Análisis de los referentes socio profesionales y epistemológicos en la reestructuración curricular del programa educativo de Licenciatura en Gestión de Negocios Digitales (LGND) 177

Capítulo 22. Nueva tendencia de oferta educativa para una pertinencia y relevancia social en la Industria 4.0 185

Capítulo 23. Preparando Ingenieros en Tic's para el Futuro: Ciberseguridad y Gobernanza Digital en la Educación Superior 192

Capítulo 24. Diseño Curricular de Ingeniería en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos para la UICUI, apoyado en el modelo curricular de la ANIEI. 202

Capítulo 25. Estrategias de divulgación del programa de Ciencias Computacionales de UABC 215

Capítulo 26. Desafíos de las Estudiantes en los PE de la Facultad de Telemática 221

Sección IV. E-learning 228

Capítulo 27. Laboratorio Virtual basado en Web para Operaciones con Recta Numérica Visual. 229

Capítulo 28. Simulador Web para medidas de tendencia central y variabilidad con arquitectura REST 239

Capítulo 29. Laboratorio Virtual de Tecnologías Web con rúbrica basado en arquitectura REST. 250

Capítulo 30. R3e, Repositorio de referencias de recursos educativos 263

Capítulo V. Ingeniería en Softeware. 270

Capítulo 31. Exploración de procesos de negocio con modelos de programación 271

Capítulo 32. Complejidad del software y programación 279

Capítulo 33. Desarrollo de una Interfaz Humano-Máquina basada en Inteligencia Artificial para Facilitar el Control de Videojuegos en Personas con Amputación de Mano 286

Sección VI. Sistemas de información 293

Capítulo 34. Implementación de Sistemas Informáticos para el Registro de Actividad Ganadera 294

Capítulo 35. Sistema Informático de Control de Ventas por Catálogo 300

Capítulo 36. Una Aplicación Móvil para Optimizar el Sistema de Transporte Universitario 307

Capítulo 37. Mejorando la Experiencia de las Personas Mayores: Estrategias Clave en el Diseño Web 315

Capítulo 38. Implementación de Tecnologías Digitales para Mejorar la Experiencia del Cliente en Establecimientos Comerciales. 324

Capítulo 39. Sistema Informático para Negocios de comida rápida 339

Capítulo 40. Creación de una Aplicación Web como apoyo a una Unidad Productora de Miel 346

Sección VII. TIC y responsabilidad social 351

Capítulo 41. Sistema de Monitoreo y Recuperación de Energía Solar basado en TIC'S a través de Algoritmos con Aprendizaje Integrado. 352

Capítulo 42. Sistema de Monitoreo de Irradiancia y Temperatura para sistemas fotovoltaicos utilizando IA e IOT 373

Capítulo 43. Uso de m-Salud en Nutrición Infantil. 383

Sección VIII. Inteligencia Artificial. 393

Capítulo 44. Predicción del nivel de adaptabilidad del estudiante de educación medio superior en línea, al aprendizaje universitario mediante aprendizaje automático 394

Capítulo 45. Predicción de Enfermedades en Hojas de Maíz con Redes Neuronales Convolucionales. 400

Capítulo 46. Uso de la Inteligencia Artificial en el desarrollo de trabajos académicos, nivel superior 408

Capítulo 47. Uso de inteligencia artificial generativa ChatGPT como estrategia para la práctica del idioma inglés y para la mejora de las competencias digitales en estudiantes de pregrado inscritos a la asignatura de Lengua Extranjera 3. 417

Capítulo 48. Análisis de la Regulación y Lineamientos de la IA 430

Capítulo 49. Solución de las ecuaciones diferenciales de los circuitos RLC en serie y paralelo sin fuentes usando redes neuronales 437

Capítulo 50. Modelos de Machine Learning para la Clasificación de Capturas de Camarón Café (Farfantepenaeus aztecus): Comparativa entre Random Forest y Boosted Trees 443

Capítulo 51. Uso de la inteligencia artificial como ayuda en la calidad de vida. 452

Capítulo 52. Aprendibilidad de Ontologías mediante una extensión del Marco Formal PAC Learning 461

Introducción

La presente obra, compila una rigurosa selección de artículos, provenientes de los académicos e investigadores de las más prestigiosas universidades y centros de educación superior de México, resultado de la convocatoria anual que efectúa la ANIEI, los autores abordan diferentes temáticas y perspectivas relativas al uso y aplicación de tecnologías emergentes y de la inteligencia artificial, especialmente en contextos educativos.

El e-libro se encuentra estructurado en 8 capítulos, cuidadosamente organizados que abarcan un amplio espectro de temas que reflejan la diversidad, la riqueza, la amplitud de intereses y las soluciones integrales que desde las academias se conciben para enriquecer no solo el quehacer académico, sino también el entorno social de cada IES.

El primer capítulo, "Alternativas tecnológicas de enseñanza", presenta las innovaciones en materia pedagógica que, a través de diversas perspectivas y herramientas, brindan soluciones que buscan la mejora y transformación de la práctica docente tanto en espacios físicos como virtuales y desde niveles educativos básicos hasta niveles de educación superior. En el segundo capítulo, denominado "Analítica", los autores presentan enfoques metodológicos avanzados de análisis predictivo y clasificación en diferentes ámbitos, aprovechando modelos de datos que, aplicados de forma asertiva, proporcionan resultados que mejoran y fortalecen la toma de decisiones en contextos educativos y tecnológicos.

El tercer capítulo, llamado "Educación en TI", presenta propuestas sobre la pertinencia y relevancia de programas educativos relacionados con la gestión de negocios digitales, seguridad informática, ciencia de datos y telemática entre otras disciplinas, respondiendo a las necesidades de formación profesional frente a la Industria 4.0. Se aborda también la relevancia de la pertinencia social y epistemológica en la formación de profesionales en disciplinas de TI. En el capítulo IV sobre "E-learning", los autores abordan la importancia que tiene el E-learning para mejorar la experiencia del proceso enseñanza-aprendizaje, especialmente en la formación de profesionales de las TI, de esta manera, plantean el desarrollo de laboratorios virtuales, simuladores y repositorios digitales de recursos educativos.

El quinto capítulo, corresponde a "Ingeniería de Software", en él se plasma la creación de soluciones que incluyen desarrollo de software para ambientes de negocios y herramientas interactivas que tienen componentes muy importantes como son la inclusión y la accesibilidad. El capítulo VI, "Sistemas de Información", presenta casos de aplicaciones que optimizan los procesos y la toma de decisiones en organizaciones, así como propuestas que buscan la inclusión y equidad en el uso de las TI. En el capítulo siete, llamado "TIC y Responsabilidad Social", se presentan propuestas que evidencian cómo las TI, son coadyuvantes para mejorar la vida de las personas y hacerla más sostenible con casos específicos.

Por último, el capítulo VIII, sobre “Inteligencia Artificial”, consigna cómo la IA, puede ser una aliada en diferentes procesos educativos y en contextos del sector económico y social en general, tomando en cuenta, regulaciones y lineamientos que permitan su uso y aplicabilidad con certeza.

Es objetivo de esta obra, que sea punto de referencia y de inspiración para la comunidad académica y profesional, dado que el fin mayor es impulsar la formación de capital intelectual de alto nivel en las disciplinas de las TI, solo de esta forma podemos garantizar que el relevo generacional será capaz de liderar con éxito la evolución acelerada y los cambios sociales y educativos que demanda nuestro país y nuestra sociedad.

ANIEI

Sección I.
Alternativas Tecnológicas de Enseñanza

Capítulo 1

Buenas Prácticas Docentes: Un Modelo de Curso de Capacitación Innovador para profesores universitarios

Griselda Pérez Torres [1] Graciela Lara López [2] y Patricia Sánchez Rosario [3]

[1, 2 y 3] Universidad de Guadalajara, Avenida Juárez 976, Guadalajara, Jalisco. México

[1] griselda.perez7169@academicos.udg.mx

[2] graciela.lara@academicos.udg.mx

[3] patricia.srosario@academicos.udg.mx

Resumen. Este artículo presenta el curso "Buenas Prácticas Docentes", diseñado con el Modelo de Curso de Capacitación Innovador para capacitar a docentes universitarios en buenas prácticas pedagógicas y el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC). El curso desarrolla habilidades para mejorar la práctica educativa y adaptarse a las demandas actuales, utilizando la estrategia pedagógica como el aula invertida. Los resultados muestran una alta satisfacción entre los participantes y destacan el uso efectivo de herramientas tecnológicas, sugiriendo la expansión futura del curso con módulos adicionales y contenido personalizado.

Palabras clave: Capacitación docente, Buenas prácticas docentes, Educación superior, Tecnologías educativas, Pedagogía centrada en el estudiante.

Abstract. This article presents the course "Good Teaching Practices," designed with the Innovative Training Course Model to train university teachers in good teaching practices and using of information and communication technologies (ICT). The course develops skills to improve educational practice and adapt to current demands, using pedagogical strategies such as the flipped classroom. The results show high satisfaction among participants and highlight the effective use of technological tools, suggesting a future course expansion with additional modules and personalized content.

Keywords: Teacher training, Good teaching practices, Higher education, Educational technologies, Student-centered pedagogy.

1 Introducción

Este artículo presenta el curso "Buenas Prácticas Docentes" diseñado con un enfoque metódico denominado Modelo de Curso de Capacitación Innovador, siendo éste una propuesta propia con el objetivo de capacitar a los docentes universitarios con herramientas avanzadas y conocimientos en buenas prácticas docentes, enfatizando el uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el aula. Este curso busca proporcionar a los docentes las habilidades necesarias para mejorar su práctica educativa y adaptarse a las

demandas de la educación actual, donde las tecnologías de la información y comunicación juegan un papel fundamental. El curso cubre diversos temas relacionados con las buenas prácticas docentes y explora diferentes herramientas tecnológicas que pueden utilizarse para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje. La plataforma Classroom se utilizó para gestionar las actividades del curso. Ver Fig. 1.

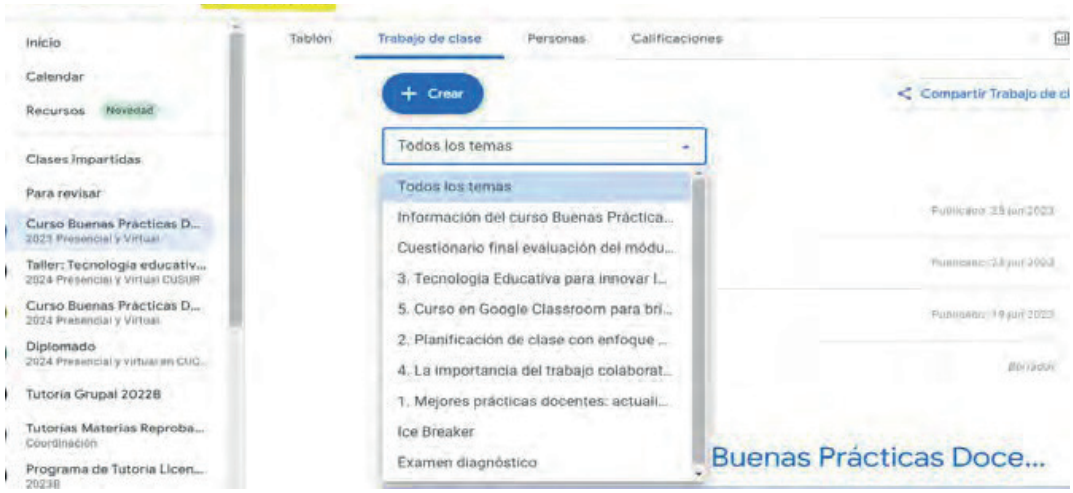


Fig. 1. Curso Buenas Prácticas Docentes en Classroom

1.1. Importancia de la capacitación docente

La capacitación docente es de vital importancia en el ámbito universitario, ya que permite a los profesores mejorar su desempeño y actualizar sus conocimientos en relación a la enseñanza y el uso de las TIC. Este tipo de formación les brinda la oportunidad de adquirir nuevos enfoques pedagógicos, conocer estrategias didácticas innovadoras y familiarizarse con herramientas tecnológicas que pueden potenciar el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Además, la capacitación docente contribuye a la calidad educativa de las instituciones universitarias, promoviendo la excelencia académica y asegurando que los docentes estén actualizados en los avances educativos y tecnológicos.

2 Buenas prácticas docentes

Los estudiantes aprenden de formas que están determinadas por diferentes estrategias didácticas, y se pueden identificar tres niveles de enfoque en el aprendizaje: enfoque superficial, enfoque basado en logros y aprendizaje profundo. El primero está limitado a la motivación y a evitar el fracaso (suspender la materia); el enfoque basado en logros se caracteriza por maximizar las cualificaciones académicas mediante la organización adecuada; finalmente, el aprendizaje profundo implica que la motivación es intrínseca al proceso de aprendizaje y está acompañado de estrategias que aportan un significado, siendo este enfoque el objetivo de las buenas prácticas docentes [1, 2].

2.1. Definición y características

No existe una definición estricta sobre las buenas prácticas docentes, no obstante, de forma general son aquellas que procuran el aprendizaje mediante la aplicación de diferentes herramientas didácticas y la innovación constante. Diferentes autores proponen diversas

características sobre las buenas prácticas docentes, en [3], los autores proponen que un modelo basado en buenas prácticas incluye las siguientes claves: uso de las TIC; educación en valores; evaluación educativa; desarrollo de habilidades básicas del pensamiento; consideración de los modelos de inteligencias múltiples; uso de modelos pedagógicos adecuados; desempeños auténticos.

En [4] se realizó un análisis de diferentes artículos que hablan sobre las buenas prácticas docentes en la educación superior, y se identificó la presencia de las siguientes características en la mayoría de los artículos consultados: los planes de estudio deben tener coherencia; prácticas extensas y conectadas; conexión clara entre la teoría y la práctica; evaluación basada en estándares; monitoreo continuo del aprendizaje; promoción de la colaboración; innovación continua; análisis de las propias carencias de los docentes

2.2. Estrategias de enseñanza efectivas

Las buenas prácticas docentes se apoyan en diversas estrategias de enseñanza que fomentan el aprendizaje significativo y duradero, estas estrategias proponen diferentes modelos educativos y deben adecuarse al contexto de la clase, así como el nivel educativo de los alumnos [2, 5]. Los diferentes autores proponen:

Aprendizaje Basado en Problemas (PBL): se caracteriza por estar centrado en el estudiante, y se basa en la exploración de lo desconocido, permitiendo al estudiante desarrollar nuevas habilidades y conocimientos para la resolución del problema planteado [5, 6].

Aprendizaje Orientado a Proyectos (POL): es una metodología que se basa en la resolución de proyectos de la vida real, en donde se deben establecer diferentes puntos de control y fomenta la colaboración y el autoaprendizaje [5, 7].

Aprendizaje y Servicio: es una estrategia que fomenta el desarrollo de habilidades blandas y el conocimiento transdisciplinar enfocándose en la eficiencia y calidad que requiere el mundo laboral [5].

Investigación Científica: en educación superior es importante formar profesionales capacitados para generar nuevos conocimientos por lo que un proceso de enseñanza completo debe fomentar esta disciplina [5].

Aprendizaje Basado en Interacción: fomenta los grupos de discusión y el Desarrollo de habilidades blandas mediante la colaboración entre diferentes áreas del conocimiento [5].

2.3. Evaluación del aprendizaje

La evaluación del aprendizaje es fundamental en las buenas prácticas docentes, ya que permite verificar el progreso de los estudiantes e identificar áreas de mejora. La finalidad de evitar la monopolización de las evaluaciones y practicar un proceso de *evaluación integral*, se proponen diferentes métodos que pueden ser complementarios para realizar un análisis con mayor profundidad sobre el aprendizaje real obtenido por los estudiantes:

Evaluación formativa: realizar evaluaciones periódicas durante el proceso de aprendizaje.

Evaluación auténtica: utilizar actividades, tareas y proyectos que simulan situaciones reales y relevantes para los estudiantes.

Autoevaluación y coevaluación: permite que los estudiantes desarrollen habilidades de evaluación crítica y promueve la revisión entre pares.

La evaluación debe realizarse de forma proactiva entre alumnos y docentes, por lo que es importante que los estudiantes también evalúen a sus profesores, de esta forma se busca identificar la perspectiva de los alumnos sobre la importancia y efectividad de las técnicas y herramientas didácticas empleadas en el aula [8].

3 Metodología utilizada

El curso Buenas Prácticas Docentes está diseñado con el enfoque metódico presentado en la propuesta del Modelo de Curso de Capacitación Innovador, que consta de cinco etapas. Este modelo proporciona a los docentes una experiencia de aprendizaje basada en la innovación, la reflexión crítica y la incorporación de nuevas tecnologías. Ver Fig. 2.

Fig. 2. Modelo de Curso de Capacitación Innovador

El enfoque general del modelo se centra en la implementación de estrategias educativas modernas, como el aula invertida, para facilitar el aprendizaje activo y promover la reflexión crítica entre los profesores sobre su propia práctica docente. Además, se busca capacitar a los docentes en el uso de recursos y tecnologías educativas, fomentando el trabajo colaborativo y el intercambio de experiencias entre ellos para mejorar el desempeño docente.

Objetivos Principales:

- Fomentar la Reflexión Crítica
- Capacitar en Innovación Pedagógica.
- Planificar clases con pedagogías centradas en los estudiantes
- Promover el Trabajo Colegiado.
- Desarrollar habilidades tecnológicas

La implementación del curso estuvo dirigida a profesores del Departamento de Ciencias Computacionales, Departamento de Ingeniería Electro-Fotónica, Departamento de Innovación Basada en la Información y Conocimiento y del Departamento de Bioingeniería

Traslacional del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara.

La implementación del curso se realizó en el ciclo escolar 2023A. En el curso participaron 38 profesores de los cuales 23 (61%) son mujeres y 15 (39) % hombres.

El rango de edad de los profesores participantes oscila entre 25 a 61 años. La mayor parte se encuentran en el rango de edad "41-45" (37%) y solo un profesor se encuentra en el rango de edad de "25-30" años.

La experiencia docente con la que contaban los profesores cuando se implementó el curso, se ubicó en rangos desde los 05 hasta 36 años o más. La mayoría de los profesores se ubicaron en el rango de "21-25" años, lo cual corresponde a 12 profesores y representan el 32% y solo un profesor se ubicó en el rango "05-10" años y corresponde a un solo profesor que representa el 3%.

Para la evaluación del curso, se recopilaron datos mediante una encuesta en Google Forms, con la finalidad de obtener la percepción de los profesores con respecto a la experiencia de capacitación docente con el curso "Buenas Prácticas docentes".

La participación de los profesores en esta encuesta para evaluar el curso fue de gran importancia, porque ayudará a mejorar y optimizar el Modelo de Curso de Capacitación Innovador.

4 Resultados

El análisis de los resultados revela que la mayoría de los profesores calificaron su experiencia en el curso "Buenas Prácticas Docentes" como "Excelente" (82%) o "Buena" (18%). Ver Fig. 3

Fig. 3. Experiencia de los participantes en el curso de buenas prácticas docentes.

La mayoría también coincidió en que las sesiones fueron suficientes para comprender todos los temas (92%) y que las dos horas por sesión eran adecuadas (90%). El nivel de esfuerzo durante el curso fue alto, con un 55% de los participantes calificándolo como "Excelente" y un 9% como "Muy bueno". El impacto del curso fue notable en el desarrollo de conoci-

mientos y habilidades, ya que el 74% indicó que el curso mejoró sus competencias y el 58% afirmó que sus habilidades eran "Excelentes" al final del curso. Ver Fig. 4.

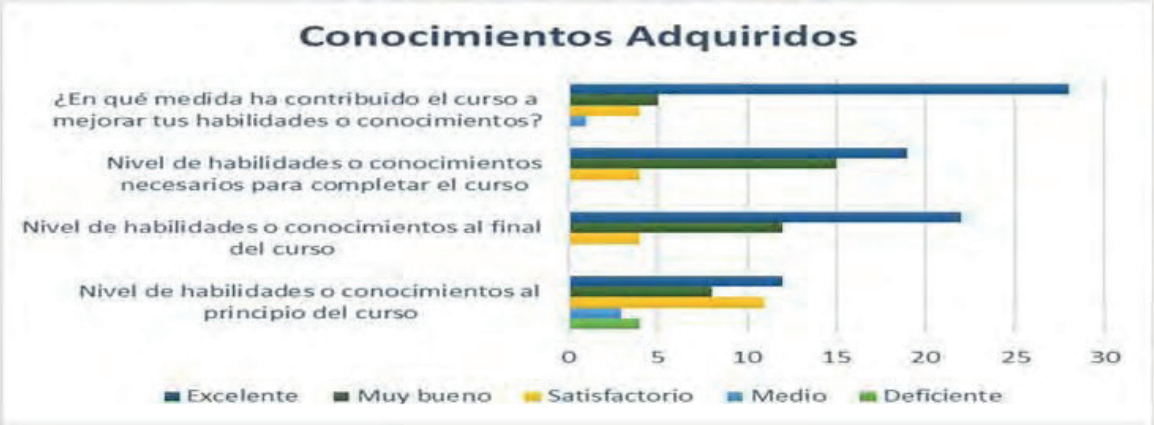


Fig. 4. Evaluación de los conocimientos adquiridos a lo largo del curso.

Las herramientas tecnológicas más útiles para las futuras prácticas docentes fueron Classroom (71%), Quizizz (63%) y Canva (63%). El uso de diversas herramientas y actividades prácticas hizo que el curso se distinguiera por su enfoque dinámico e innovador. Ver Fig. 5.

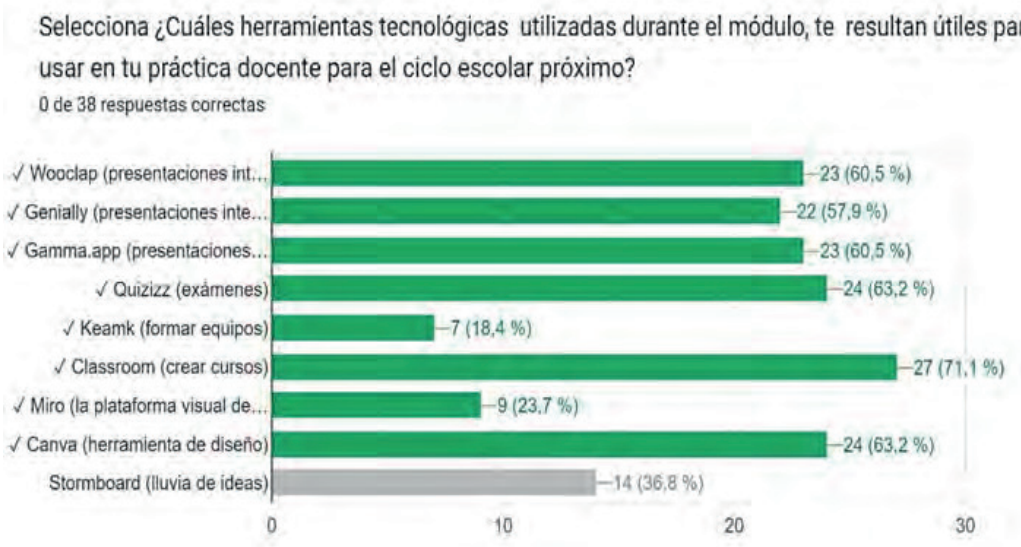


Fig. 5 Herramientas tecnológicas útiles para la práctica docente.

Los sentimientos predominantes durante el curso fueron de estar atentos, activos e interesados. Ver Fig. 6.

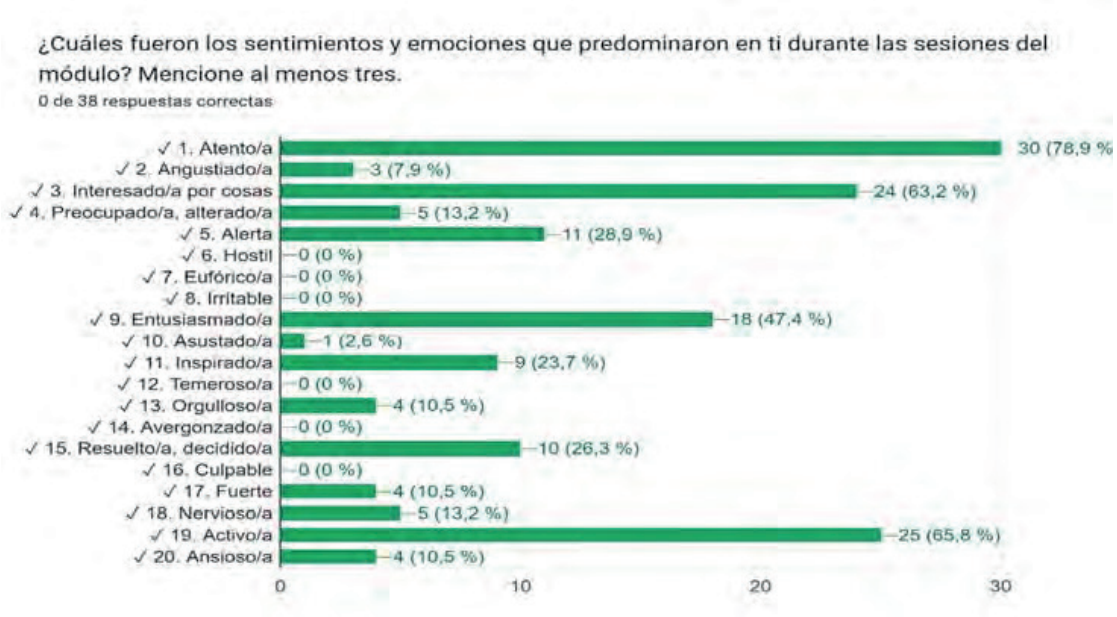


Fig. 6 Sentimientos predominantes en los participantes durante el curso.

La evaluación del contenido del curso fue considerado claro, organizado y bien planificado por la mayoría de los participantes (87%).

5 Conclusiones y trabajos futuros

En términos generales, el curso Buenas Prácticas Docentes fue una experiencia positiva para los participantes, quienes lo describieron como dinámico, interesante y útil para mejorar su práctica docente. Valoran especialmente el aprendizaje de nuevas herramientas tecnológicas como Genially, Wooclap, Quizizz y Classroom, que pueden aplicarse en la docencia.

Elementos como el trabajo colaborativo, la gamificación, el enfoque en la tutoría y el aula invertida se mencionaron como aspectos valiosos del curso. Para mejorar, se sugirió incluir más actividades prácticas con herramientas, fomentar el trabajo en equipo y profundizar en temas específicos. También algunos sugirieron extender un poco más el tiempo de las sesiones.

El curso Buenas Prácticas Docentes es un primer paso importante para mejorar las competencias docentes en el uso de TIC y estrategias centradas en el estudiante. A futuro, el curso podría ampliarse con temas que aborden la evaluación de competencias, la enseñanza basada en proyectos e incluir

temas de inteligencia artificial en la educación, También es recomendable implementar contenido personalizado según las necesidades de cada docente o departamento y fomentar la colaboración interdepartamental para enriquecer las perspectivas pedagógicas.

Referencias

[6] M. Gozalo, B. León-del-Barco y S. Mendo-Lázaro, “Good Practices and Learning Strategies of Undergraduate University Students”, Int. J. Environmental Res. Public Health, vol. 17, n.º 6, p. 1849, marzo de 2020. Disponible: https://doi.org/10.3390/ijerph17061849

[7] A. F. Pérez Hernández, C. J. Méndez Sánchez y P. Pérez Arellano, “Enfoques de aprendizaje y rendimiento académico en la educación superior”, *Perspect. Docentes*, vol. 30, n.º 71, pp. 19–30, octubre de 2020.

Disponible: https://doi.org/10.19136/pd.a30n71.3060

[8] C. V. Guerrero Salazar y Y. Prieto López, “Características de un Docente Innovador: Siete Claves para Una Buena Práctica Docente”, *Rev. Sci.*, vol. 5, n.º 18, pp. 254–275, noviembre de 2020.Disponible: https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2020.5.18.13.254-275

[9] L. la Velle, “Best practice in teacher education: what is research telling us?”, *J. Educ. Teaching*, vol. 48, n.º 3, pp. 271–273, mayo de 2022.

[10] Disponible: https://doi.org/10.1080/02607476.2022.2075189

[11] J. M. Albornoz y M. V. Contreras, *Educación orientada al desarrollo de competencias: Guía para su implementación efectiva*. Atena Ed., 2021.

[12] Disponible: https://doi.org/10.22533/at.ed.130212110

[13] E. Karan y L. Brown, “Enhancing students’ problem-solving skills through project-based learning”, *J. Problem Based Learn. Higher Educ.*, junio de 2022. Disponible: https://doi.org/10.54337/ojs.jpblhe.v10i1.6887

[14] P. Guo, N. Saab, L. S. Post y W. Admiraal, “A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures”, *Int. J. Educational Res.*, vol. 102, p. 101586, 2020. Disponible: https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586

[15] M. Cladera, “An application of importance-performance analysis to students’ evaluation of teaching”, *Educational Assessment, Eval. Accountability*, octubre de 2020. Disponible: https://doi.org/10.1007/s11092-020-09338-4

Capítulo 2

Empoderamiento docente para el uso de Tecnologías Digitales TIC, TAC, TEP y de metodologías activas en la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana

María Silvia García Ramírez [1], Juana Elisa Escalante, Vega [2], Irma Elizabeth Romero Arrioja[3], María Dolores Vargas Cerdán[4], Verónica Elizabeth Orozco Ríos[5]

[1,2,3,4,5] Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana – Av. Xalapa esq.

Av. M. Ávila Camacho s/n, Xalapa, Veracruz. C.P. 91020 Tel. 2288369536

sgarcia@uv.mx,1 jescalante@uv.mx,2 iromero@uv.mx,
3 dvargas@uv.mx,4 vorozco@uv.mx5

Resumen. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC), y tecnologías del empoderamiento y la participación (TEP), así como el uso de metodologías activas por parte del profesorado de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana en el proceso de enseñanza-aprendizaje de sus estudiantes. A partir de este análisis, se propone un plan integral de formación, actualización o reforzamiento en el uso de estas tecnologías y enfoques pedagógicos, con el fin de empoderar a los docentes para enfrentar los desafíos que plantea la transformación digital. Asimismo, se enfatiza el apoyo que dichas tecnologías y metodologías brindan al desarrollo de competencias necesarias en estas áreas de conocimiento, y su proceso de implementación en los diversos programas educativos de la facultad, asegurando así una educación más adaptada a las demandas del entorno digital.

Palabras Clave: Tecnologías TIC, TAC, TEP, enfoques pedagógicos, metodologías activas, aprendizaje, empoderamiento docente

Abstract: This research aims to analyze the application of Information and Communication Technologies (ICT), Learning and Knowledge Technologies (LKT), and Empowerment and Participation Technologies (EPT), as well as the use of active methodologies by the faculty of the School of Statistics and Informatics at the Universidad Veracruzana in the teaching-learning process of its students. Based on this analysis, a comprehensive plan for training, updating, or strengthening the use of these technologies and pedagogical approaches is proposed, with the purpose of empowering teachers to address the challenges posed by digital transformation. Additionally, the support that these technologies and methodologies provide in the development of essential competencies in these areas of knowledge is emphasized, along with their implementation process in the faculty's various educational programs, thus ensuring education that is better aligned with the demands of the digital environment.

Keywords: Technologies, Information and Communication Technologies, Learning and Knowledge Technologies, Empowerment and Participation Technologies and pedagogical approaches, active methodologies, learning, teacher empowerment.

1 Introducción

Hablar de educación superior en estos tiempos es hablar de tecnología. El desarrollo de esta última ha propiciado que ya casi no se pueda concebir una educación sin la incorporación de diversas herramientas digitales que apoyen el proceso de enseñanza- aprendizaje de los estudiantes universitarios.

La "Universidad Veracruzana (UV) opera un modelo que busca consolidar la autonomía de los estudiantes a través del paradigma del aprendizaje, la transversalidad y flexibilidad de los saberes; este modelo declara una formación integral, entendida como el desarrollo armónico de varias dimensiones de la persona… luego entonces parece coherente, en consecuencia, que los profesores tengan las competencias profesionales necesarias para contribuir a que sus estudiantes alcancen esos objetivos" [1]. "La Universidad Veracruzana en atención al cuarto objetivo de desarrollo sostenible establecido por la agenda 2030, busca se garantice una educación de calidad, promoviendo que sus profesores pongan al estudiante en el centro del proceso formativo y acerquen el contenido didáctico a éstos de manera innovadora" [2].

Es entonces cuando las TIC, TAC y TEP, así como las metodologías activas, hacen presencia, incorporando desde recursos educativos digitales en cualquier formato y soporte hasta el uso de herramientas de participación y empoderamiento de los estudiantes. Por tanto, el profesorado debe formarse e integrarse en metodologías innovadoras y en la aplicación de diversas tecnologías para utilizarlas correctamente en su labor docente, requisito imprescindible en la educación contemporánea. En este contexto, los conceptos de Tecnologías para el Empoderamiento y Participación (TEP), las Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento (TAC), y las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se destacan como elementos clave para la adaptación y enriquecimiento de los procesos educativos.

Las TEP se centran en utilizar la tecnología para potenciar la capacidad de los estudiantes de participar de manera significativa en su entorno, promoviendo estrategias colaborativas y prácticas que fomentan el empoderamiento y la participación activa en diversos contextos. Adell expresa que, "El uso de tecnologías digitales no es sólo para la adquisición de conocimientos, sino también para empoderar a los estudiantes, facilitando su participación activa y crítica en la sociedad digital" [3]. La cita refleja cómo las TEP buscan ir más allá del simple uso de la tecnología para la educación, promoviendo ese empoderamiento y la participación activa de los estudiantes en su entorno social y digital. Por otro lado, las TIC y TAC representan un enfoque para mejorar y transformar la práctica educativa. Utilizadas en forma conjunta, facilitan el acceso a recursos y conocimientos, además de fomentar un aprendizaje más inclusivo, colaborativo y centrado en el estudiante. La aplicación de las mismas en el entorno educativo permite comprender mejor cómo las herramientas digitales y los enfoques participativos pueden enriquecer la experiencia de aprendizaje, promover la inclusión digital y desarrollar habilidades clave para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades del siglo XXI. Nuevos modelos de trabajo flexibles, autónomos y remotos,

el trabajo a distancia, la colaboración en línea y las plataformas digitales han cambiado la forma en que las empresas organizan y se realizan las tareas en un entorno globalizado. Por otro lado, las metodologías activas en la educación tienen sus raíces con María

Montessori (aprendizaje autónomo), John Dewey, (aprender haciendo). Posteriormente, surgieron enfoques como el aprendizaje por descubrimiento y basado en problemas, y las teorías constructivistas de Piaget y Vygotsky influyeron en las metodologías activas actuales. En las últimas décadas, la tecnología ha potenciado estas metodologías, haciendo el aprendizaje más interactivo, colaborativo, participativo, reflexivo, y personalizado, ya que su enfoque coloca al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje. "El uso de metodologías activas no sólo mejora la comprensión y retención de conocimientos, sino que también potencia el desarrollo de competencias como el pensamiento crítico, la creatividad, el trabajo en equipo y la toma de decisiones" [4]. Las metodologías activas se relacionan estrechamente con las TIC, TAC y TEP en la educación. En conjunto, éstas amplían y mejoran el impacto de las metodologías activas, haciendo el aprendizaje más dinámico, interactivo y centrado en el estudiante. A diferencia de las metodologías tradicionales, donde el docente es el principal transmisor de conocimientos, las metodologías activas buscan que los estudiantes construyan su propio conocimiento a través de actividades prácticas, resolución de problemas, debates, proyectos colaborativos y la aplicación de lo aprendido en contextos reales. Éstas incluyen el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el aula invertida (Flipped Classroom), el aprendizaje cooperativo, entre otros. Para utilizar estas metodologías activas, los profesores requieren capacitación y reflexión previa para planear y organizar mejor sus acciones educativas. No aplicar estas metodologías limita la capacidad de los estudiantes para construir conocimiento de manera reflexiva, analítica y creativa.

2 Marco Conceptual sobre el Empoderamiento Docente y la Integración de Tecnologías Educativas

2.1. Empoderamiento docente

"El empoderamiento es un término que proviene del inglés empower y se refiere a un proceso intrínseco de confianza que permite el desarrollo del máximo potencial de una persona. A pesar de ser un proceso individual, necesariamente amerita de agentes externos que sean motivantes y/o desafiantes, que muevan la voluntad de poder en la persona y conlleva a que ésta sea agente de cambio tanto personal como colectivo" [5]. El empoderamiento docente se entiende como "el proceso que vive el docente, en conjunto con sus colegas e investigadores, que permita problematizar el saber enseñar, para hacerse dueño de su propia práctica y así transformar su realidad" [6]. Por lo tanto, el empoderamiento docente tiene como objetivo que los profesores desarrollen su capacidad creativa e innovadora, incorporando en el aula problemas, debates, actividades y dinámicas que enriquezcan el proceso de aprendizaje. Esto surge del autoconocimiento y la reflexión sobre su propia práctica pedagógica, permitiéndoles dominar su labor y adaptarse a los cambios que puedan surgir, ya sea desde la investigación educativa o las políticas de las instituciones académicas.

2.2. Relación entre TIC, TAC, TEP y Metodologías activas

El uso de la tecnología en la educación comenzó a finales del siglo XIX, evolucionando con la introducción de la radio y la televisión, posteriormente con las computadoras personales en el aula y el desarrollo de redes educativas y sistemas de aprendizaje en línea. Con la introducción de Internet, el aprendizaje en línea y la educación a distancia se popularizaron. Desde 2010, las tecnologías emergentes como los MOOC, (Massive Open Online Course), la realidad aumentada, la realidad virtual y la Inteligencia Artificial han transformado la educación, mejorando la personalización y la interactividad. El término TIC surgió en la década de 1990 como una forma de agrupar todas las tecnologías que permiten la gestión, transmisión, y almacenamiento de información, y que facilitan la comunicación entre personas y organizaciones. Por otra parte, a principios de 2001, el término TAC se propuso para destacar el uso pedagógico de las tecnologías como facilitadoras del aprendizaje, enfocándose en mejorar los procesos educativos y desarrollar habilidades cognitivas y colaborativas en los estudiantes, y no ver a las tecnologías sólo como herramientas de información y comunicación, sino como facilitadoras del aprendizaje significativo y del desarrollo del conocimiento, al mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje y fomentar el desarrollo de habilidades cognitivas, "competencia de ser críticos, selectivos, saber convertir información en conocimiento y saber solucionar problemas…" [7], utilizando, plataformas educativas, software interactivo, herramientas colaborativas, entre otras. A principios de 2010, surgió el término TEP, que resalta el uso de la tecnología para empoderar a las personas y fomentar su participación activa en la sociedad, vinculándose con el auge de las redes sociales y plataformas colaborativas que permiten a los usuarios crear, compartir y utilizar información para generar cambios significativos en su entorno. Las TEP promueven competencias digitales y el pensamiento crítico, requiriendo un enfoque pedagógico crítico en el uso de la tecnología. En la educación, permiten a los estudiantes no sólo consumir información, sino también crearla, compartirla y usarla a través de Wikis, foros, redes sociales, plataformas de gestión de proyectos y cualquier otra herramienta que permita la co-creación de contenido, el intercambio de ideas y la colaboración en tiempo real.

2.3. Formación de profesores

En la actualidad las universidades de todo el mundo se preocupan por dotar a sus profesores de las competencias necesarias para poder llevar a los estudiantes a una educación de calidad. De esta forma, la formación de profesores se vuelve cada día más frecuente en este ámbito. Por su parte, la Universidad Veracruzana, a través de la Dirección General de Desarrollo Académico e Innovación Educativa "impulsa las políticas institucionales para el fortalecimiento académico y la innovación educativa, diseñando y desarrollando estrategias para mejorar la habilitación del personal académico, su desempeño, el trabajo colaborativo y las redes de conocimiento, así como la innovación del currículum, las prácticas docentes, las experiencias de aprendizaje y las nuevas tendencias disciplinares y de dimensiones transversales, para incidir en la formación y acompañamiento de los estudiantes, de tal forma que mejoren sus perspectivas como profesionistas; actividades que se desarrollan con base en criterios de calidad, pertinencia y pertenencia, y con responsabilidad social" [8]. A través de su Departamento de Formación Académica (ProFA) se ofrecen Experiencias Educativas1 de formación para los profesores, que incluyen formación pedagógica y tecnológica entre otros aspectos. En el contexto mundial, diversas universidades han capacitado

a sus profesores para integrar exitosamente las TIC, TAC y TEP con metodologías activas, adaptando estas herramientas a sus contextos y objetivos educativos para mejorar la calidad y relevancia del aprendizaje. Ejemplos de ello son la Universidad de Harvard, la Universidad de Stanford, la Universidad de Barcelona, la Universidad de São Paulo, el Tecnológico de Monterrey, la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM y otras más. Todas ellas han incorporado en sus actividades metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas (ABP), el método de casos y la instrucción por pares para el aprendizaje activo, combinados con plataformas digitales como Canvas, recursos educativos como cuestionarios interactivos (desarrollados en Kahoot), y Plataformas de Gestión del aprendizaje como Google Classroom, (TIC). También se utilizan herramientas de colaboración en línea y se implementa el Flipped Classroom (aula invertida) y aprendizaje basado en proyectos, utilizando plataformas como edX o Coursera (TIC), con discusiones y aplicación práctica (TAC). Las TEP se integran mediante proyectos colaborativos que abordan problemas sociales reales. En particular, el Instituto Tecnológico de Monterrey utiliza el enfoque Modelo Tec21, incluye el Aprendizaje Basado en Retos. A través de plataformas, se investiga y desarrollan soluciones (TIC), la colaboración se realiza a través de entornos virtuales y herramientas como Blackboard (TAC). El impacto social de los proyectos se potencia mediante la creación de contenido que se difunde en redes y foros, involucrando a la comunidad (TEP). En la Universidad de São Paulo, en Brasil, se utilizan herramientas como Moodle para gestionar el aprendizaje y fomentar la colaboración (TIC y TAC). También se discute en foros, redes sociales y blogs para diseminar resultados y reflexiones, y se usan murales virtuales con texto, imágenes, videos y enlaces, como Padlet, o a través de Wikis, conectando el aprendizaje con la comunidad más amplia (TEP).

3 Metodología

En esta investigación se utiliza una metodología cuantitativa, con un tipo de estudio descriptivo, con el objetivo de conocer la práctica sobre el uso de las tecnologías TIC, TAC y TEP, así como de las metodologías activas aplicadas en el proceso de enseñanza- aprendizaje por parte de los profesores. Se busca "especificar las propiedades, las características, y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objeto o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refiere esta investigación" [9].

Como instrumento de recolección de datos, se diseñó una encuesta utilizando un cuestionario. Las preguntas fueron agrupadas en 4 categorías o rubros: Uso de TIC, TAC y TEP, y uso de metodologías activas. Estos rubros incluyen 4 ítems y están gradados mediante una escala continua de cinco posibles respuestas, con valores según la escala de Likert: Siempre (5), Casi siempre (4), Regularmente (3), Casi nunca (2) Nunca (1). Las respuestas fueron organizadas y analizadas con el paquete estadístico SPSS. El cuestionario se desarrolló en la aplicación Forms de Google con 20 preguntas. Se aplicó en línea, tanto en versión para laptop como para dispositivos móviles, a una muestra de 43 profesores2 de un total de 90 que imparten clases en el semestre (agosto 2024–enero de 2025). Se realizó la encuesta piloto con 5 profesores de manera presencial, quienes participaron con aportaciones y observaciones sobre las preguntas, las cuales sirvieron para replantear el cuestiona-

rio. Se consideró una muestra probabilística aleatoria simple de profesores de los distintos programas educativos de la Facultad mencionada, "…ya que dichos profesores tienen la misma posibilidad de responder el instrumento de recolección de datos" [10].

4 Resultados

Del análisis de las respuestas de la encuesta aplicada, se puede apreciar que el 33% de los encuestados son profesores de más de 20 años de experiencia, y el 24% tiene entre 1 y 5 años. Esto es interesante, ya que en la Facultad de Estadística e Informática hay un porcentaje significativo de profesores con vasta experiencia, seguidos de profesores de nueva contratación, lo que muestra un equilibrio en la planta docente. El 77% de los profesores encuestados se considera capacitado en el uso de tecnologías (TIC, TAC, TEP) y metodologías activas. Sin embargo, el análisis de repuestas revela que el 70% de los profesores utiliza TIC, el 40% emplea TAC y únicamente el 17% usa TEP. Respecto a Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), al preguntar con qué frecuencia usan software para hacer presentaciones, el 91% de los encuestados respondió que siempre o casi siempre lo utilizan. En el uso de vídeos o infografías en actividades docentes, el 61% de los encuestados respondió que siempre o casi siempre las utilizan. Y relativo a la frecuencia con que usan herramientas digitales para la evaluación de los estudiantes, el 60% respondió que siempre o casi siempre las utilizan. En lo que respecta a las Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), el 65% de los encuestados respondió que siempre o casi siempre utilizan plataformas de aprendizaje en línea, recursos didácticos digitales y herramientas de gamificación. En cuanto al diseño de actividades donde los estudiantes desarrollen presentaciones, vídeos y podcast, el 40% de los encuestados afirmó que siempre o casi siempre las diseñan, mientras que el 35% lo hace regularmente. Respecto a la frecuencia con la que los profesores utilizan aplicaciones educativas interactivas para los estudiantes, como Kahoot o Quizlet, el 84% de los encuestados respondió que nunca o casi nunca las utilizan, mientras que el 16% sí lo hace. En relación con las Tecnologías para el Empoderamiento y Participación (TEP), en cuanto al diseño de actividades donde los estudiantes trabajan en grupos para crear Wikis, el 81% de los encuestados indicó que nunca o casi nunca las incorporan. En la promoción del uso de foros para debatir, el 40% de los encuestados indicó que regularmente lo hace, mientras que el 40% señaló que nunca y casi nunca lo utiliza. En cuanto al uso de redes sociales para concientizar a los estudiantes de los problemas sociales, el 56 % de los profesores respondió que nunca y casi nunca lo hacen, y el 26% sí lo hace. En el diseño de actividades que incorporen tecnologías emergentes (realidad virtual, realidad aumentada e IA), el 42% de los encuestados afirmó que nunca y casi nunca las utilizan y el 35% respondió que regularmente lo hacen. En lo que respecta a la elaboración de actividades para que los estudiantes tengan participación ciudadana y el uso de herramientas crowdsourcing, el 72% indicó que nunca y casi nunca las utilizan, y el 19% respondió que regularmente lo hacen. Por otro lado, en relación con las Metodologías Activas, al preguntar sobre la frecuencia con la que integran actividades basadas en proyectos, el 61% respondió que siempre o casi siempre las realizan, mientras que el 28% regularmente lo hace. En las actividades diseñadas para promover la participación y el empoderamiento del estudiante mediante herramientas digitales, el 49% respondió que siempre o casi siempre las diseña, y el 35% regularmente lo hace. En el uso de estrategias didácticas con los estudiantes, el 77% indicó que siempre o casi siempre las usa, y el 12%

lo hace regularmente. En cuanto al diseño de actividades de trabajo colaborativo utilizando herramientas digitales, el 58% de los profesores respondió que siempre o casi siempre las diseñan, y el 28% lo hace regularmente.

5 Conclusiones e investigaciones futuras

El análisis de la encuesta aplicada revela un panorama diverso en cuanto a la experiencia y uso de tecnologías y metodologías activas entre los profesores de la Facultad de Estadística e Informática. Se destaca un equilibrio en la planta docente, con un 33% de profesores con más de 20 años de experiencia y un 24% de nueva contratación, lo que favorece una combinación valiosa de experiencia y nuevas perspectivas. A pesar de que el 77% de los docentes se sienten capacitados en el uso de TIC, TAC y TEP, existe una discrepancia notable entre esta percepción y la práctica real. El 70% de los profesores utilizan regularmente TIC, sólo el 40% emplea TAC, y apenas el 17% utiliza TEP. Este hallazgo sugiere la necesidad de fomentar un mayor uso de herramientas tecnológicas avanzadas, especialmente aquellas que promueven el empoderamiento y la participación de los estudiantes. El uso de presentaciones y recursos didácticos digitales es alto. Sin embargo, se observa un uso significativamente bajo en áreas como el uso de aplicaciones educativas interactivas y tecnologías emergentes. Además, aunque la mayoría de los profesores integran metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos y el trabajo colaborativo, el uso de estrategias que promuevan la participación ciudadana y el empoderamiento del estudiante a través de herramientas digitales sigue siendo limitado. Estos resultados indican que, aunque la facultad cuenta con una base sólida de docentes capacitados, existe un espacio considerable para mejorar el uso de tecnologías y metodologías que potencien el aprendizaje activo y la participación estudiantil.

Esto sugiere que los profesores podrían beneficiarse de una capacitación más especializada y continua en el uso de tecnologías para el aprendizaje y el empoderamiento (TEP). Específicamente, se requiere formación en el diseño e implementación de actividades que integren herramientas interactivas, plataformas de aprendizaje en línea, y tecnologías emergentes como la realidad virtual, la realidad aumentada e inteligencia artificial. Además, sería útil profundizar en estrategias que promuevan la participación ciudadana y el trabajo colaborativo a través de estas herramientas, para maximizar su impacto en el aprendizaje y desarrollo de los estudiantes. En el análisis de las respuestas de la encuesta se observa que sólo el 49% de los profesores considera que las herramientas tecnológicas tienen un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes. Este dato es preocupante, esta percepción subraya la necesidad de no sólo capacitar a los profesores en el uso de tecnologías avanzadas, sino también de concientizarlos y sensibilizarlos sobre los beneficios pedagógicos que estas herramientas pueden ofrecer. Es crucial que la formación también aborde la importancia, el potencial y el impacto transformador de las tecnologías en el proceso educativo, para que los docentes puedan ver su valor y aplicarlas de manera más efectiva en sus aulas. Para lograr un verdadero empoderamiento docente, es fundamental que los profesores se concienticen sobre el uso adecuado de las tecnologías y metodologías activas. Este proceso de sensibilización y adopción no sólo fortalecerá sus competencias tecnológicas, sino que también les permitirá convertirse en agentes de cambio, promoviendo un aprendizaje más dinámico, participativo y adaptado a las necesidades del siglo XXI.

Referencias

[1] Hernández, R., Pérez, M., Acosta, E., (2024). "Gestión del aprendizaje: referente innovador para la formación de académicos en la Universidad Veracruzana". Universidad Veracruzana, México. Fecha de consulta: 10 de agosto 2024. Disponible en: https://www.uv.mx/formacionacademica/files/2019/07/x4-referente-innovador.pdf

[2] Lagunes, V. García, S., Pérez, Ch., Ochoa, C., & Rodríguez, T. (2023) "Recursos Educativos Abiertos como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje en los programas educativos de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana", ANIEI. México

[3] Adell, J. (2012). "Tecnologías para el empoderamiento y la participación: Nuevas perspectivas en la educación". Universidat Jaume, Castellón de la Plana, Valencia, España.

[4] Pérez Pueyo, Á., & Hortigüela Alcalá, D. (2017). Metodologías activas y aprendizaje cooperativo. Revista Iberoamericana de Educación. Universidad de León, España.

[5] Asunción, S. (2019). "Metodologías activas: Herramientas para el empoderamiento docente" Congreso. Revista internacional Docentes 2.0 Tecnología Educativa. Universidad de Oriente.
Nueva Esparta. Vol. 19. Edición 1. https://orcid.org/0000-0002-8652-773

[6] Reyes, D. y Cantoral, R., (2012). Profesionalización y empoderamiento docente en matemáticas: una mirada desde la Teoría Socioepistemológica (Book style with paper title and editor). En Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, vol. 26, R. Flores (Ed.), México D.F., México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C., pp. 1005-1014.

[7] Adell, J. (2017). "Competencias Digitales". Universidat Jaume, Castellón de la Plana, Valencia, España.

[8] Universidad Veracruzana. (2024). "Misión". Dirección General de Desarrollo Académico e Innovación Educativa, UV. México. Fecha de consulta: 12 de agosto de 2024. Disponible en: https://www.uv.mx/dgdaie/

[9] Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista M.P. (2010). Metodología de la Investigación. Mc Graw- Hill educación. Quinta edición. Pp. 607.
Consultado: 10 de agosto 2024. Disponible en: Metodologia-de-la-Investigación_Sampieri.pdf (uv.mx)

[10] Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). Metodología de la investigación (Sexta ed.). Distrito Federal, México: McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.

Capítulo 3

Los desafíos de la IA en la formación e innovación de la práctica educativa de los docentes de educación superior

Mariana Calderón Palencia [1], Gabriel Navarro Salcedo [2] y Elsa Rodríguez-Rodríguez [3]

[1]Periférico Norte N°799 Núcleo Universitario, Los Belenes, 45100 Zapopan, Jal. mariana.calderon7795@alumnos.udg.mx Tel: 333770-3300 ORCID: 0000-0003-1641-194X

[2]Nuevo Periférico Oriente 555, Ejido San José, Tateposco, 45425 Tonalá, Jal. gabriel.navarro@academicos.udg.mx Tel: 333540-3020 ORCID: 0000-0002-8091-5985

[3]Periférico Norte N°799 Núcleo Universitario, Los Belenes, 45100 Zapopan, Jal.

elsa.rodriguez7783@alumnos.udg.mx Tel: 333770-3300 ORCID: 0000-0003-0319-5168

Resumen. Este estudio explora los desafíos que enfrentan los docentes de educación superior en la integración de la Inteligencia Artificial (IA) en su práctica educativa. A través de entrevistas con profesores universitarios, se identificaron las percepciones y aplicaciones de la IA, así como las barreras que impiden su adopción efectiva, tales como la falta de formación adecuada y la resistencia al cambio. Los resultados revelan que, aunque los docentes reconocen el potencial de la IA para transformar la enseñanza, muchos enfrentan dificultades para aprovechar al máximo esta tecnología debido a limitaciones tecnológicas y pedagógicas. Se concluye que es fundamental capacitar a los profesores en el uso ético y pedagógico de la IA para mejorar la educación superior.

Palabras clave: Inteligencia Artificial (IA), Formación Docente, Práctica Educativa.

Abstract. This study explores the challenges faced by higher education teachers in integrating Artificial Intelligence (AI) into their educational practice. Perceptions and applications of AI were identified through interviews with university professors, as well as barriers to its effective adoption, lack of adequate training and resistance to change. While educators recognize the potential of AI to transform teaching, the results reveal that many of them face difficulties in making the most of this technology due to technological and pedagogical limitations. It is concluded that it is essential to train teachers in the ethical and pedagogical use of AI to improve higher education.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Teacher training, Educational practice.

1 Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) también ha sido un agente de disrupción en muchos contextos, y la educación es ciertamente uno de ellos. La IA es una tecnología emergente que proporciona herramientas y aplicaciones que están revolucionando la forma en que instru-

ye a los estudiantes y los maestros enseñan. Se ha convertido en un desafío real para los maestros, además de su trabajo ordinario, deben aprender a usarla de la mejor manera [1].

El objetivo de este estudio es explorar el efecto de la IA en la formación docente y la innovación de su práctica educativa, concentrándose en los problemas más significativos de los maestros a la hora enseñar. La pregunta de investigación que orienta el estudio es:

¿Qué desafíos enfrentan los docentes en la integración efectiva de la Inteligencia Artificial?

La IA en educación conducirá a una mejora del aprendizaje de los estudiantes si los maestros están adecuadamente capacitados para usarla: desde la generación de contenidos, la automatización de actividades y aprendizaje personalizado, pueden ayudar a aumentar el rendimiento académico de manera más inteligente y personalizada. Pero todo esto depende de la capacitación del maestro, que necesita formarse en el uso técnico de la tecnología y en su aplicación pedagógica.

Algunos de los mayores retos que enfrentan los profesores el uso efectivo de las tecnologías emergentes denominadas como: "innovación tecnológica que se encuentra en desarrollo, pero que tiene el potencial de generar un impacto significativo en la sociedad, educación, la economía o la industria" [2], así como la implementación de estas en la construcción del contenido de sus asignaturas, la competencia tecnológica, la capacidad de ser ágiles con nuevas herramientas tecnológicas, la diversidad en los estilos de aprendizaje de cada estudiante y la empatía e innovación en la enseñanza [3]. La implementación de la IA requiere un estado mental de aprendizaje continuo y una mentalidad abierta para que esta nueva tecnología se convierta en un aliado, y no en un obstáculo, para la mejora de la educación superior.

2 Estado del Arte

La IA ha emergido como una herramienta poderosa en diversos campos, incluida la educación superior. Su potencial para personalizar el aprendizaje, automatizar tareas administrativas y analizar grandes volúmenes de datos educativos presenta oportunidades significativas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Sin embargo, su implementación en la formación e innovación de la práctica educativa de los docentes de educación superior también conlleva numerosos desafíos.

Uno de los desafíos más destacados es la falta de preparación y alfabetización digital entre los docentes de educación superior para integrar efectivamente la IA en sus prácticas pedagógicas. Según el estudio de [4], muchos docentes carecen de la formación necesaria para comprender y utilizar tecnologías avanzadas, lo que limita su capacidad para aprovechar plenamente las herramientas de IA. Esta brecha no solo se refiere a habilidades técnicas, sino también a la comprensión de las implicaciones éticas y pedagógicas del uso de la IA en la educación.

Por otro lado, en [5] señalan que, aunque algunos programas de desarrollo profesional intentan abordar estas deficiencias, la mayoría de ellos no están diseñados específicamente para cubrir las necesidades complejas y cambiantes de la tecnología educativa. Esto sugiere

una necesidad urgente de rediseñar los programas de formación docente para incluir módulos sobre alfabetización digital y uso ético de la IA.

La implementación de la IA en la educación superior también plantea preocupaciones éticas significativas, especialmente en relación con la privacidad de los datos y la equidad. En [6] se argumenta que el uso de algoritmos de IA para personalizar el aprendizaje puede conducir a decisiones automatizadas que carecen de transparencia, lo que podría resultar en sesgos y discriminación inadvertidos. Además, la recopilación y el análisis de datos estudiantiles requieren consideraciones cuidadosas para garantizar la privacidad y la protección de los datos personales.

En un estudio reciente, en [7] se encontró que los docentes a menudo se sienten incómodos con la idea de utilizar datos estudiantiles para personalizar la enseñanza, ya que temen que esto pueda infringir la privacidad de los estudiantes o ser utilizado de manera inapropiada por las instituciones educativas. Este desafío ético requiere un marco regulatorio robusto y una comprensión clara de las implicaciones de la IA para la equidad educativa.

La resistencia al cambio es otro desafío crítico que afecta la integración de la IA en la práctica educativa. En [8] se escribió sobre la aversión natural de los docentes a adoptar nuevas tecnologías debido a la percepción de que estas podrían reemplazarlos o reducir su autonomía profesional. Según [9], la resistencia también se deriva de la falta de comprensión sobre cómo la IA puede mejorar las prácticas pedagógicas existentes en lugar de simplemente automatizar tareas.

Sin embargo, en [10] se sugiere que la resistencia disminuye cuando los docentes participan activamente en la co-creación de herramientas de IA y comprenden cómo estas pueden enriquecer sus estrategias de enseñanza. Por lo tanto, la formación profesional debe centrarse no solo en la capacitación técnica, sino también en la construcción de una mentalidad abierta y colaborativa hacia la innovación pedagógica.

La IA tiene el potencial de democratizar el acceso a recursos educativos de alta calidad, pero también puede exacerbar las desigualdades existentes si no se implementa de manera equitativa. Según [11], la falta de acceso a la tecnología y la infraestructura adecuada puede impedir que ciertos grupos de estudiantes y docentes se beneficien de los avances de la IA en educación, ya que los algoritmos de IA pueden perpetuar sesgos implícitos si no se diseñan y monitorean adecuadamente, afectando negativamente a los estudiantes de grupos subrepresentados, por lo que [12] sugieren que es crucial desarrollar políticas y prácticas que aseguren que las herramientas de IA sean accesibles y útiles para todos los estudiantes y docentes, independientemente de su contexto socioeconómico.

3 Metodología Utilizada

El presente estudio corresponde a la presentación de resultados parciales y preliminares de una investigación, y se centra en la exploración del conocimiento y uso de la inteligencia artificial (IA) en la práctica docente.

La investigación, en concordancia con las ideas de [13], se desarrolló con una perspectiva pragmática y enfoque cualitativo.

Para la obtención de información se recurrió a entrevistas semiestructuradas aplicadas a 34 docentes universitarios (16 hombres y 18 mujeres) que en su mayoría están en un rango de edad entre los 36 y 60 años y ejercen sus funciones en programas de licenciatura en instituciones de educación superior (IES) tanto públicas como privadas.

Las entrevistas fueron realizadas en el segundo semestre del año 2023 de manera presencial o remota mediante la aplicación Zoom y con base a una guía que se obtuvo mediante la operacionalización de las dimensiones de análisis obtenidas en la revisión de la literatura centrada en innovación educativa y el uso de IA; por un lado, la percepción de lo que es y significa utilizar la IA en la práctica docente que, similar a las ideas de [14], permite identificar la posible aceptación que se tiene de la herramienta. Por el otro, en línea con el pensamiento de [4], la percepción sobre su aplicación que permite identificar lo que se considera son sus usos y dificultades en la práctica docente. Las preguntas abiertas en la entrevista permitieron explorar de manera cualitativa las percepciones de los docentes. Durante el análisis de los datos se empleó el software Atlas.ti para codificar las respuestas según las dos dimensiones principales de las cuales surgieron las categorías: elemento de innovación educativa, factor de transformación, facilitador de enseñanza, generador de estrategias y desafíos para el docente, mediante las cuales se facilitó la identificación de patrones y respuestas clave sobre su incorporación en la práctica docente.

4 Resultados

Los resultados se muestran en relación con las dos dimensiones que se abordaron en el estudio:

Percepción de lo que es el uso de IA en la práctica docente en educación superior.

La IA es percibida por los profesores como una herramienta para innovar la práctica docente pues facilita el cambio de estructuras rígidas de clase y permite que los estudiantes puedan acceder, ampliar y experimentar conocimientos en interacción con la IA de una forma innovadora y accesible, “la inteligencia artificial […] te va a apoyar a que ya no te quedes simplemente con el discurso en clase” [15].

Es una herramienta de transformación de la práctica docente que ha impactado el acceso y generación de conocimiento en la educación superior: […] este año [2023] que se está viendo el boom de inteligencia artificial, esto nos está dando el paso a generar otro tipo de forma de transmisión y aplicación del conocimiento, porque la inteligencia artificial lo que está haciendo es hacer a pasos agigantados que el conocimiento sea lo más digerible posible [16].

La IA es considerada por los sujetos entrevistados como una herramienta que facilita la enseñanza y el aprendizaje, que potencializa la complejidad de la aplicación de los aprendizajes y que permite acercar los temas a situaciones reales o visualizar cómo serían los resultados de la aplicación de conocimiento o del desarrollo de proyectos, es decir, brinda la posibilidad de conocer los escenarios resultantes de la implementación de proyectos, actividades o investigación. “[…] la inteligencia artificial se puede utilizar para desarrollar códigos, para proyectos […] les plantea a los alumnos problemas más complejos, pero sobre todo que sean aplicados en la vida real, algo más sustentable” [17]

Su uso en la enseñanza y el aprendizaje significa adaptarse a los cambios generacionales y afrontar los retos que se presentan en el medio profesional por el desarrollo tecnológico que impactan la educación superior y la docencia. Utilizar la IA en la práctica docente significa "adaptarnos a los cambios e ir más allá de ellos, ir viendo a futuro qué es lo que a los alumnos les va a servir en su profesión. Tenemos que ir a la par de las tecnologías" [18]

5 Aplicaciones y retos de la inteligencia artificial en la práctica docente.

Los profesores consideran que la IA se ha convertido en un elemento al cual visualizan como necesario en la educación superior que se espera sea innovadora, que además posee diversidad de aplicaciones en todas las áreas del conocimiento. Sin embargo, uno de los retos que genera para los profesores es el dirigir al estudiante a un uso crítico y ético de sus herramientas y que no se convierta en un facilitador del copiar y pegar al que están acostumbrados los estudiantes: "[…] se me hace muy retrógrada el pensar que no van a utilizar el chat GPT, no al revés, que lo utilicen, pero lo más importante es que sepan pensar […] porque la máquina no piensa, la máquina da una respuesta, lo más importante es que expresen lo que creen y que lo defiendan críticamente" [19].

Otro reto señalado por los profesores es la falta de conocimiento sobre su uso y aplicación, y la diversidad de herramientas que pueden aplicarse en la enseñanza y las áreas académicas. El desafío está en la capacitación para potencializar su aprovechamiento en donde se identifica que los entrevistados reconocen la existencia de programas de capacitación provistos por las IES con la presencia de dos tipos de retos o dificultades que se afrontan sobre el conocimiento y aplicación de la IA en la práctica docente. Por un lado, está la dificultad personal relacionada principalmente por falta de voluntad para capacitarse, la cual es considerada como un factor determinante para aprender pues se requiere querer aprender. Por el otro, está la existencia de una oferta de formación para el docente que, según lo expresado por los sujetos, no está actualizada o se ofrece en horarios y formatos de difícil acceso para los profesores: "los programas […] son muy básicos, a veces se vuelven hasta aburridos porque son cosas que ya lo sé" [20].

Los profesores también expresaron que la IA y su herramienta del chat GPT tiene un uso favorable en la planeación y diseño de sus clases pues pueden recurrir a ellas para conocer estrategias de enseñanza, acceder a modelos de planeación, así como diseñar distintos tipos de elementos o instrumentos para sus clases. "[…] para mi planeación, ahora lo que hago es preguntarle al ChatGPT, hay una herramienta que ayuda con el diseño de la clase y el chat me ayuda con dinámicas, y hasta con la redacción […] [21]

Aunado a estas percepciones, se pudo encontrar que 17 de los 34 sujetos, es decir, el 50% de los docentes entrevistados consideran que entre las estrategias de innovación educativa que conocen y utilizan en sus prácticas docentes está la IA, sin embargo, no se identificó la existencia de expresiones relacionadas con las distintas herramientas o plataformas de la IA con excepción del chatGPT que fue mencionado únicamente por 6 de ellos, es decir el 18%.

6 Conclusiones

Retomando lo anterior y extendiendo la visión de autores como: [22], [23], [24], [25]. Los docentes de IES deben de tener cualidades claves, estas se refieren "al resultado de un proceso en donde intervienen principios, valores y normas sociales y empresariales propios de una sociedad que son asimilados por los miembros de esta. Convirtiéndose en suyos del individuo que lo orientan a actuar consecuentemente de manera personal y profesional" [26], por ello, se propone a las IES y a sus docentes que afronten los desafíos de la IA encontrados en la investigación respondiendo directamente a la pregunta inicial planteada en la introducción de este documento. Para ello es fundamental enfocarse en los siguientes elementos desde una perspectiva hacia la formación, la innovación y la práctica educativa:

Dominio del Tema: en la era de la IA, el dominio del tema por parte de los profesores va más allá de un conocimiento en una asignatura específica, los docentes deben ser capaces de integrar conceptos de IA en esas asignaturas. Esto les permitirá no solo responder con seguridad las dudas de los estudiantes, sino también conectar la teoría con la práctica en el uso de IA generativa fomentando una comprensión más significativa.

Habilidades de Comunicación: la habilidad de comunicar el conocimiento de manera efectiva es esencial en la formación de los docentes que utilizan IA en su práctica educativa. Un profesor debe transmitir conceptos complejos de manera clara y accesible, el desafío es que sepa adaptarse y aplicarlos en la IA y como estas tecnologías pueden utilizarse en su campo de estudio.

Adaptabilidad: la sola introducción de la IA dentro del salón de clases es un gran desafío porque requiere una adaptabilidad constante por parte de los docentes. No solo se deben ajustar sus métodos de enseñanza-aprendizaje a las necesidades individuales de los estudiantes, sino también estar preparados para enfrentar los desafíos técnicos que puedan externarse al incorporar IA. Las universidades deben de generar recursos adicionales para que sus laboratorios y salones de clases estén a la vanguardia para el uso de estas tecnologías.

Empatía y Paciencia: son esenciales para los profesores que buscan integrar IA en sus prácticas educativas, ya que comprender el estado emocional y cognitivo de los estudiantes es crucial para crear un entorno de aprendizaje donde la IA pueda utilizarse como herramienta para el aprendizaje significativo y no se vea como una barrera para la aplicación del conocimiento. En las IES se debe promover la empatía y la paciencia esto permitirá a docentes y estudiantes se sientan apoyados y motivados para la exploración de tecnologías emergentes como el uso de la IA.

Competencia e Innovación Tecnológica: está es un pilar para la formación de los docentes en esta era digital y en un contexto educativo impulsado por la IA. El desafío radica en que los profesores deben sentirse cómodos utilizando una gran variedad de herramientas digitales y plataformas basadas en la IA generativa para facilitar el aprendizaje presencial, hibrido o totalmente online. Por ello las IES deben mantenerse actualizadas en las últimas tendencias y herramientas que faciliten la práctica educativa del docente para que estos puedan ofrecer experiencias de aprendizaje innovadoras y mejoren los resultados de los estudiantes.

Formación en el Uso de la IA: un desafío crítico que enfrentan los profesores de educación superior es la necesidad de una formación continua. A medida que la IA se integra de manera exponencial en la educación, los docentes deben adquirir no solo conocimientos

técnicos y/o de contenido, sino también una compresión pedagógica de cómo utilizar la IA de manera efectiva y esta tenga una inserción significativa en la vida del estudiante. El desafío de las universidades implica no solo comprender y/o aprender a manejar las tecnologías emergentes, sino también entender como éstas pueden transformar la enseñanza y el aprendizaje, promoviendo una experiencia enriquecedora e individualizada para cada uno de los estudiantes.

Pasión por la Enseñanza: a los grandes docentes se les distingue por su entusiasmo en la hora de enseñar, el desafío entonces recae que aquellos docentes que abrazan la IA con ese mismo entusiasmo son capaces de inspirar a sus estudiantes, motivándolos a generar de manera significativa con su aprendizaje y con ello explorar las diferentes posibilidades que ofrece la IA en sus respectivas carreras profesionales.

Finalizando con este documento se invita a los docentes a superar dichos desafíos siendo comunicadores efectivos, flexibles, compasivos, pacientes, tomen gusto por la tecnología, orientados a la enseñanza y estar altamente informados sobre el contenido ético de esta tecnología, para llevar a cabo de manera exitosa su práctica educativa. Por otro lado, hacer notar a las Universidades que a sus profesores les agrava la necesidad de educación continua en el uso de la IA, de modo que los docentes no solo estén bien informados sobre las nuevas tecnologías y cómo usarlas pedagógicamente. Las IES deben adaptarse a tales demandas, los maestros deben ser actualizados en su práctica educativa. Solo a través de la gestión y con un enfoque enfocado a la innovación, se capacitará a los docentes sobre como explorar la influencia transformadora de la IA.

Referencias

[1] D. Roman-Acosta, E. R. Torres, M. B. B. Montoya, L. C. L. Zavala, and A. J. P. Gamboa, “ChatGPT y su uso para perfeccionar la escritura académica en educandos de posgrado,” Praxis Pedagógica, vol. 24, no. 36,pp. 53–75, 2024.

[2] S. Concari, “Tecnologías emergentes ¿cuáles usamos,” Latin American Journal of Physics Education, vol. 8, no. 3, pp. 494–503, 2014.

[3] N. Selwyn, What is digital sociology? John Wiley & Sons, 2019.

[4] C. B. Pedro and N. C. S., “Alfabetización digital y desarrollo profesional de los docentes en Portugal: Una revisión sistemática,” Educ Inf Technol (Dordr), vol. 27, no. 4, pp. 4657–4672, 2022.

[5] Y. Z. and L. Breslow, “Rediseñando el desarrollo profesional para la era de la IA,” Educational Technology Research and Development, vol. 71, no. 1, pp. 145–162, 2023.

[6] C. R. and K. Cowan, “Consideraciones éticas en entornos de aprendizaje mejorados por IA,” J Educ Techno Soc, vol. 24, no. 3, pp. 51–62, 2021.

[7] J. Willis and G. Bailey, “IA en la educación: Consideraciones éticas para el uso de datos,” Int J Artif Intell Educ, vol. 32, no. 4, pp. 489–508, 2022.

[8] P. A. E. and A. T. Ottenbreit-Leftwich, “Cambio tecnológico en los docentes: Cómo se intersectan el conocimiento, la confianza, las creencias y la cultura,” Journal of Research on Technology in Education, vol. 42, no. 3, pp. 255–284, 2019.

[9] J. T. and J. M. S. K. Howard, “Formadores de docentes y TIC: Uso de la tecnología en la educación,” Aust Educ Res, vol. 47, no. 2, pp. 347–364, 2020.

[10] N. Selwyn, “Las promesas y problemas de la tecnología educativa en la educación,” Educational Technology Research and Development, vol. 69, no. 3, pp. 615–628, 2021.

[11] W. H. M. G. and L. B. F. R. Luckin, “Inteligencia desatada: Un argumento a favor de la IA en la educación,” British Journal of Educational Technology, vol. 49, no. 2, pp. 196–211, 2022.

[12] M. K. S. B. M. B. and K. B. O. Zawacki-Richter, “Revisión sistemática de la investigación sobre aplicaciones de inteligencia artificial en educación superior: Implicaciones para el futuro del aprendizaje digital,” International Review of Research in Open and Distributed Learning, vol. 24, no. 1, pp. 1–18, 2023.

[13] J. W. Creswell, Research Design. Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches, 3a ed. USA: SAGE, 2009.

[14] L. Cavazos, B. Saldívar, J. Castillo, I. Hidrogo, R. Suárez, and J. Peña, “El impacto de las realidades extendidas en el proceso de enseñanza aprendizaje,” in Innovación educativa en educación superior: una mirada 360, M. Sánchez and

[15] J. Escamilla, Eds., México: Red de Innovación Educativa (RIE360), 2021, pp. 217–242. [Online]. Available: bit.ly/3r698d3

[16] Dpri9, “IA en la práctica docente,” 2023.

[17] Dpu19, “IA en la práctica docente,” 2023.

[18] Dpu2, “IA en la práctica docente,” 2023.

[19] Dpri12, “IA en la práctica docente,” 2023.

[20] Dpri23, “IA en la práctica docente,” 2023.

[21] Dpu27, “IA en la práctica docente,” 2023.

[22] Dpri18, “IA en la práctica docente,” 2023.

[23] D. D. R. Acosta, D. A. Osorio, and E. R. Torres, “Implementación de ChatGPT: aspectos éticos, de edición y formación para estudiantes de posgrado,” Revista Senderos Pedagógicos, vol. 15, no. 1, pp. 15–31, 2024.

[24] Á. F. Rodríguez-Torres, J.-A. Marín-Marín, J. López-Belmonte, and S. Pozo-Sánchez, “Inteligencia artificial en la educación superior: desafíos éticos, aportes y competencias necesarias para su implementación,” Estrategias y Prácticas Innovadoras para la transformación Pedagógica, p. 121, 2024.

[25] F. Vera, “Integración de la Inteligencia Artificial en la Educación superior: Desafíos y oportunidades,” Transformar, vol. 4, no. 1, pp. 17–34, 2023.

[26] O. Zawacki-Richter, V. I. Marín, M. Bond, and F. Gouverneur, “Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education– where are the educators?,” International Journal of Educational Technology in Higher Education, vol. 16, no. 1, pp. 1–27, 2019.

[27] P. Á. Martínez-Morales, “La educación de las cualidades de la voluntad en escolares primarios,” Ra Ximhai, vol. 12, no. 5, pp. 167–190, 2016.

Capítulo 4

Evaluación de Aplicaciones Móviles para el Desarrollo del Lenguaje Oral y la Alfabetización Inicial en Niños de 3 a 6 Años: Un Instrumento de Medición

Brayan Domínguez Saucedo, Aldonso Becerra Sánchez, Gustavo Zepeda Valles, René Ulises González Arroyo

Universidad Autónoma de Zacatecas- Campus Siglo XXI de Zacatecas, Carr. Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido "La Escondida", C.P. 98160, Zacatecas, México.

brayandominguezs20@gmail.com, a7donso@uaz.edu.mx, gzepeda@uaz.edu.mx, rene_ulises@uaz.edu.mx

Resumen. El presente artículo evalúa y propone un instrumento para medir la eficacia de las aplicaciones móviles educativas dirigidas a niños de 3 a 6 años, centrándose en el desarrollo del lenguaje oral y la alfabetización inicial. A medida que la tecnología se vuelve más accesible para los niños, es crucial analizar la calidad y el impacto educativo de estas herramientas. Este estudio examina un total de 19 aplicaciones educativas disponibles en el mercado, considerando su contenido, diseño, usabilidad y adecuación a las necesidades de desarrollo infantil. Los resultados muestran que las aplicaciones evaluadas presentan un buen desempeño en "Contenido Educativo", alcanzando un 72.37% de puntuación promedio. Sin embargo, se identificó una baja puntuación en "Evidencia de Eficacia", con solo un 40.35% de las aplicaciones respaldadas por estudios formales o revisiones por expertos. Esta falta de respaldo plantea un desafío para educadores y padres al seleccionar herramientas confiables para el aprendizaje.

Palabras Clave: Software educativo, Instrumento de evaluación de Apps, Alfabetización inicial, Desarrollo del lenguaje oral.

Abstract. The present article evaluates and proposes an instrument to measure the effectiveness of educational mobile applications aimed at children aged 3 to 6 years, focusing on the development of oral language and early literacy. As technology becomes more accessible to children, it is crucial to analyze the quality and educational impact of these tools. This study examines a total of 19 educational applications available on the market, considering their content, design, usability, and suitability for children's developmental needs. The results show that the evaluated applications perform well in "Educational Content", achieving an average score of 72.37%. However, a low score was identified in "Evidence of Effectiveness," with only 40.35% of the applications supported by formal studies or expert reviews. This lack of support poses a challenge for educators and parents when selecting reliable tools for learning.

Keywords: Educational software, Evaluation instrument for Apps, Initial literacy, development of oral language.

1 Introducción

El desarrollo del lenguaje oral y la alfabetización inicial son reconocidos fundamentales en los primeros años de vida de la infancia, estableciendo las bases para el aprendizaje a largo plazo y la integración social de los niños. En México, la educación básica enfrenta desafíos significativos, entre ellos la necesidad de mejorar la calidad del lenguaje y la alfabetización desde el nivel preescolar [1]. Problemas como la baja calidad educativa reflejada en pruebas estandarizadas internacionales subrayan la urgencia de intervenir en estas áreas críticas [2]. El habla y el lenguaje son partes esenciales de la alfabetización, en el cual incluye la capacidad de leer, escribir, hablar y escuchar. Estas habilidades son vitales para el desarrollo cognitivo y lingüístico de los niños, y su estimulación temprana es clave para proporcionar una base sólida para su futuro aprendizaje.

En este contexto, en nuestro país, y en muchos más, el COVID-19 sin duda alguna cambió a las personas en su forma de aprender e interactuar, lo que se ha visto comúnmente en todos los niveles que se ha implementado un sistema híbrido (presencial y virtual) [3]. Las tecnologías y aplicaciones de software educativas se han convertido en herramientas valiosas para apoyar el aprendizaje y desarrollo de los niños en edad preescolar. Es así que estas aplicaciones ofrecen una amplia gama de posibilidades para enriquecer su experiencia educativa [4].

Este estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia de estas aplicaciones en el desarrollo del lenguaje y la alfabetización inicial, utilizando un instrumento tipo checklist con escala de Likert [13] que permita medir su impacto de manera sistemática y cuantitativa.

2 Estado del Arte

En la última década, las aplicaciones educativas han ganado popularidad como herramientas para apoyar el aprendizaje temprano en niños preescolares. Sin embargo, un análisis más profundo revela que muchas de estas herramientas no cumplen con los estándares pedagógicos adecuados. Un estudio realizado en Grecia reveló que la mayoría de las aplicaciones para preescolares se enfocan más en el entretenimiento que en la educación efectiva, con solo un pequeño porcentaje promoviendo un aprendizaje significativo [4].

Investigaciones en México han encontrado preocupaciones similares, donde muchas aplicaciones no están alineadas con el currículo oficial ni consideran las necesidades de desarrollo de los niños. Esto representa un desafío para educadores y padres que buscan integrar la tecnología en el aprendizaje. Además, se destaca la necesidad de que los diseñadores de aplicaciones consideren el desarrollo de habilidades en los niños y eviten elementos como publicidad o compras integradas que pueden distraer [15, 6, 4, 5]. El diseño de las aplicaciones debe alinearse con las capacidades de desarrollo de los preescolares, considerando que estos niños procesan la información de manera diferente a los estudiantes mayores [5, 4, 7, 8, 6]. A pesar de las limitaciones, estudios también han mostrado el potencial de las aplicaciones bien diseñadas. Estas aplicaciones pueden personalizar el aprendizaje y adaptarse a las necesidades de cada niño [6].

La integración de tecnología con buenas prácticas pedagógicas puede favorecer el proceso de alfabetización inicial, permitiendo a los niños explorar, equivocarse, generar hipótesis y reflexionar sobre el sistema de escritura de manera lúdica y atractiva [8]. Sin

embargo, muchos padres y educadores carecen de la formación adecuada para seleccionar aplicaciones de calidad y guiar a los niños en su uso, lo que subraya la necesidad de capacitación docente y orientación a los padres [5, 8, 1]. Dado que muchos niños ya tienen el hábito de interactuar con dispositivos móviles en casa, y cada vez más preescolares en México interactúan con tabletas y smartphones, esto facilitando aún más a la incorporación en el aula [9, 10, 11]. El entorno familiar también influye en el desarrollo lingüístico y alfabetizador, por lo que es fundamental que este colabore con las instituciones educativas [12].

Es esencial seleccionar cuidadosamente las aplicaciones educativas para asegurar que cumplan con criterios de calidad técnica y pedagógica, contribuyendo al aprendizaje y participación activa en experiencias significativas [4].

3 Metodología y Propuesta

El presente estudio se llevó a cabo utilizando un diseño de investigación cualitativo- descriptivo, orientado a evaluar la eficacia de aplicaciones móviles educativas para niños de 3 a 6 años, todo siguiendo el flujo detallado en la Fig. 1.

3.1. Selección de aplicaciones

Se realizó una búsqueda de aplicaciones educativas disponibles en plataformas como Google Play y App Store, enfocándose en aquellas con criterios en desarrollar el lenguaje oral y fomentar la alfabetización inicial. Además, se utilizaron plataformas especializadas en la evaluación de aplicaciones, como Common Sense Media, que ofrece reseñas y calificaciones de aplicaciones educativas, y Educational App Store, una plataforma dedicada a evaluar aplicaciones educativas con reseñas y recomendaciones basadas en criterios pedagógicos. Se seleccionaron 19 aplicaciones que cumplían con los criterios de inclusión predefinidos, como la adecuación a la edad, la relevancia educativa y del rubro de lo que trata la aplicación (ver Fig. 2).

Fig. 1. Flujo de trabajo en la evaluación de aplicaciones móviles educativas.

3.2. Diseño del instrumento de evaluación

Se realizó la elaboración de un instrumento de evaluación tipo checklist con una escala de Likert, diseñado para medir múltiples dimensiones, como contenido, interactividad, diseño visual y adecuación pedagógica (ver Fig. 3).

3.3. Procedimiento de evaluación

Cada aplicación fue instalada en varios dispositivos móviles y evaluada individualmente, siguiendo un enfoque sistemático para garantizar la consistencia en la evaluación. Los evaluadores fueron 4 expertos de distinto perfil técnico, que incluyen enfoques educativos,

instruccionales, de usabilidad, de diseño de interfaces, académicos y de aspectos psico-pedagógicos. Se utilizó el instrumento desarrollado para calificar cada aplicación, proporcionando retroalimentación detallada sobre su eficacia y áreas de mejora (ver Fig. 3).

Aplicación	Descripción	Ventajas	Desventajas
Aprende a leer y escribir	Desarrollo de habilidades de lectura y escritura.	Diseño atractivo, interfaz amigable.	Suscripción necesaria para contenido completo.
iTrace	Trazado de letras y números.	Fácil seguimiento del progreso, interfaz intuitiva.	Contenido limitado sin pago, idioma inglés predeterminado.
Terapia del Lenguaje y Cognitivo	Desarrollo del lenguaje y habilidades cognitivas.	Contenido educativo completo, adaptabilidad para diferentes edades y habilidades.	Requiere suscripción para desbloquear todo el contenido.
Dinolingo Kids Learn Languages	Aprende inglés a través de juegos.	Libre de anuncios, diseño amigable.	Predominio del idioma inglés, suscripción necesaria para acceso completo.
FabuLingua Learn Spanish Lingo	Aprende español mediante juegos.	Muy interactiva, motiva con recompensas.	Configuración en inglés, acceso completo requiere suscripción.
Endless Spanish	Actividades interactivas para aprender vocabulario en español.	Actividades interactivas, atractivo visual.	Limitado en vocabulario sin pago, partes en inglés.
ABC Aprender a leer para niños	Enseña el alfabeto y habilidades de lectura.	Variedad de actividades, interfaz intuitiva.	Voz rápida, suscripción necesaria para desbloquear contenido completo.
Learn to Read - Duolingo ABC	Enfocada en lectura y escritura.	Contenido educativo sólido, sin anuncios.	Predominio del idioma inglés, no disponible en español.
Vocales para niños 3 a 5 años	Enseña vocales y habilidades básicas de lectura.	Juegos interactivos, voces en español.	Contenido limitado sin suscripción.
Juegos de aprendizaje niños 2+	Variedad de juegos educativos.	Visualmente atractiva, adaptada para niños pequeños.	Falta de retroalimentación motivadora, contenido limitado sin suscripción.
ABC Kids - Tracing & Phonics	Trazado de letras y sonidos.	Libre de anuncios, interfaz amigable y educativa.	Voz un poco robotizada.
Juegos educativos infantiles	Actividades interactivas para aprender.	Actividades variadas, diseño atractivo.	Requiere suscripción para todo el contenido, idioma en inglés.
Spanish School Bus for Kids	Aprende vocabulario español con juegos.	Juegos interactivos, buen diseño para aprendizaje de vocabulario.	Algunas secciones en inglés, suscripción necesaria.
Juegos Preescolares y Kínder	Desarrolla habilidades de ABC y matemáticas.	Variedad de áreas educativas, muestra progreso.	Requiere suscripción para contenido completo, idioma en inglés.
Silabando	Aprende sílabas y palabras.	Actividades educativas variadas, interfaz amigable.	Anuncios integrados, opción de pago para eliminar anuncios.
Palabras Domino, juegos	Mejora vocabulario y lectura mediante sílabas.	Libre de anuncios inapropiados, gráficos atractivos.	Confusa en su uso, instrucciones en inglés.
Lingokids - Aprender Jugando	Aprende inglés jugando.	Contenido educativo y variado, diseño atractivo.	Requiere conexión a internet, idioma predeterminado en inglés.
Aprender a leer juegos niños	Aprende a leer, escribir y contar.	Interfaz amigable, tutoriales claros.	Anuncios frecuentes, suscripción necesaria para acceso completo.
	Aprende el abecedario y	Atractivo visual	Anuncios presentes,

Fig. 2. Aplicaciones educativas analizadas.

Con cada una de las siguientes afirmaciones respecto a la eficacia de las aplicaciones educativas en el desarrollo del lenguaje oral y la alfabetización inicial en niños de preescolar. Se debe contestar ingresando una (X) en el cuadro que sea considerado.	RESPUESTAS: Muy de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Contenido Educativo					
La aplicación promueve el desarrollo del lenguaje oral.	☐	☐	☐	☐	☐
La aplicación incluye actividades que fomentan la alfabetización inicial.	☐	☐	☐	☐	☐
Los contenidos son apropiados para la edad y el nivel de desarrollo de los niños.	☐	☐	☐	☐	☐
La aplicación ofrece variedad en los tipos de actividades por ejemplo juegos, cuentos e ejercicios interactivos.	☐	☐	☐	☐	☐
Contenido Apropiado y Seguro					
La aplicación no contiene anuncios o promociones que interrumpen la experiencia de aprendizaje.	☐	☐	☐	☐	☐
La aplicación está libre de anuncios inapropiados para niños.	☐	☐	☐	☐	☐
No se han recibido quejas de usuarios sobre la cantidad o la naturaleza de los anuncios en la aplicación.	☐	☐	☐	☐	☐
Se proporciona información clara sobre la política de anuncios de la aplicación.	☐	☐	☐	☐	☐
No hay compras integradas dentro de la aplicación.	☐	☐	☐	☐	☐
Evidencia de Eficacia					
Existen estudios o evaluaciones que respalden la eficacia educativa de la aplicación.	☐	☐	☐	☐	☐
La aplicación ha sido revisada por expertos en educación infantil.	☐	☐	☐	☐	☐
Se han realizado pruebas de usabilidad con niños para asegurar su eficacia.	☐	☐	☐	☐	☐
Aspectos Técnicos					
La aplicación tiene un buen rendimiento al momento de utilizarla (carga rápida, sin errores).	☐	☐	☐	☐	☐
Es compatible con diferentes dispositivos (tabletas, teléfonos inteligentes).	☐	☐	☐	☐	☐
La aplicación se actualiza regularmente para mejorar el contenido y la funcionalidad.	☐	☐	☐	☐	☐
La aplicación tiene un soporte técnico accesible para resolver problemas.	☐	☐	☐	☐	☐

Con cada una de las siguientes afirmaciones respecto a la eficacia de las aplicaciones educativas en el desarrollo del lenguaje oral y la alfabetización inicial en niños de preescolar. Se debe contestar ingresando una (X) en el cuadro que sea considerado.	RESPUESTAS: Muy de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Diseño y Usabilidad					
La interfaz es intuitiva y fácil de navegar para los niños.	☐	☐	☐	☐	☐
Los elementos visuales son atractivos y apropiados para la edad.	☐	☐	☐	☐	☐
La aplicación es accesible para niños con diferentes habilidades (por ejemplo, discapacidad visual o auditiva).	☐	☐	☐	☐	☐
La aplicación proporciona retroalimentación clara y positiva a los niños.	☐	☐	☐	☐	☐
La navegación dentro de la aplicación se puede realizar en 4 clics o menos para acceder a las funciones principales.	☐	☐	☐	☐	☐
Se proporciona un tutorial o guía inicial para ayudar a los niños a familiarizarse con la aplicación.	☐	☐	☐	☐	☐
Interactividad y Participación					
La aplicación fomenta la participación activa de los niños en las actividades.	☐	☐	☐	☐	☐
Los niños pueden crear su propio contenido o personalizar su experiencia.	☐	☐	☐	☐	☐
La aplicación/software incluye elementos de colaboración o interacción social (por ejemplo, compartir con amigos o familiares).	☐	☐	☐	☐	☐
La aplicación permite el seguimiento del progreso de los niños y la adaptación de actividades según su rendimiento.	☐	☐	☐	☐	☐
Existen desafíos o niveles que los niños pueden superar para mantener su interés.	☐	☐	☐	☐	☐
Reseñas de los Usuarios					
Los padres y educadores han dado opiniones positivas sobre la aplicación.	☐	☐	☐	☐	☐
Los niños disfrutan usando la aplicación y solicitan usarla repetidamente.	☐	☐	☐	☐	☐
La aplicación ha recibido una buena calificación en el ámbito educativo.	☐	☐	☐	☐	☐
Consideraciones Finales					
La aplicación incluye directrices o recomendaciones para padres y educadores sobre su uso.	☐	☐	☐	☐	☐
Se actualiza regularmente para mejorar el contenido y la funcionalidad.	☐	☐	☐	☐	☐
La aplicación/software proporciona información clara sobre la privacidad y seguridad de datos (en caso de solicitarlos).	☐	☐	☐	☐	☐
La aplicación/software proporciona información sobre el desarrollo de habilidades específicas a través del uso.	☐	☐	☐	☐	☐

Fig. 3. Instrumento de evaluación.

3.4. Análisis de datos

Los datos recopilados fueron sujetos de análisis estadístico descriptivo para identificar patrones y tendencias en la eficacia de las aplicaciones evaluadas. Se utilizaron números y tablas para presentar los resultados de manera clara y comprensible.

3.5. Revisión sistemática

En esta etapa se busca contextualizar los hallazgos y comparar las características de las aplicaciones evaluadas con investigaciones previas utilizando bases de datos como Google Scholar, ERIC y Scopus. Además. se identificaron las características que distinguían a las aplicaciones más efectivas y se proporcionaron recomendaciones para el desarrollo futuro de aplicaciones educativas.

4 Resultados y Discusión

La evaluación y el análisis de las 19 aplicaciones educativas permitió identificar diversas tendencias y patrones en cuanto a su eficacia y calidad.

4.1. Descripción de aplicaciones evaluadas

Al evaluar las 19 aplicaciones educativas podemos ver en la Fig. 2 una visión clara de cómo cada aplicación contribuye al desarrollo del lenguaje oral y la alfabetización inicial en niños de preescolar.

4.2. Puntuaciones generales

Las puntuaciones totales obtenidas por las aplicaciones oscilaron entre 86 y 155 puntos, con un valor promedio de 120 y una mediana de 118 (ver Tabla 1). La aplicación con la puntuación más alta fue “Terapia del Lenguaje y Cognitivo”, mientras que “Palabras Domino, juegos” obtuvo la puntuación más baja. En cuanto a las puntuaciones promedio, la

mayoría obtuvo un puntaje entre 3 y 4, lo que indica un desempeño moderado a bueno en general. Por consiguiente, se destaca que la aplicación "Terapia del Lenguaje y Cognitivo" dispone de la puntuación promedio más alta (4.70).

Aplicación	Total	1 al 5	Aplicación	Total	1 al 5
Aprende a leer y escribir	130	3.94	ABC Kids - Tracing & Phonics	149	4.52
iTrace	103	3.12	Juegos educativos infantiles	110	3.33
Terapia del Lenguaje y Cognitivo	155	4.70	Spanish School Bus for Kids	133	4.03
Dinolingo Kids Learn Languages	93	2.82	Juegos Preescolares y Kínder	127	3.85
FabuLingua Learn Spanish Lingo	129	3.91	Silabando	116	3.52
Endless Spanish	116	3.52	Palabras Domino, juegos	86	2.61
ABC Aprender a leer para niños	118	3.58	Lingokids - Aprender Jugando	139	4.21
Learn to Read - Duolingo ABC	139	4.21	Aprender a leer juegos niños	116	3.52
Vocales para niños 3 a 5 años	131	3.97	Pocoyó Aventura ABC Alfabeto	88	2.67
Juegos de aprendizaje niños 2+	102	3.09			

Tabla 1. Puntuaciones obtenidas por cada aplicación.

4.3. Análisis por categorías

En el desempeño de las aplicaciones por categorías, se encontró que la mayoría obtuvo puntuaciones altas (ver Tabla 2), donde las categorías "Contenido Educativo", "Contenido Apropiado y Seguro" y "Aspectos Técnicos" alcanzaron un 72.37%, un "68.42%" y un 65.79%, respectivamente. Sin embargo, en las categorías de "Interactividad y Participación" e "Evidencia de Eficacia", solo el 51.58% y el 40.35%.

Categoría	%	Categoría	%
Contenido Educativo	72.37	Evidencia de Eficacia	40.35
Contenido Apropiado y Seguro	68.42	Aspectos Técnicos	65.79
Diseño y Usabilidad	63.16	Reseña de los Usuarios	52.63
Interactividad y Participación	51.58	Consideraciones Finales	63.16

Tabla 2. Puntuaciones promedio por categoría.

4.4. Evidencia de eficacia

Al analizar la evidencia de eficacia educativa de las aplicaciones, se encontró que solo el 15.79% contaba con estudios o evaluaciones que respalden su efectividad. Además, solo el 10.53% de las aplicaciones habían sido revisadas por expertos en educación infantil, y solo el 10.53% había realizado pruebas de usabilidad con niños.

4.5. Interpretación de los resultados

En términos generales, de acuerdo los resultados obtenidos, las aplicaciones evaluadas mostraron un buen desempeño en general, pero más en la categoría de "Contenido Educativo", con un 72.37% de las aplicaciones superando el promedio en esta categoría. Esto diciéndonos que estas herramientas son efectivas en el desarrollo de habilidades lingüísticas y alfabetización. Sin embargo, la puntuación más baja en "Evidencia de Eficacia" (40.35%) indica

que solo un porcentaje de las aplicaciones ha sido objeto de estudios formales o revisiones por expertos en educación infantil. Esta falta de respaldo plantea un desafío para los educadores y padres que buscan herramientas confiables para apoyar el aprendizaje de los niños.

Cabe mencionar que el problema también radica en las compras integradas dentro de las aplicaciones. Si bien este tipo de compras no representan un problema para apoyar al desarrollador, pueden generar un desinterés en los niños, padres o educadores al momento de utilizar las aplicaciones, ya que pueden percibirse como una distracción o una forma de acceder al recurso educativo.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

El objetivo fundamental de este estudio se pone de manifiesto al constatar que las 19 aplicaciones educativas evaluadas, si bien muestran un buen desempeño general, especialmente en la categoría de "Contenido Educativo", esta presenta una preocupante falta de evidencia formal sobre su eficacia. Esta ausencia de este tipo de respaldo en muchas de las aplicaciones evaluadas sugiere que los desarrolladores deben priorizar la investigación y la validación de sus productos para mejorar su credibilidad y efectividad, ya que investigaciones previas han demostrado que las aplicaciones que cuentan con estudios de eficacia y revisiones por expertos tienden a ser más efectivas en el compromiso de los estudiantes y en el logro de resultados de aprendizaje positivos [1]. El estudio revela que muchas aplicaciones carecen de interactividad, adaptabilidad y elementos motivacionales, lo cual puede generar desinterés en los usuarios. Es así que el presente estudio contribuye a llenar este vacío al proponer un instrumento de evaluación que permite identificar aplicaciones que cumplen con criterios clave de eficacia educativa. Con esto se permite que educadores y padres puedan seleccionar aplicaciones que maximicen el aprendizaje y el compromiso.

Es esencial que las instituciones educativas sigan invirtiendo en infraestructura y capacitación para reducir la brecha digital y asegurar que todos los niños tengan acceso a estas herramientas [14]. Además, este estudio queda abierto a futuros seguimientos, en donde puede ser revisado y actualizado, con esto se puede alcanzar una base más sólida para su uso en futuras investigaciones, contribuyendo así a una mejor comprensión de cómo las aplicaciones pueden apoyar de manera correcta el desarrollo del lenguaje y la alfabetización en niños de preescolar.

Referencias

[1] C. E. G. Reyes and R. Avello-Martínez, "Alfabetización digital en la educación. Revisión sistemática de la producción científica en Scopus," Revista de Educación a Distancia (RED), vol. 21, no. 66, Article 66, 2021. doi: 10.6018/red.444751.

[2] OECD, "PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education," Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023. doi: 10.1787/53f23881-en.

[3] R. K. D. la C. Pérez and P. R. Santiago, "Contexto de la tecnología educativa en México durante los últimos 10 años," Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, vol. 7, no. 1, pp. 7779–7793, 2023. doi: 10.37811/cl_rcm.v7i1.5005.

[4] S. Papadakis, M. Kalogiannakis, and N. Zaranis, "Educational apps from the Android Google Play for Greek preschoolers: A systematic review," Computers & Education, vol. 116, pp. 139–160, 2018. doi: 10.1016/j.compedu.2017.09.007.

[5] M. Ocaña, A. Luna, and G. Guallichico, "Aplicaciones móviles en el desarrollo del lenguaje: Un enfoque comparativo entre padres y educadores," Revista ALPHA OMEGA, 2023. [Online]. Available: https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-alpha omega/article/view/3259.

[6] P. Digón-Regueiro and F. Iglesias-Amorín, "Apps educativas para el público infantil: Juegos para el entretenimiento o recursos educativos," Revista Colombiana de Educación, vol. 84, 2022. [Online]. Available: https://www.redalyc.org/journal/4136/413674311014/html/.

[7] M. N. Callaghan and S. M. Reich, "Are educational preschool apps designed to teach? An analysis of the app market," Learning, Media and Technology, vol. 43, no. 3, pp. 280–293, 2018. doi: 10.1080/17439884.2018.1498355.

[8] G. C. Guerrero and E. P. Díaz, "La influencia de un recurso informático en el proceso de alfabetización inicial: Un estudio con niños de tercero de preescolar," IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH, vol. 12, e1176, 2021. doi: 10.33010/ie_rie_rediech.v12i0.1176.

[9] INEGI, "Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2022," 2023. [Online]. Available: https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2022/.

[10] A. S. de la Serna Tuya, J. M. González Calleros, and Y. Navarro Rangel, "Diseño de App para el uso de la tablet en la enseñanza de preescolares," 2018. [Online]. Available: https://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/16948.

[11] Y. S. Pascuas-Rengifo, J. A. Garcia-Quintero, and M. A. Mercado-Varela, "Dispositivos móviles en la educación: Tendencias e impacto para la innovación," Revista Politécnica, vol. 16, no. 31, pp. 97–109, 2020.

[12] A. B. R. Téllez, A. T. Lageyre, and R. R. H. Herrera, "La Familia y el desarrollo del Lenguaje en la Primera Infancia," Revista de Investigación, Formación y Desarrollo: Generando Productividad Institucional, vol. 11, no. 2, Article 2, 2023. doi: 10.34070/rif.v11i2.420.

[13] A. Matas, "Diseño del formato de escalas tipo Likert: Un estado de la cuestión," Revista Electrónica de Investigación Educativa, vol. 20, no. 1, Article 1, 2018. doi: 10.24320/redie.2018.20.1.13.

[14] M. P. Astudillo Torres, F. Chévez Ponce, and Y. Oviedo Vargas, "Las TIC en la educación infantil: Una revisión sistemática de las políticas públicas de México y Costa Rica," Innoeduca: international journal of technology and educational innovation, vol. 7, no. 2, pp. 110–123, 2021.

[15] W. R. Reyes Cabrera, "Alfabetización digital en la educación básica en México: análisis documental del plan de estudios," IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH, vol. 12, e1155, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v12i0.1155

Capítulo 5

Creación de un componente de aprendizaje de Programación

Ameyalli Huerta Mendoza [1], Fredy Castañeda Sánchez [2], Juana Elisa Escalante Vega [3]

[1,2,3] Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana Av. Xalapa esq. Av. Ávila Camacho s/n, Xalapa, Veracruz. C.P. 91020

[1]zs20018169@estudiantes.uv.mx, [2]fcastaneda@uv.mx, [3] jescalante@uv.mx

Resumen. Este trabajo surge con la finalidad de desarrollar una solución tecnológica que proporcione a los estudiantes de programación información verídica, clara y concisa sobre temas de su interés, junto con una retroalimentación adecuada y personalizada. Este proyecto se conforma de

33 unidades de contenido educativo y un prototipo funcional para la visualización de dichas unidades. Además, se han obtenido resultados positivos tras la evaluación de usabilidad del prototipo.

Palabras clave. Sistema web, aprendizaje, evaluación, programación, competencias.

Abstract. The objective of this work is to develop a technological solution that provides programming students with accurate, clear and concise information on topics of interest to them, along with appropriate and personalized feedback. This project consists of 33 units of educational content and a functional prototype for the visualization of these units. In addition, positive results have been obtained after the usability evaluation of the prototype.

Keywords. Web system, learning, evaluation, programming, competencies.

1 Introducción

Con la creación de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Tecnologías de Información (LISTI) que forma parte de los programas de Estudio de la Facultad de Estadística e Informática, surge un desafío a la hora de asegurar que el proceso de enseñanza-aprendizaje se lleve a cabo de manera eficiente. Es necesario que aquellos estudiantes de la Experiencia Educativa "Programación" logren ser capaces de aplicar estructuras de datos adecuadas para cada problema computacional. Deben ser capaces de usar la programación orientada a objetos y buscar siempre la solución óptima, a su vez manteniendo buenas prácticas de codificación y de documentación.

Es bajo este contexto que surge la necesidad de desarrollar un sistema propio para la Facultad de Estadística e Informática que sirva para asegurar el refuerzo de aquellos temas que sean necesarios para los estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería de Sistemas y Tecnologías de la Información.

2 Estado del Arte

Cuando se habla de los enfoques que se han planteado para la enseñanza de la programación la evidencia muestra que no solo se han usado sistemas web. Un gran ejemplo de esto es el modelo PAAM cuyo nombre proviene del acrónimo de Problem Analysis Algorithmic Model [1], dicho modelo se enfoca en diferentes habilidades tales como resolución de problemas, planteamiento de programas obtención de requisitos en el caso de programadores novatos para promover el desarrollo de estrategias de resolución de problemas.

Por otro lado, cuando se habla del impacto del uso de sistemas web educativos al rendimiento académico y la motivación de los estudiantes es necesario comparar las diferencias de calificaciones entre estudiantes con un método de educación más tradicional contra los que utilizan sistemas enfocados. Un ejemplo de esto es el sistema puesto a prueba por Yu et al. [2], en sus resultados se observa que, en cada una de las evaluaciones comparadas, las calificaciones de los estudiantes que hicieron uso de la plataforma de programación integrada superaban gradualmente a aquellos que optaban por el enfoque tradicional

Finalmente, Luburić et al. [3] realizó un estudio más extenso para encontrar los problemas que pueden afectar la educación en línea. Como puntos

generales encuentra la dificultad en que los estudiantes participen activamente en el curso y el desarrollo de contenido educativo digital de calidad. Para el problema de compromiso, detalla como la actitud, dedicación y organización de los profesores es un factor que influencia en gran medida la participación de los estudiantes. Otros factores para tomar en cuenta son el propio ambiente del estudiante, los incentivos externos que recibe, la carga de trabajo percibida y el apoyo de sus compañeros.

3 Metodología

Ante la carencia de una solución tecnológica que sirva de apoyo a los estudiantes a obtener información clara, objetiva y verídica sobre los temas que están estudiando en sus experiencias educativas, se propone la creación del componente de aprendizaje de Programación. Esto significa la realización de contenidos educativos para cada uno de los temas abarcados en el programa de estudios de la experiencia educativa, los métodos de evaluación y retroalimentación correspondientes así como el prototipo funcional para la visualización de dichos contenidos. El proceso llevado a cabo se describe a continuación.

3.1. Análisis

Para conocer la percepción de los estudiantes de la experiencia educativa sobre los temas de programación además de la aceptación que podría tener el sistema entre ellos, se llevó a cabo la aplicación de un formulario entre los estudiantes de la experiencia educativa de “Algoritmos y programación”.

La percepción general de dichos temas es que son medianamente complejos a difíciles. También se encontró que en promedio, los estudiantes dedican 6.8 horas semanales al estudio de la materia, con un 40% recurriendo a videos sobre programación y un 31% usando plataformas de aprendizaje en línea como métodos de repaso. Esto indica que los cursos y plataformas en línea son vistos como medios efectivos para continuar el proceso de aprendizaje. Además, los 16 estudiantes que respondieron al formulario coinciden en que un

sistema web de refuerzo al aprendizaje y un componente de aprendizaje de programación serían de gran utilidad como complemento para sus clases.

Figura 1. Tipos de recursos en línea para el estudio de programación

3.2. Desarrollo de contenido

El proceso de generación de contenido se comenzó realizando una revisión de los temas incluidos en el programa de estudios de la experiencia educativa de programación, de esta manera se encontró que se tendrían que cubrir un total de 7 temas, divididos en 33 subtemas. Para cada uno de los subtemas se generó una unidad que incluye tres secciones: Contenido textual, ejercicios y preguntas sobre el tema. Para el desarrollo del contenido cada tema se siguieron las bases de la metodología de enseñanza instrucción directa proporcionando explicaciones claras y organizadas del contenido de cada unidad. Tal información se complementa con ejercicios y preguntas específicas para que los estudiantes puedan aplicar lo aprendido y recibir retroalimentación sobre su comprensión del tema.

A la hora de incorporar el contenido al prototipo, se hizo mediante la metodología de Desarrollo iterativo e incremental. Así, el contenido se desarrolla y se incorpora en pequeños segmentos, permitiendo la entrega de una unidad en cada iteración.

3.3. Prototipo

Para poder visualizar el contenido educativo generado, surge la necesidad de implementar un prototipo funcional. Dicho prototipo seguirá el formato de visualización web. Para el diseño del prototipo se utilizará React.js como marco principal de desarrollo para la creación de la interfaz de usuario y la lógica del prototipo. Para el almacenamiento de la información no se utilizará una base de datos, en cambio se recurrirá a utilizar archivos locales. Cada uno de los archivos contendrán una estructura JSON que equivale a una unidad de contenido. Se tomó dicha decisión con tal de mantener la atomicidad y la facilidad para convertir a objeto dentro del lenguaje JavaScript.

Hablando de manera más específica sobre el diseño de la interfaz de usuario, se comenzó por hacer un análisis de competencias, donde se tomó en cuenta los diseños de inter-

faces de plataformas educativas para retomar aspectos de diseño efectivos y constantemente utilizados. El uso de tarjetas en sus interfaces para mostrar diferentes elementos dentro del curso junto a listas desplegables o diseños de una sola columna fueron los elementos más destacables y de los cuales se procuró hacer uso en la implementación del prototipo.

Siguiendo estas especificaciones se crearon los diferentes componentes que componen la interfaz logrando tener 4 pantallas relevantes.

1 Pantalla principal: Pantalla para acceder a los contenidos de diferentes experiencias educativas.

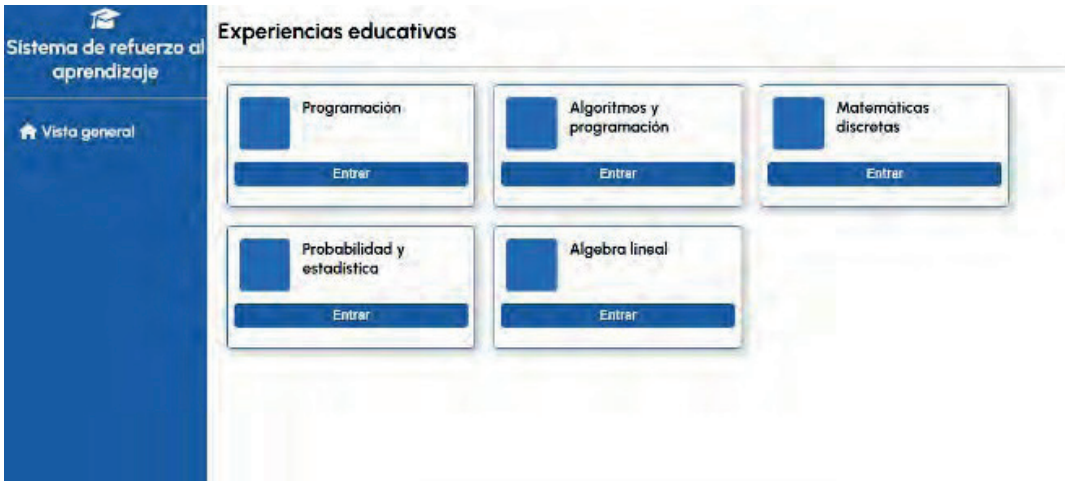


Figura 2. Pantalla principal

2 Pantalla de presentación de la experiencia educativa: Se compone de el nombre de la experiencia, un párrafo que contiene un resumen de los contenidos del tema y una imagen relacionada.

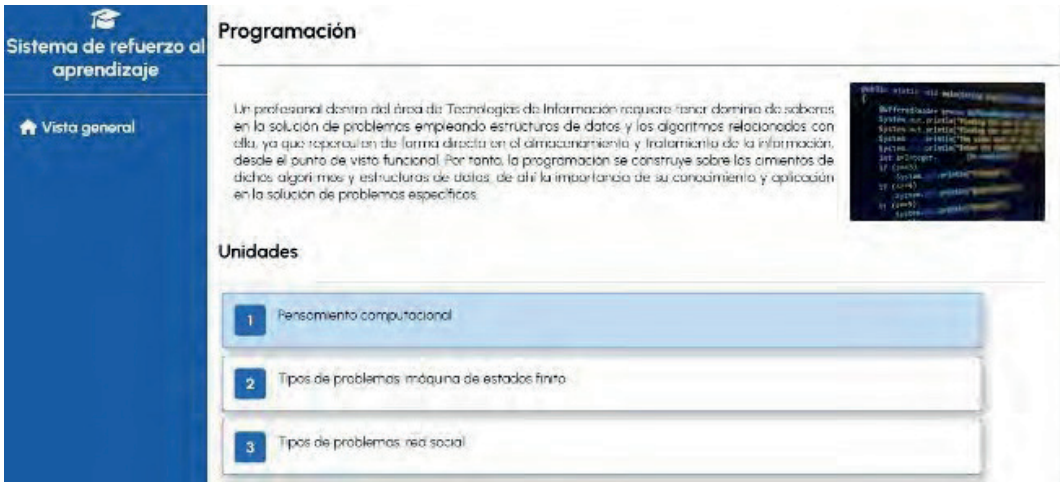


Figura 3. Pantalla de presentación de la experiencia educativa

3 Unidad específica. En primer lugar, también muestra el título seguido del contenido textual. En la parte derecha se encuentra el apartado de imágenes que pueden ser máximo 3 y mínimo 0. Una vez terminada la lectura aparece el apartado de ejercicios, con un máximo de 3 y mínimo de 0 cada uno de los ejercicios cuentan con una posibilidad para incluir una imagen, la pregunta y sus respuestas. Bajo un formato similar se encuentra la sección de preguntas del tema cuyo número es siempre 5 en las que se abarcan los aspectos teóricos del tema.

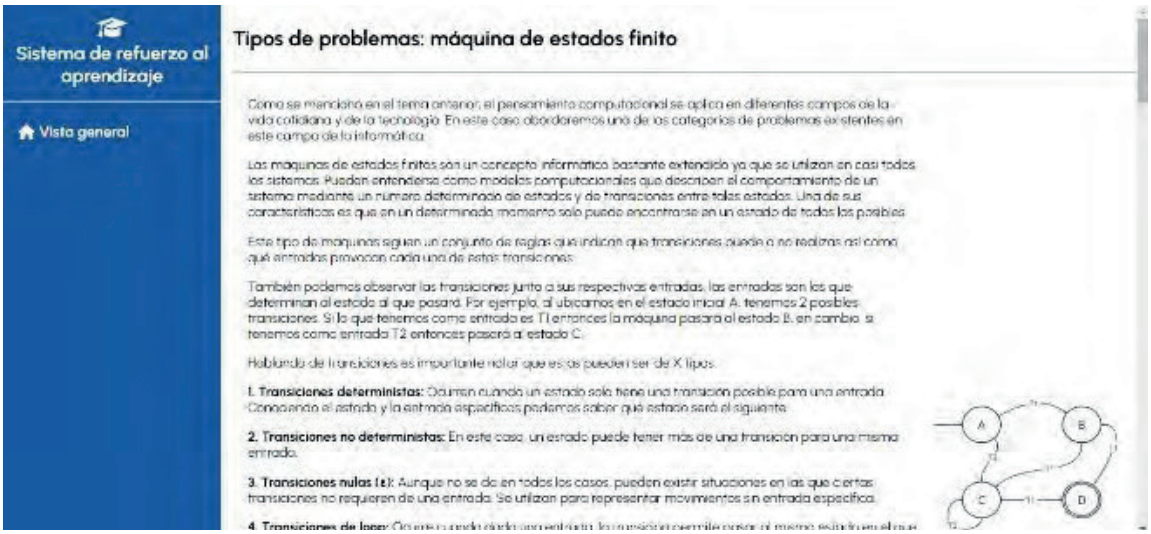


Figura 4. Contenido textual de la unidad específica

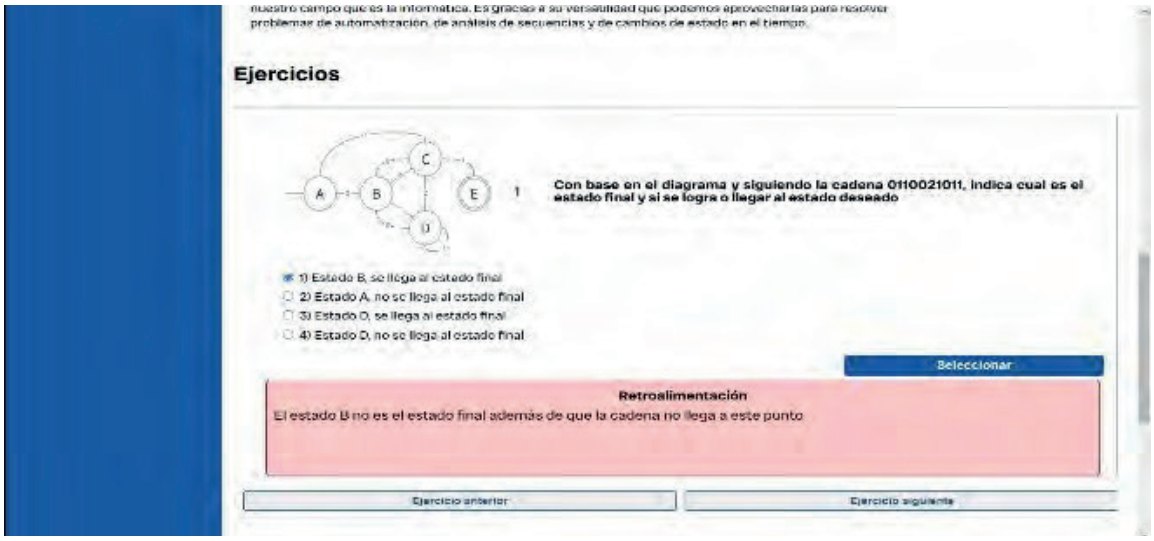


Figura 5. Apartado ejercicios de la unidad específica

4 Zona sin contenido: Aparece en los casos en los que se accede a una unidad o experiencia no existente.

Figura 6. Pantalla de zona sin contenido

4 Resultados experimentales

Se realizó fue una evaluación para medir la usabilidad del sistema. Esta evaluación se llevó a cabo siguiendo el "Método de evaluación de usabilidad con la escala SUS"[4].

4.1. Planeación

La población determinada no se cierra solo a estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas y Tecnologías de la Información. Sin embargo, para mantener el enfoque dentro de estudiantes del área de tecnologías de la información, la población se determina como estudiantes de la Facultad de Estadística e Informática que hayan utilizado con anterioridad plataformas educativas en línea. Es importante también definir las métricas de interés a evaluar. Para medir la eficacia del sistema se utilizará la tasa de finalización de tareas importantes, en el caso de la eficiencia se tomará en cuenta el tiempo de realización de tareas. Finalmente, la satisfacción se medirá mediante la tasa de uso voluntario así como la calificación obtenida del cuestionario SUS. De esta manera la lista de tareas a realizar sería la siguiente.

Navegación Inicial y Exploración del Contenido

Tarea 1: Navegar hasta la unidad 10 de la experiencia educativa de programación.

Tarea 2: Leer el elemento textual de la unidad seleccionada. Interacción con los Ejercicios

Tarea 3: Completar los ejercicios del tema.

Tarea 4: Revisar las retroalimentaciones para cada ejercicio y anotar la cantidad de respuestas correctas

Resolución de Preguntas del Tema

Tarea 5: Responder a las 5 preguntas del tema.

Tarea 6: Revisar las retroalimentaciones para cada pregunta y anotar la cantidad de respuestas correctas

Tarea 7: Repetir las tareas 2 a 6 con el contenido de la unidad 12 Evaluación del Sistema

Tarea 8: Completar un cuestionario SUS (System Usability Scale)

4.2. Ejecución de la evaluación

Una vez definidas todas las condiciones bajo las cuales se llevaría a cabo la prueba se procedió con la realización. Para cada uno de los participantes, tras el comienzo de la prueba se monitoreó constantemente el avance con respecto a las tareas para poder mantener los datos de cuánto tiempo empleaban en cada una de ellas.

4.3. Resultados

En primer lugar para la tasa de finalización de tareas importantes se definió que el prototipo cuenta con un total de 3 tareas importantes siendo estas: Lectura del contenido textual, resolución de ejercicios, resolución de preguntas del tema. En la lista de tareas se contemplaron cada una de estas y de acuerdo con el desempeño de cada uno de los participantes se observó que 4 de 5 lograron realizarlo. Al analizar el tiempo de realización de tareas se encontró que todos los usuarios completaron todas las tareas en un tiempo menor a 15 minutos y el 80% de ellos, concluyeron el ejercicio en menos de 10 minutos. Al hacer un desglose de tiempos se encontró que el promedio por unidad en la primera unidad realizada (Unidad 10) fue de 4 minutos con 14 segundos, y para el caso de la segunda unidad (Unidad 12), este tiempo se redujo a 3 minutos con 02 segundos.

Figura 7. Diferencia de tiempos al leer un elemento textual de igual longitud

Como se había planeado, la evaluación de usabilidad se llevó a cabo mediante la aplicación de un cuestionario SUS. Tras hacer los cálculos necesarios se obtuvo que el sistema cuenta con una calificación de 86 (A) en la escala de SUS, lo cual equivale a un sistema con una usabilidad aceptable.

También se confirma la satisfacción de los usuarios gracias a que todos ellos afirmaron que volverían a utilizar el sistema.

Si bien no se hizo una evaluación específica de conocimientos, se obtiene una idea de la eficacia a partir de los resultados obtenidos en el propio prototipo. Se evaluaron 2 unidades lo que equivale a 5 preguntas por la primera unidad, 2 ejercicios y 5 preguntas por la segunda unidad. El total de aciertos por alcanzar eran 12. Ninguno de los participantes tuvo una puntuación perfecta, el 60% de ellos alcanzó una puntuación de 10 y hubo participantes que obtuvieron 9 y 11 aciertos a un porcentaje igual de 20%.

Figura 8. Cantidad de aciertos correctos obtenidos por los participantes

5 Conclusiones y trabajos futuros de investigación

El prototipo generado puede llegar a necesitar de un sistema de registro de usuarios para poder almacenar la información de cada estudiante y su interacción con el sistema. De la mano con dicho registro, se podría almacenar información relacionada con las unidades un estudiante ha visitado, qué ejercicios o preguntas ha respondido y qué calificación ha tenido en cada una de las unidades. Otra modificación que también podría ser de utilidad es la conexión con una base de datos para dejar de prescindir de archivos dentro del sistema con la información de cada unidad. Finalmente, una evaluación con comparativa sobre el aprovechamiento de los estudiantes que utilizan el sistema y aquellos que no, podría ser muy útil para determinar su efectividad.

Referencias

[1] Malik, S. I., Mathew, R., AlSideiri, A., Jabbar, J., Al-Nuaimi, R., & Tawafak, R. M. (2021).Enhancing problem solving skills of novice programmers in an introductory programming course. Computer Applications In Engineering Education. https://doi.org/10.1002/cae.22450.

[2] Yu, J., Chang, X., Liu, W., & Huan, Z. (2022). An online integrated programming platform to acquire students' behavior data for immediate feedback teaching. Computer Applications in Engineering Education, 31(3), 520-536. https://doi.org/10.1002/cae.22596.

[3] Luburić, N., Сливка, J., Sladić, G., & Milosavljević, G. (2021). The challenges of migrating an active learning classroom online in a crisis. Computer Applications in Engineering Education, 29(6), 1617-1641. https://doi.org/10.1002/cae.22413.

[4] Brooke, John. (1995). SUS: A quick and dirty usability scale. Usability Eval. Ind.. 189.

Capítulo 6

Componente de Aprendizaje de la Experiencia Educativa de Introducción al Pensamiento Computacional.

Yarel Baizabal Vargas [1], Fredy Castañeda Sánchez [2], Juana Elisa Escalante Vega [3]

[1,2,3] Facultad de Estadística e Informática- Campus Xalapa,
Av. Xalapa s/n, Col. Obrero Campesina, CP.91020 Xalapa-Enríquez, Ver., México

[1] GS19016412@egresados.uv.mx, [2] fcastaneda@uv.mx, [3]
jescalante@uv.mx

Resumen. La tecnología en la actualidad es un tema muy importante, ya que se utiliza para realizar todos los programas que actualmente facilitan nuestras vidas, y para la creación de estos sistemas, dispositivos, entre otros, se necesita la programación para la creación de estos, pero en las profesiones que tienen que ver con la programación existe un descenso y los estudiantes presentan dificultades para comprender los temas [1], además de que este problema se presenta en los primeros semestres. En este artículo se presenta el estudio realizado en la Facultad de Estadística e Informática con un cierto grupo de estudiantes de primer semestre de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas y Tecnologías de la Información, en el cual se puso a prueba el prototipo del componente para aprender a programar y si el contenido les era fácil de utilizar además si el contenido les parecía adecuado.

Palabras clave: Programación, Componente, Aprendizaje, Pensamiento Computacional.

Abstract. Technology is currently a very important topic, since it is used to make all the programs that currently facilitate our lives, and for the creation of these systems, devices, among others, programming is needed for the creation of these, but in the professions that have to do with programming there is a decrease and students have difficulties in understanding the topics [1], in addition to the fact that this problem occurs in the first semesters. This article presents the study carried out in the Faculty of Statistics and Computer Science with a certain group of first-semester students of the Bachelor's Degree in Systems and Information Technology Engineering, in which the prototype of the component to learn to program was tested and if the content was easy for them to use and if the content seemed appropriate to them.

1 Introducción

La programación al paso del tiempo es indispensable por los avances tecnológicos que van surgiendo, ya que la tecnología es indispensable actualmente para el uso diario, ya que esta facilita nuestras vidas, pero las profesiones relacionadas con la programación tienen un alto nivel de dificultad [2] lo que lleva al descenso de programadores y a que se vallan requiriendo más personas que tengan conocimiento sobre estos temas, y va surgiendo la

necesidad de nuevas herramientas que ayuden a que los estudiantes de estas profesiones puedan consultar.

Mark Zuckerberg, fundador de Facebook, quien reclamó la necesidad de buenos y talentosos programadores, haciendo notoria la falta de ellos. De acuerdo con el U.S. Bureau of Labor Statistics (BLS) para el 2024 los trabajos en Tecnologías de la Información (TI), en comparación a 2014, se incrementarán en un 17% [2], respecto a estas predicciones Mark Lassoff, presidente de learntoprogram.tv, dijo: “No hay suficientes personas para llenar estos puestos de trabajo, el mercado de trabajo se está moviendo más rápido que la capacitación en las universidades”.

2 Estado del Arte

La educación en programación enfrenta un desafío global: los estudiantes luchan por dominar las materias relacionadas con programación, estudios realizados muestran que este problema sucede por varios factores [3], y esto ha provocado un aumento preocupante en la deserción de carreras tecnológicas. Múltiples investigaciones confirman esta tendencia, señalando la necesidad urgente de replantear los métodos de enseñanza actuales [4]. Por lo tanto, es importante desarrollar estrategias innovadoras que solo mejoren el aprendizaje, sino también aporten a los avances tecnológicos.

Ya que el tema de la programación es un tema muy extenso y más su enseñanza, se realizó la investigación en bibliotecas como Springer[5], IEEE Explorer[6] y ACM[7] tomando en cuenta las palabras claves, la realización de una cadena de búsqueda, además de las preguntas de investigación y de los criterios de exclusión e inclusión donde se obtuvo el resultado de que en varias universidades se presenta este problema y que han realizado algunas herramientas que los estudiantes puedan consultar, el cual se muestra en la tabla 1.

Problema	Solución
El problema de la enseñanza y aprendizaje de la programación.	Investigar, experimentar y evaluar las estrategias de enseñanza y aprendizaje propuestas por muchos investigadores en esta área.
El manejo de los lenguajes de programación requiere de un conocimiento previo en matemáticas y lógica.	Herramienta en línea que ayude a entender las estructuras más utilizadas en programación y sus posibles errores que se puedan dar en el momento de ejecución.
Los estudiantes realizan ejercicios prácticos, pero no pueden probar si sus soluciones son correctas.	Herramienta que se presenta al estudiante como una aplicación Web interactiva.

Tabla 1. Problemáticas y soluciones

Además de que se realizaron las preguntas de investigación las cuales fueron muy importantes para la selección de los artículos, y estas fueron:

- ¿Existen más componentes que nos enseñen a programar?
- ¿Cuáles han sido las soluciones ante el problema que se ha presentado ante la dificultad de programar?
- ¿Cuáles son las razones de los estudiantes del porque se les dificulta programar?

- ¿Qué es un componente?
- ¿Cuáles son los beneficios de las herramientas de programación?

3 Metodología utilizada

En este apartado hablare de los pasos que se llevaron a cabo para la realización del prototipo y ponerlo a prueba con los estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas y Tecnologías de la Información, especialmente de primer semestre que cursaron la Experiencia Educativa de Introducción al Pensamiento Computacional.

3.1. Análisis

En la propuesta del componente se tomaron en cuenta varios puntos fundamentales, en primer lugar, que este componente del sistema de apoyo fuera independiente a las plataformas educativas ya existentes. Esto nos lleva al segundo punto crucial: el enfoque en los estudiantes. Este sistema se ha diseñado pensando exclusivamente en el beneficio y la mejora de la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Otro punto importante fue por qué el contenido de la Experiencia Educativa de Introducción al Pensamiento Computacional, además de que los ejercicios presentados se pedían que fueran realizados con Python, ya que este es uno de los lenguajes de programación más utilizados y más sencillos para programar, ya que por su sintaxis legible, enfoque en la simplicidad y que cuenta con una gran comunidad de desarrollo que ofrece abundantes recursos y bibliotecas se vuelve de los lenguajes de programación más sencillos para los principiantes[8], por ello la elección de este lenguaje de programación. También él porque está dirigido hacia los estudiantes, ya que de igual forma podría ser una herramienta de ayuda para los maestros. Y finalmente que este sería un sistema web ya que es una forma de acceder a la herramienta más sencillo ya que se podría utilizarlo tanto como en un dispositivo móvil, de una computadora o una tableta.

3.2. Diseño

En general, en la parte de diseño lo que se realizaron fueron los prototipos de alta fidelidad como de alta fidelidad, ya que estos son indispensables para la creación de cualquier sistema, para realizar mejoras y correcciones para ya llegar al diseño final, estos prototipos representaron un paso crucial en la evolución del sistema, ya que permitieron explorar diversas opciones y enfoques de diseño. También, los colores de fuente, de fondo, la tipografía, entre otros más puntos del diseño se eligieron tomando en cuenta la accesibilidad, y se realizaron correspondientes revisiones no tan solo de los prototipos de alta fidelidad y analizar que también se debería de tomar en cuenta que todo debía de ser claro.

3.3. Desarrollo

En el transcurso del desarrollo de este componente esencial, se emplean diversos lenguajes, destacando principalmente HTML, CSS y JavaScript. Estos mencionados son, sin lugar a duda, algunos de los lenguajes más preponderantes y ampliamente utilizados en el ámbito de los sistemas web contemporáneos [9]. La elección estratégica de incorporar HTML, CSS y JavaScript se fundamenta en su capacidad excepcional para ofrecer un entorno robusto y dinámico en el desarrollo de componentes para sistemas web. HTML, con su estructura de marcado, proporciona la base fundamental para la presentación de contenido, mientras que CSS aporta estilos y diseños atractivos, dotando al componente de una estética visual-

mente agradable. Por otro lado, JavaScript, conocido por su versatilidad y capacidades de programación del lado del cliente, eleva la interactividad y funcionalidad del componente, mejorando significativamente la experiencia del usuario.

3.4. Contenido

Cada tema de la Experiencia Educativa de Introducción al Pensamiento Computacional se incluye, desde los conceptos básicos hasta los aspectos más complejos, se presenta detalladamente en este contenido, utilizando métodos pedagógicos efectivos para facilitar la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes. Además de la exposición teórica, se integraron pequeños cuestionarios interactivos en el sistema, diseñados para evaluar la asimilación del contenido por parte de los estudiantes los cuales no solo actúan como herramientas de evaluación, sino también como indicadores claros de si los estudiantes han leído y comprendido los temas presentados. Además, trabajamos meticulosamente en la creación de ejemplos y ejercicios que fueron prácticos y aplicables en algunos temas, donde la práctica es esencial para la comprensión, implementamos actividades prácticas para que los estudiantes puedan aplicar directamente lo que están aprendiendo.

3.4.1. Sistema

El sistema se realizó en lenguaje HTML, CSS, y JavaScript, utilizando también Bootstrap, ya que como se menciona Bootstrap es una biblioteca de herramientas de código abierto optimizadas para el diseño de sitios y aplicaciones web. Esta plataforma se basa en lenguaje HTML y CSS, e incluye una amplia gama de elementos de diseño, como formularios, botones y menús que se adaptan a diferentes formatos de navegación [10]. En primer lugar, se realizó una pantalla de un inicio de sesión en estos lenguajes, la funcionalidad se realizará en trabajos a futuro. Después se empezó a enfocar en el diseño del sistema, tomando en cuenta varios puntos, como la usabilidad, y el contenido de la Experiencia Educativa de Introducción al Pensamiento Computacional con cada una de las pantallas para la realización del componente, y que sería un sistema web, el cual se debe de adaptar a todas las pantallas tanto de equipos de escritorio como dispositivos móviles, que es el diseño responsivo.

3.4.2. Evaluación

Los estudiantes que apoyaron para realizar las pruebas fueron en total 6, de los cuales 2 evaluaciones fueron en línea y las otras 4 fueron de forma presencial, estos 6 estudiantes son de primer semestre de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas y Tecnologías de la Información, los cuales ya cursaron la Experiencia Educativa de Introducción al Pensamiento Computacional, por lo tanto era la población ideal para realizar las pruebas y pudieran calificar el sistema, ya que, además es para quienes estaba destinado esta parte del componente que muestra los temas y ejercicios de este curso de Introducción al Pensamiento Computacional.

Y para realizar la evaluación se utilizó el Sistema de Escalas de Usabilidad (SUS), además de que se realizaron 4 preguntas acerca del contenido, las cuales fueron:

1 El contenido es fácil de entender
2 Me ayudaría el sistema para la EE de Introducción al Pensamiento Computacional
3 Los ejercicios proporcionados son fáciles de comprender

4 Me tomo tiempo comprender los temas presentados en el contenido de la EE de Introducción al Pensamiento Computacional

En el cual se evaluó de igual forma que con SUS, en una escala del 1 al 5 donde 1 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo.

Una vez contestadas las preguntas se realizó el análisis de los resultados obtenidos de cada uno de los estudiantes a los cuales se les aplico el cuestionario y realizaron las pruebas correspondientes.

4 Resultados

Como se mencionó anteriormente se utilizó el cuestionario SUS además de unas preguntas para realizar una evaluación acerca del contenido con un total de 6 estudiantes, en el cual en la tabla 2 se muestran los resultados que se obtuvieron de las primeras preguntas, que como se mencionó son acerca de que les pareció el contenido del componente donde de igual forma se tomó en la escala del 1 al 5 donde 1 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo.

Pregunta/ Estudiante	1	2	3	4	5	6
El contenido es fácil de entender	5	5	5	5	5	5
Me ayudaría el sistema para la EE de Introducción al Pensamiento Computacional	5	5	3	5	4	5
Los ejercicios proporcionados son fáciles de comprender	4	5	3	4	4	5
Me tomo tiempo comprender los temas presentados en el contenido de la EE de Introducción al Pensamiento Computacional	1	2	4	1	5	2

Tabla 2. Resultados

Ahora bien, con los resultados obtenidos del cuestionario SUS, se realizó el análisis, con los totales del puntaje se calculó el resultado de SUS. El cual se muestra en la tabla continuación:

Evaluador	Puntuación	Puntuación Final
Estudiante 1	37	92.5
Estudiante 2	36	90
Estudiante 3	40	100
Estudiante 4	33	82.5
Estudiante 5	26	65
Estudiante 6	27	67.5

Tabla 3. Total, de totales de resultados de la encuesta.

La tabla que se observa muestra los resultados obtenidos principalmente del cuestionario de Sistema de Escalas de Usabilidad (SUS) que como lo dice, es para la usabilidad del sistema,

los cuales como se muestran en la tabla se observa que la puntuación final para algunos estudiantes es muy buena, y para otros regular, pero en su mayoría el sistema recibió un buen puntaje, ya que vemos que la menor puntación final es de 65 que fue la puntuación del estudiante 5.

5 Conclusiones y Trabajo a Futuro

Como trabajo a futuro la herramienta de apoyo para las Experiencias Educativas requiere varios puntos para que así una vez funcional se pueda proporcionar esta herramienta y que todos los estudiantes que requieran de una ayuda extra puedan acceder a ella sin ningún problema, como lo son el inicio de sesión, que se incluya el material de las demás Experiencias Educativas, un cronometro para medir la realización de los ejercicios, y las mejoras en el componente de acuerdo a los resultados obtenidos.

Finalmente, se mencionó anteriormente, en la actualidad es muy importante el uso de la tecnología ya que nos permite simplificar y agilizar los procesos que los usuarios requieran para hacer uso del componente presentado anteriormente, además de tener una herramienta más a consultar y comprender los temas y deje de disminuir el índice de estudiantes reprobados o que dejan de estudiar la Licenciatura y especialmente este componente ayudaría a los estudiantes de la Universidad Veracruzana, ya que esto incluirá material de apoyo sobre los temas de las Experiencias Educativas relacionadas con la programación. Esta componente beneficiaria a los estudiantes y ya que los ayudara a fortalecer sus conocimientos, conocer más sobre ciertos temas y con el paso del tiempo realizar grandes avances en la tecnología y principalmente facilitarles la vida a los usuarios, porque la tecnología hace que para todas las cosas sean más fáciles. Dicho

componente no solo permite reforzar los conocimientos, sino también a fomentar el avance tecnológico ya que se espera que los estudiantes logren importantes avances en las habilidades tecnológicas y que sea una gran contribución en el ámbito tecnológico. Se espera que este componente tenga una perspectiva a largo plazo manteniéndose actualizado con las novedades tecnológicas, mantener actualización del contenido asegurando que los estudiantes cuenten con el acceso a las herramientas y tecnologías más actuales.

Referencias

[1] Vargas Jiménez, A., González Martínez, A., Hernández Escobar, A., Hernández Falcón, D., & Fraga Guerra, E. (2012). Estudio de los problemas sobre la dedicación al estudio en el primer año en las universidades adscritas al Ministerio de Educación Superior. Pedagogía Universitaria, 17 (5), https://link.gale.com/apps/doc/A466617359/IFME?u=anon~159b3e1c& sid=goo gleScholar&xid=4d8fa8f

[2] Santimateo, D., Núñez, G. & González, E. (2018, 16 abril). Estudio de dificultades en la enseñanza y aprendizaje en los cursos básicos de programación de computadoras en Panamá study (11.a ed. Vol. 6).

[3] Portilla, J. I. (2016). Problemas de enseñanza y aprendizaje de los fundamentos de programación. Educación y desarrollo social, 10(2), 234-246.

[4] García, J. E. S., Ruiz, M. U., & Herrera, B. E. G. (2015). Análisis de los problemas de aprendizaje de la programación orientada a objetos. Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible, 11(4), 289-304.

[5] SpringerLink. (n.d.). https://link-springer-com.ezproxy.uv.mx

[6] Jia, X. (n.d.). IEEE Xplore. https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.uv.mx/Xplore/home.jsp

[7] ACM Digital Library. (s. f.). ACM Digital Library. https://dl.acm.org/

[8] Rojas, E. M. (2020). Machine Learning: análisis de lenguajes de programación y herramientas para desarrollo. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información, (E28), 586-599

[9] Zola, A. (2022, 3 agosto). Bootstrap. WhatIs. https://www.techtarget.com/whatis/definition/bootstrap#:~:text=Bootstr ap%20is%20a%20free%2C%20open,of%20syntax%20for%20template %20designs.

[10] Platzi. (s. f.). ¿Cuál es el lenguaje de programación más fácil? https://platzi.com/tutoriales/3208-programacion-basica/24742-que-lenguaje-de-programacion-es-mas-facil-de-aprender/

Capítulo 7

Uso de herramientas IA (ChatGPT y Phind) en proyectos de aplicación en Cálculo Vectorial en la licenciatura de MAC.

Socorro Martínez José[1], Mayra Olguín Rosas[1], Alejandro Jiménez Muñiz[1], Eduardo Eloy Loza Pacheco[2], Christian Carlos Delgado Elizondo[2].

[1]Universidad Nacional Autónoma de México, Acatlán EdoMex. 08544, MEX 143640, 131052, 892329 @{pcpuma.acatlan.unam.mx}

[2]Universidad Nacional Autónoma de México, Acatlán EdoMex. 08544, MEX eduardo.loza.ccdelgadoe @{gmail.com}

Resumen. La influencia de herramientas con IA en la educación es un tema ampliamente discutido en los últimos años. En esta investigación se realizó una prueba estadística McNemar para probar si el acompañamiento docente es necesario o no para elaborar un proyecto de investigación en el área de Cálculo IV, que involucra temas sobre campos vectoriales, gradiente, rotacional y divergencia, entre otros temas. Por tal los estudiantes de cálculo IV realizaron una investigación entregando tres productos educativos (video, infografía y documento PDF) y posteriormente se aplicó una encuesta para recopilar los datos. Dicha encuesta se analizó para someterla a la prueba estadística de McNemar y establecer si el acompañamiento docente se requiere o no. Se presentan los resultados logrados y se dan algunas recomendaciones para trabajos futuros

Abstract. The influence of AI tools in education is a widely discussed topic in recent years. In this research, a McNemar statistical test is carried out to test whether teaching support is necessary or not to develop a research project in the area of Calculus IV, which involves topics on vector fields, gradient, rotational and divergence, among other topics. Therefore, the calculus IV students carried out an investigation by delivering three educational products (video, infographic and PDF document) and subsequently a survey was applied to collect the data. This survey was analyzed to submit it to the McNemar statistical test and establish whether teaching support is required or not. The results achieved are presented and some recommendations for future work are given.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, ChatGPT, Phind, GeoGebra, Moodle.

1 Introducción

Cálculo IV es una asignatura que se imparte en el cuarto semestre de la licenciatura en Matemáticas Aplicadas y Computación, y tiene por objetivo aplicar conocimientos del cálculo vectorial, como son la diferenciación y la integración de las funciones vectoriales, enfatizando en los campos escalares o vectoriales que surgen de la aplicación de los operadores diferenciales (gradien te, rotacional y divergencia) y los teoremas integrales

de Green, Gauss y Stokes, a diversas áreas con la finalidad de que se adquiera la destreza en la modelación de fenómenos que involucren el aspecto vectorial.

Sin embargo, uno de los retos en materias teóricas como Cálculo IV es presentar aplicaciones reales o cercanas a la comunidad estudiantil que permitan hacer uso de los conocimientos adquiridos. Una de las estrategias de aprendizaje para este punto fue elaborar un proyecto final cuyo objetivo fue:

Investigar modelos matemáticos que utilicen cálculo vectorial, para comprender los elementos y componentes que se compartieron en la teoría de este curso (Cálculo IV), a fin de explicarlos en una exposición mediante experimentos grabados o ejecutados de forma simple en el salón de clases.

Se propusieron 7 áreas de conocimiento, el estudiante seleccionó una de ellas y desarrollo la investigación presentando lluvia de ideas. Y se recomendó el uso de bibliotecas digitales, bases de datos como Redalyc, Google Académico, entre otros.

La información detallada de cada punto del proyecto final se compartió en la plataforma educativa alojada en https://tedi.acatlan.unam.mx. En cada clase presencial y ya cercano a la fecha de entrega del material se resolvían dudas específicas de los estudiantes. También se hizo la recomendación de hacer uso de buscadores que involucran Inteligencia Artificial (IA), entre los que destacan Phind y ChatGPT, con las siguientes indicaciones:

Contar con el tema para que la búsqueda tenga un propósito.

- Usar las herramientas con un prompt en forma de pregunta.
- Seleccionar la bibliografía que la herramienta Phind arroja para documentar sus hallazgos.

El objetivo de esta investigación es utilizar la prueba estadística MCNemar para determinar si el uso de herramientas de IA en proyectos finales de

Cálculo IV sin el acompañamiento del docente son suficientes para que los estudiantes investiguen un tema, y presenten tres productos académicos.

2 Estado del Arte

La IA ofrece diversas oportunidades para mejorar la eficiencia y efectividad del proceso educativo, desde el aprendizaje personalizado, accesible, participativo, automatización de tareas repetitivas, hasta la mejora de la retroalimentación y el desarrollo de recursos interactivos.

Sin embargo, es necesario identificar los desafíos asociados con su implementación, como la privacidad y seguridad de los datos, para garantizar que todas las herramientas IA que se utilicen sean de manera responsable y proporcionen el mayor beneficio para todos los estudiantes. (Tsou, Kuo, & Chen, 2020)

Este estudio proporciona una visión general de cómo se ha utilizado la IA en la educación, en particular las herramientas ChatGPT, Phind y Geogebra incluyendo su impacto en el aprendizaje y la enseñanza. Se analizan varios aspectos, sobre cómo estas herramientas pueden ayudar a los estudiantes a aprender de manera efectiva, personalizando el contenido

educativo, la evaluación automatizada y la gestión del tiempo de aprendizaje. (Tennyson, R. D. (Ed.), 2017).

ChatGPT es un recurso accesible que responde a preguntas y proporciona información en tiempo real, lo que es valorado por estudiantes que necesitan apoyo fuera del horario de clases.

Phind es una herramienta útil para aquellos que necesitan una fuente rápida y confiable de información técnica, sin tener que filtrar entre resultados no relevantes o de baja calidad. Obtiene ejemplos prácticos y explicaciones detalladas de conceptos técnicos. Las herramientas ChatGPT y Phind se utilizaron como buscadores inteligentes para identificar ejemplos en proyectos de aplicación en Cálculo Vectorial. GeoGebra para crear visualizaciones en 3D de formas geométricas y operaciones matemáticas y modelos interactivos que ayuden a los estudiantes a comprender mejor los conceptos matemáticos abstractos en las aplicaciones ejemplificadas.

La integración de herramientas digitales inteligentes en proyectos educativos no debe estar alejado de las directrices claras que se ajustan a los códigos éticos y las políticas de integridad de la institución para el desarrollo del trabajo de los estudiantes, lo cual se compartió a través de la plataforma Moodle.

Por otro lado, la prueba estadística de McNemar es una prueba no paramétrica de comparación de proporciones para dos muestras relacionadas y debe cumplir las siguientes características: (Coronel-Carvajal, 2020).

Los datos se ajustan a la distribución de Chi cuadrado.

Nivel nominal de la variable dependiente.

Su función es comparar el cambio en la distribución de proporciones entre dos mediciones de una variable dicotómica y determinar que la diferencia no se deba al azar (que la diferencia sea estadísticamente significativa). la prueba de McNemar se ha utilizado en el Análisis de estudios retrospectivos de casos y controles, Evaluación de programas de entrenamiento o intervenciones, Comparación de resultados antes y después de un tratamiento, entre otros.

Esta prueba se considera valiosa debido a que es adecuada para datos nominales emparejados, no requiere de supuestos de normalidad u homogeneidad de varianzas, aunque es sensible a cambios en pequeñas proporciones. (Guerra, 2013)

3 Metodología

Para esta investigación se diseñó la actividad Proyecto Final para la materia de Cálculo IV en la plataforma Moodle, dirigido a estudiantes del cuarto semestre de la licenciatura en Matemáticas Aplicadas y Computación, con 15 puntos a desarrollar. Los productos finales del proyecto fueron:

Presentar un video que muestre la aplicación de Cálculo IV.

Crear una presentación o infografía que le ayude a exponer la investigación

Presentar un documento PDF con todo el desarrollo de la investigación.

Además, se detectó que los estudiantes usaron Canva con IA para facilitar la búsqueda de imágenes de acuerdo con el tema de su proyecto final.

Después de la presentación del proyecto, los estudiantes contestaron una encuesta de 10 preguntas. Ocho preguntas se trabajaron con respuestas dicotómicas, aunque el formulario permitía escribir narrativas explicativas además de contestar con SI/NO. Las dos preguntas restantes, aunque se prepararon para una respuesta de SI/NO se consideró valioso el contexto de la respuesta. Éstas últimas preguntas fueron:

¿Hubieras logrado los mismos resultados de tu proyecto final sin el acompañamiento docente?

¿Comprendiste el objetivo del proyecto final?

Cabe aclarar que durante las clases de Cálculo IV se usó de forma frecuente la herramienta GeoGebra para ilustrar desde un punto de vista gráfico, campos vectoriales, gradientes, derivadas direccionales, entre otros muchos temas. En este sentido, algunos proyectos finales ocuparon GeoGebra dando un uso de simulación de procesos, es decir, profundizaron en el uso de dicha herramienta para presentar análisis de casos revisados en clase, pero con mayor complejidad.

De acuerdo con el gráfico (Figura 1), el 32% de los alumnos requieren el uso de tecnologías para hallar información y el 50% consulta al docente para comprender los conceptos necesarios y desarrollar el proyecto final. El 91% conoce la herramienta ChatGPT y Phind, para realizar búsquedas refinadas. Las TIC son fundamentales para la adecuada presentación de la información y síntesis de los datos, se observó que los equipos de trabajo utilizaron el software Canva, que les permitió crear documentos o presentaciones con un diseño profesional y de fácil visualización para el usuario.

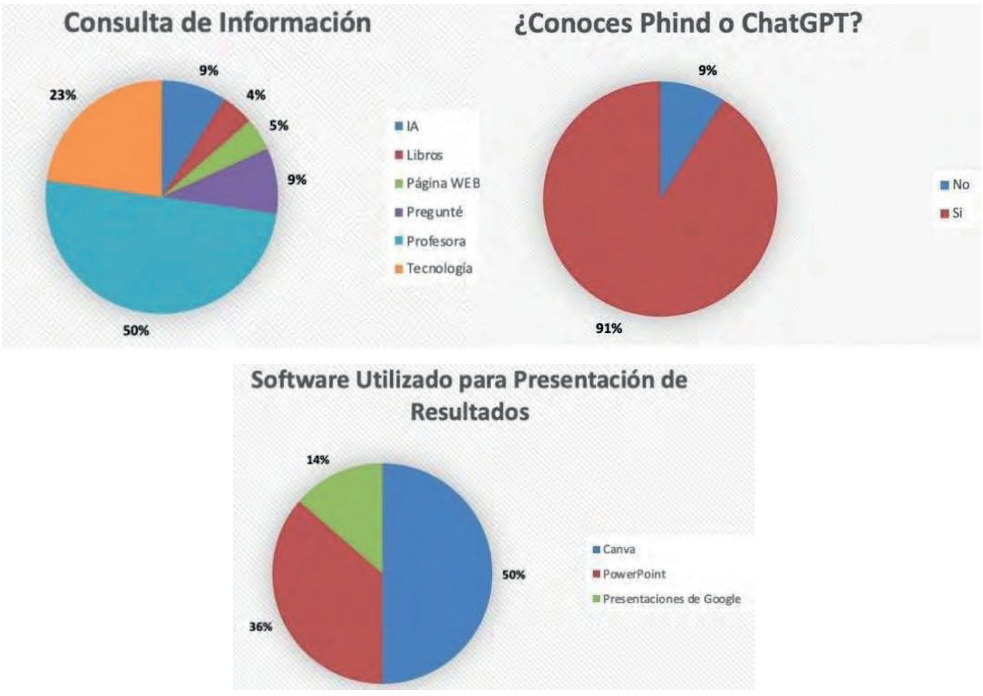


Figura 1. Gráficos obtenidos

Se realizó la prueba estadística de McNemar para determinar si hay diferencias significativas en las proporciones de datos emparejados. Como ya se mencionó, esta prueba es particularmente útil en situaciones donde se compara una variable dicotómica (con dos categorías) entre dos grupos emparejados. En este sentido, la prueba McNemar nos ayudó a aceptar o rechazar la hipótesis:

$H0$ = No se requiere el acompañamiento del docente para elaborar el proyecto final

$H1$ = Se requiere el acompañamiento del docente para elaborar el proyecto final

Se utilizaron dos variables de tipo dicotómicas, donde se comparó si el alumno requiere la ayuda del académico para realizar una investigación acerca de una aplicación de Cálculo IV o no requiere de esta ayuda, por lo que, esta prueba permite determinar si el académico sigue siendo la figura principal en el aula de clases o no.

Para la prueba McNemar se utilizó un grado de libertad y un nivel de significancia del 5% de la distribución de chi-cuadrada que corresponde al

3.84. En cuanto a los resultados se obtuvo una X2 con valor de 13.2. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula al ser mayor X2 al nivel de significancia y se concluye que, los alumnos requieren el acompañamiento del académico para elaborar un proyecto final para la materia de Cálculo IV.

4 Resultados.

De acuerdo con los resultados de las pruebas de hipótesis, el docente es una figura esencial en la formación de los alumnos, ya que los ayuda a desarrollar pensamiento matemático, adquirir habilidades de pensamiento crítico, razonamiento lógico y destrezas de trabajo en equipo.

Por otro lado, Lozada y Fuentes (2018) mencionan que: “el dinamismo, rapidez y volumen con que se generan conocimientos en la actualidad plantean nuevos retos a los sistemas educativos”, es decir, la experiencia del docente frente a su grupo de estudiantes es una fortaleza cuando acompaña a sus alumnos y alumnas en cada paso del aprendizaje, ya que el docente ayuda a ubicar la información que las IA le proporcionan al estudiante, en el contexto adecuado de diversos temas de aplicación de Cálculo IV. Sin embargo, se vuelve un reto para los académicos ya que volverse un guía para los estudiantes requiere de actualización no solo en sus áreas de conocimiento, sino en el uso de las diversas herramientas tecnológicas que existen en la docencia para lograr los objetivos de aprendizaje de una forma simple e ilustrada.

5 Conclusiones y trabajos futuros.

Aunque la integración de la IA en la educación superior presenta desafíos significativos como: ética, privacidad, desigualdad digital y resistencia al cambio, las oportunidades que ofrece para transformar la educación y mejorar los resultados de los estudiantes son enormes: la personalización del aprendizaje, automatización de tareas repetitivas, acceso ampliado al conocimiento y soporte a la investigación, es lo que permite a los docentes concentrarse en actividades más creativas.

En este estudio se utilizó la plataforma Moodle en el sitio https://tedi.acatlan.unam.mx:8081/opciontecnica/ en el curso de Cálculo Vectorial, donde se establecieron directrices claras que se ajustan a los códigos éticos y las políticas de integridad de la institución para el desarrollo del trabajo de los estudiantes.

De acuerdo con (Sánchez, 2023) ChatGPT complementa la enseñanza tradicional, al resolver dudas en tiempo real apoyando con esto al aprendizaje autónomo, permite desarrollar en los estudiantes habilidades digitales y tecnológicas, esenciales en el entorno laboral moderno. Así como fomentar el pensamiento crítico tanto en los estudiantes como en los docentes al evaluar la calidad y la veracidad de la información proporcionada por la IA.

Son muchos los estudiantes que dudan de la capacidad de la IA para personalizar el aprendizaje de manera efectiva o para reemplazar las habilidades de los docentes, especialmente en un contexto donde la empatía y la comprensión cultural son importantes según menciona (Gutiérrez, 2024). Por otra parte, la integración de herramientas digitales en la enseñanza, como plataformas LMS (Learning Management System) Moodle y GeoGebra, enriquecieron la experiencia de aprendizaje, esto se logró desde la iniciativa del docente en compartir sus recursos y utilizando diversas herramientas tecnológicas que faciliten explicar las áreas de conocimiento en Cálculo IV u otra área de conocimiento. Con el propósito de que los estudiantes desarrollen su propia autonomía en el aprendizaje. El apoyo de la IA y los metabuscadores permitieron obtener información de consulta rápida y complementaron los conocimientos adquiridos en el aula de clase.

Esta investigación fue un primer acercamiento para detectar la influencia del uso de herramientas IA en el aprendizaje de estudiantes de nivel superior con el acompañamiento del docente, pero existen aún brechas para mejorar los resultados de este tipo de estudios como la cantidad de alumnos encuestados y la mejora del diseño del cuestionario.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México, la Facultad de Estudios Superiores Acatlán y la DGAPA-UNAM PAPIME PE305523 por los fondos para apoyar este trabajo.

Referencias

Amaro Guerra, Irlán, & Chía Gonzáles, Yolan. (2013). Algunas consideraciones sobre el uso de la prueba de Mc Nemar en las intervenciones educativas. MEDISAN, 17(11), 9019-9024. Recuperado en 06 de septiembre de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192013001100019&lng=es&tlng=es.

Coronel-Carvajal, Carlos. (2020). Forma correcta de presentar los datos y uso de McNemar en las intervenciones educativas. Revista Archivo Médico de Camagüey, 24(1), Epub 20 de marzo de 2020. Recuperado en 05 de septiembre de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552020000100002&lng=es&tlng=es.

Gutiérrez, L., & de León, C. H. (2024). La aversión natural a los avances tecnológicos: el comportamiento del estudiante universitario guatemalteco hacia la influencia de la inteligencia artificial en las aulas. Revista ESPACIOS, 45(03).

Lozada, J. A. D. y Fuentes, R. D. (2018). Los métodos de resolución de problemas y el desarrollo del pensamiento matemático. Bolema: Boletim de Educação Matemática, 32, 57-74.

Sánchez, O. V. G. (2023). Uso y percepción de ChatGPT en la educación superior. Revista de Investigación en Tecnologías de la Información, 11(23), 98-107.

Tennyson, R. D. (Ed.). (2017). Inteligencia Artificial en la Educación: Promesas e implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-319-53480-7

Tsou, J. C., Kuo, F.-H., & Chen, N. - S. (2020). Inteligencia Artificial en la Educación: Una Revisión Sistemática. Journal of Educational Technology Systems, 48(1), 5o30. https://doi.org/10.1177/00472395198899

Capítulo 8

Software entrenador de "Algoritmos y Estructuras de datos" con Aprendizaje por refuerzo para Programación Competitiva

Ana Atenea Pallares Aviña, Zeus Rene Pallares Aviña y Mtro. Juan José López Cisneros

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías – Universidad de Guadalajara, Blvd. Marcelino García Barragán 1421, Colonia Olímpica, Guadalajara, Jalisco., 44430. México ana.pallares@alumnos.udg.mx, zeus.pallares@alumnos.udg.mx, juan.lopez@academicos.udg.mx

Resumen: Actualmente, existen muchos sitios web dedicados a la programación competitiva; sin embargo, estos sitios no proporcionan un plan de entrenamiento basado en la experiencia y el conocimiento del usuario. Por esta razón, se ha desarrollado una plataforma enfocada en ofrecer entrenamiento personalizado basado en la experiencia de cada usuario. El objetivo de la plataforma es ayudar a mejorar el nivel de programación competitiva de los usuarios de manera óptima, proporcionando problemas que se adapten a su progreso y les permitan mejorar en las áreas donde tienen más dificultades. Esto se logró mediante la implementación de un entrenador para programación competitiva con aprendizaje reforzado, testeado por 56 estudiantes universitarios que mostraron su satisfacción con el uso del sistema.

Palabras claves: Programación competitiva, entrenador, aprendizaje reforzado, algoritmos.

1 Introducción

La programación competitiva es un deporte mental, donde las personas que participan intentan resolver la mayor cantidad de problemas de computación en el menor tiempo posible, cumpliendo con las restricciones de cada problema [1]. Para llegar a tener un buen nivel en estas competencias es necesario estudiar y practicar los algoritmos y estrategias de solución de problemas que son aplicados durante estos concursos.

Existen múltiples sitios web enfocados a programación competitiva, en los cuales podemos encontrar tutoriales sobre los temas y algoritmos que se requieren aprender, así como problemas para practicar, sin embargo, la mayoría de estos sitios no ofrecen un sistema de entrenamiento en el cual se propongan problemas a resolver basándonos en el conocimiento y experiencia del usuario, lo cual vuelve complejo el practicar y prepararse para los concursos de programación.

En respuesta a esta problemática, el sistema 'DSA Code Trainer' se ha sido diseñado para ofrecer a los usuarios interesados en mejorar su nivel en los concursos de programación un plan de entrenamiento personalizado en el cual se sugieren problemas a resolver basados en la experiencia de cada uno de los usuarios. El sistema selecciona los problemas

que el usuario debe de resolver de tal forma que se practiquen múltiples áreas que se abarcan en programación competitiva, asimismo el nivel de dificultad de los problemas seleccionados va incrementando de tal manera que el usuario siempre esté mejorando su nivel.

2 Estado del arte

De acuerdo con el Salón de la Fama de la Programación Competitiva 2023 (CPHOF, por sus siglas en inglés) “México ha tenido participación en diferentes competencias internacionales de programación como IOI (Olimpíada Internacional de Informática) e ICPC (Competición Internacional Universitaria de Programación) logrando obtener 1 medalla de oro, 3 de plata y 25 de bronce en la IOI con 118 participaciones y cero medallas en el ICPC con 139 participaciones, obteniendo así el lugar 50 en el mundo” [2].

Existen diferentes competencias de programación en México que promueven estos desafíos como la Olimpiada Mexicana de Informática (OMI) y los Concursos de Programación ICPC, por lo que a partir de las experiencias de participación la Universidad Panamericana se señala que “el desarrollo de las habilidades de programación de algoritmos se potencia a través de la colaboración, es por ello por lo que colegios y universidades de todo el mundo buscan que los alumnos participen en este tipo de torneos” [3].

Actualmente, existen varios proyectos relacionados con un aprendizaje personalizado para entrenar programación competitiva como ‘Coach Academy’ donde mencionan que “los cursos están diseñados para adaptarse a diferentes estilos y ritmos de aprendizaje, y los instructores se comprometen a apoyar el viaje de aprendizaje individual de cada estudiante” [4], sin embargo, estos proyectos requieren de la intervención activa de un instructor por lo que en ocasiones se vuelven inaccesibles para el estudiante.

Hay soluciones para el aprendizaje reforzado como ‘Gymnasium’, pero van más enfocados al desarrollo de pruebas como se indica en su sitio oficial “Gymnasium proporciona a los desarrolladores un entorno para desarrollar y probar agentes de aprendizaje para modelos de aprendizaje reforzado y profundo” [5], en el trabajo realizado por Lira y Franzoni se define un “Sistema de apoyo para desarrollar la habilidad de pensamiento computacional basado en la Programación Competitiva” el cual está desarrollado a través de un sistema experto que utiliza exámenes diagnósticos para determinar el nivel de habilidad de cada usuario y adaptar los ejercicios de manera personalizada [6].

Entrenar diversas estructuras de datos es importante en programación, debido a que, “Una estructura de datos es una forma de almacenar y organizar datos para facilitar el acceso y las modificaciones. Ninguna estructura de datos única funciona bien para todos los propósitos, por lo que es importante conocer las fortalezas y limitaciones de varias de ellas” [7].

3 Metodología utilizada.

Para la creación del sistema de entrenamiento para programación competitiva, se optó por la metodología de desarrollo ágil incremental. Esta metodología permitió dividir el proyecto en módulos implementados según su importancia, logrando un sistema funcional en etapas tempranas y agregando nuevas funcionalidades de forma gradual. La metodología propuesta se revisa en los siguientes apartados.

3.1. Fase de diseño y prototipado

En la fase inicial, se definieron los módulos clave del sistema: manejo de usuarios, 'dashboard' para el usuario, sistema de entrenamiento y módulo de ranking. Como se visualiza en la Fig. 1, se definieron las interacciones de los componentes, las tecnologías más adecuadas para el proyecto considerando la experiencia previa y las ventajas que ofrecían. Laravel fue elegido para el 'backend' debido a su robustez y compatibilidad con 'MySQL', mientras que 'React' se seleccionó para el 'frontend', apoyado por 'Ant Design' para la interfaz gráfica.

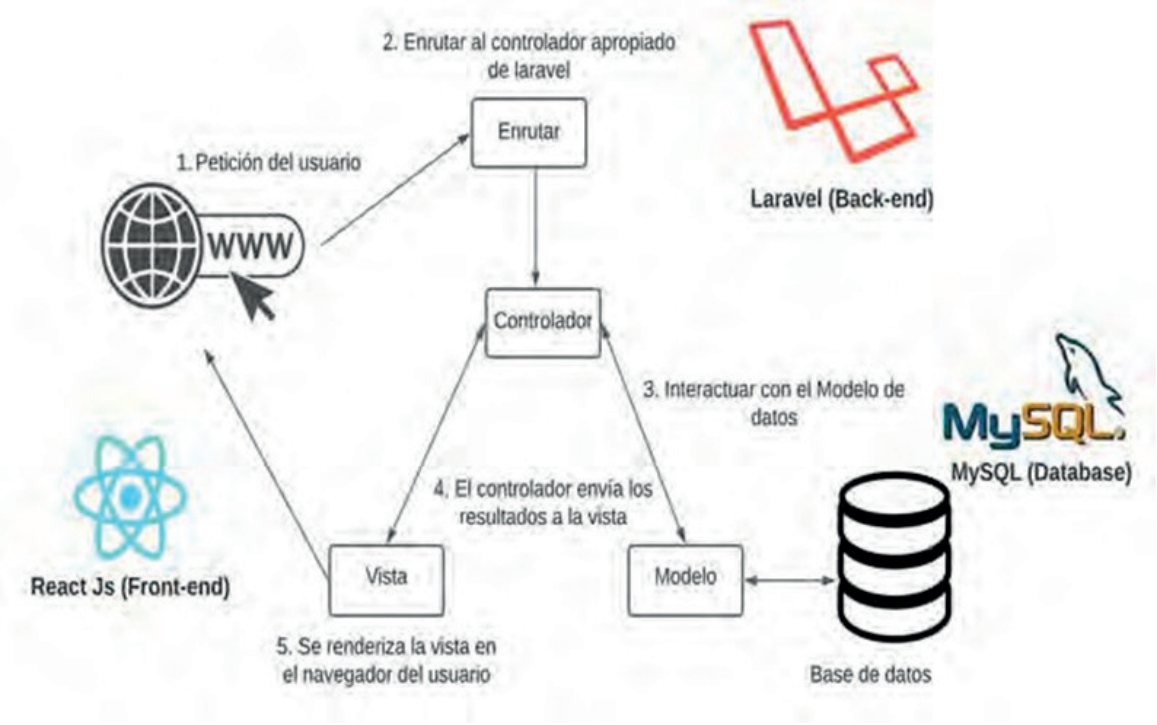


Fig. 1. Interacción de los componentes en el sistema.

3.2. Algoritmo de aprendizaje por refuerzo

El aprendizaje por refuerzo (Reinforcement Learning, RL) es una técnica en la que un agente aprende a tomar decisiones mediante la interacción con un entorno, recibiendo recompensas o castigos en función de sus acciones. En este contexto, se utilizó un enfoque de Q-Learning, un tipo de RL, para optimizar la selección de problemas de programación para los usuarios.

Los intentos fallidos realizados por cada problema reducen el nivel del usuario 10 puntos en la categoría seleccionada, con un límite máximo de 100 puntos restados.

$$Puntuación\ categoría = Máximo\ entre$$
$$(Puntuación\ categoría - (10 * Intentos\ fallidos)$$
$$y$$
$$(Puntuación\ categoría - 100)$$

Para que el usuario aumente su nivel actual, debe resolver un problema con complejidad mayor, si es aceptado al primer intento se le suman 100 puntos,

$$Puntuación\ categoría = Puntuación\ categoría + 100$$

En caso contrario se promedia la complejidad del problema y el nivel del usuario

$$Puntuación\ categoría = \frac{(Puntuación\ categoría + Complejidad\ del\ problema)}{2}$$

3.3. Implementación

El esquema de base de datos fue diseñado siguiendo principios de normalización para asegurar integridad y eficiencia. Laravel, con su ‘ORM Eloquent’, facilitó la gestión y consulta de la base de datos. La lógica del sistema fue organizada en el modelo vista controlador (MVC), separando claramente las responsabilidades entre el modelo, la vista y el controlador.

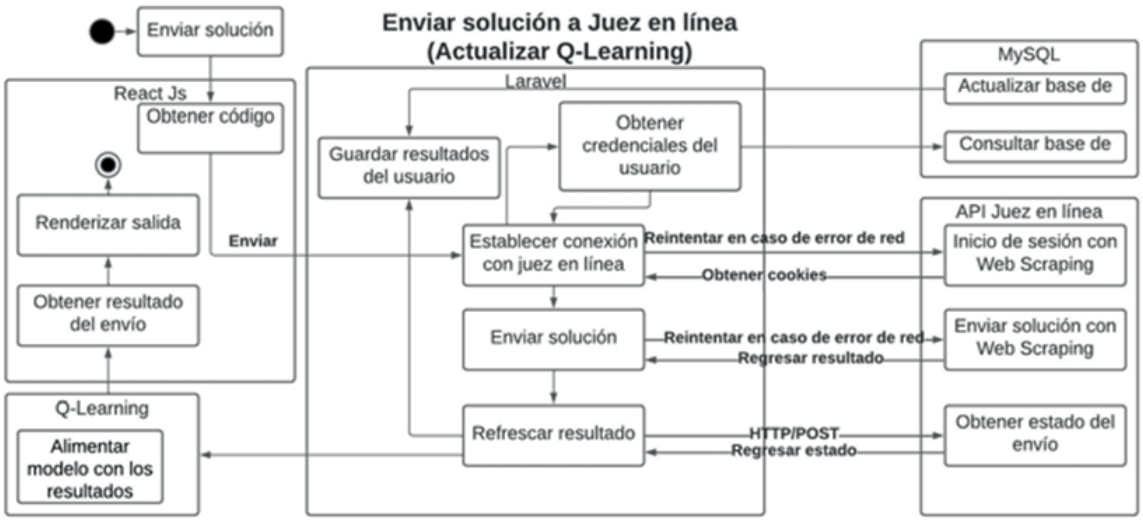


Fig. 2. Interfaz para la resolución del problema.

Para el sistema de entrenamiento, como se muestra en la Fig, 2 se integró el juez en línea de Codeforces, permitiendo a los usuarios practicar con problemas reales. Se implementó, además, un algoritmo de Q-Learning para seleccionar problemas adaptados al nivel y progreso del usuario, optimizando su experiencia de aprendizaje.

3.4. Fase de pruebas y puesta en producción

Se realizaron pruebas con usuarios para refinar la interfaz, visualizada en la Fig. 3 y, corregir errores. Finalmente, el sistema se implementó en un servidor web, enfrentando desafíos como la configuración de compilados y la dependencia del servidor externo de Codeforces.

Fig. 3. Interfaz para la resolución del problema. Resultados experimentales

Resultados experimentales

El sistema desarrollado cumple con el propósito fundamental que es el de funcionar como un entrenador para programación competitiva. Se ha puesto en evaluación con 56 estudiantes universitarios tomando en cuenta las estadísticas que tienen en la plataforma para seleccionar los problemas que deben de ser resueltos con el objetivo de mejorar.

Antes de iniciar con el uso de la plataforma se les pide a los usuarios que contesten a la pregunta: ¿Qué nivel de programación crees tener? Para lo cual los resultados se pueden visualizar en la Fig. 4 siguiente.

Fig. 4. Porcentaje de respuesta a la pregunta: ¿Qué nivel de programación crees tener?

El sistema cuenta con una interfaz gráfica y con las herramientas necesarias para que los usuarios puedan resolver los ejercicios de programación sin la necesidad de utilizar alguna otra herramienta, esto permite que se pueda utilizar la plataforma desde cualquier dispositivo.

El sistema es capaz de obtener los problemas desde la plataforma de ‘Codeforces’, la cual cuenta con un amplio repositorio de problemas y cuenta con un juez para realizar la evaluación de las soluciones que son implementadas por los usuarios. Para realizar esta conexión se cuenta con un sistema tolerante a fallas de conexión entre la plataforma de ‘Codeforces’ y el sistema.

Se logró incluir un editor de código y un compilador para brindar una experiencia completa a los usuarios al momento de practicar para los concursos de programación competitiva. Esto se logró al utilizar APIs para el editor de código y otra para realizar la compilación y ejecución de código.

El algoritmo de aprendizaje automático implementado resulta ser rápido en la toma de decisiones, “Q-learning es un algoritmo de aprendizaje por refuerzo que busca aprender la función de valor de acción óptima para un proceso de decisión de Markov. Este algoritmo actualiza los valores Q que representan la calidad de una acción en un determinado estado, utilizando una fórmula que incorpora la recompensa inmediata y la estimación de los valores futuros, aprendiendo a tomar decisiones que maximicen la recompensa total acumulada a largo plazo” [8].

Sin embargo, existen otros algoritmos de aprendizaje automático que tienen un mejor nivel de precisión a cambio del rendimiento. La propuesta de nuevos problemas la genera mediante el aprendizaje reforzado donde se va aumentando o disminuyendo la dificultad de los problemas según el progreso, esto puede ayudar a mejorar las habilidades a los estudiantes en un tiempo menor en comparación a que sí estudiaran por su cuenta.

Por último, a la pregunta al final de la evaluación del sistema de que, si seguirían utilizando el sistema, los resultados se pueden visualizar en la Fig. 5

Fig. 5. Porcentaje de respuesta a la pregunta: ¿Seguirías utilizando el sistema?

4 Conclusiones y trabajo futuro

La metodología seleccionada para el desarrollo del sistema permitió tener un tiempo de desarrollo aceptable y con resultados favorables, ya que se logró tener funcionando el sistema con las características definidas y con un entorno completo para permitir que los usuarios utilicen la plataforma.

El sistema funciona conforme a lo esperado, y cuenta con la mayoría de las características con las que fue definido durante la fase de diseño, siendo así un sistema que ya está listo para empezar a ser utilizado por aquellas personas que desean mejorar sus habilidades en programación competitiva, obteniendo un 81% de aceptación en un grupo de 56 personas.

El diseño que se planteó para el sistema fue el adecuado para aceptar las funciones que estaban definidas y para aceptar las nuevas funcionalidades que se tienen planeadas para ser implementadas en fases posteriores de desarrollo.

Existen múltiples mejoras que se le pueden implementar al sistema, ya que este fue diseñado y concebido para ello, desde su fase de diseño se preparó para poder recibir mejoras futuras, como lo serian el manejo de configuraciones para la interfaz y las plantillas utilizadas para escribir el código de las soluciones, implementar nuevas funcionalidades para buscar problemas manualmente, poder ver soluciones de los demás usuarios, tener un área para tener duelos con otros usuarios, en conclusión se pueden agregar muchas mejoras para tener un sistema más completo.

Una de las mejoras más importantes que se podrían realizar en el sistema es la de utilizar más de un juez para realizar la selección de los problemas y la evaluación de los mismos, ya que de esta manera reducimos la probabilidad de tener el sistema fuera de servicio debido a fallas en los servidores de los jueces.

Referencias

Wikipedia, “Competitive Programming,”Wikipedia, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Competitive_programming. [Accessed23Enero2023].

Y. Pisarchyk. “Countries with at least one participant in Hall of Fame - Competitive Programming Hall Of Fame”. cphof.org. https://cphof.org/countries (accedido el 10 de agosto de 2023).

Universidad Panamericana. “¿Qué es la programación competitiva?” Mejora tu futuro con la mejor universidad de México - UP. https://blog.up.edu.mx/ags/ingenieria-inteligencia- artificial-programcion-competitiva-up-ags (accedido el 10 de agosto de 2023).

M. Abdel-Wahab. “Coach Academy”. Coach Academy. https://coachacademy.club/about-us (accedido el 10 de agosto de 2023).

Farama Foundation. “Gymnasium Documentation”. Gymnasium Documentation. https://gymnasium.farama.org/index.html (accedido el 10 de agosto de 2023).

Chávez, J. L., & Franzoni, A. L. (2023). Sistema de Apoyo para Desarrollar la Habilidad de Pensamiento Computacional Basado en la Programación Competitiva: Support System to Develop Computational Thinking Skills

Based on Competitive Programming. Tecnología Educativa Revista CONAIC, 10(3), 36-41.

T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein, Introduction to Algorithms, third edition. MIT Press, 2009.

R. S. Sutton and A. G. Barto, Reinforcement Learning: An Introduction, 2nd ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2018.

Capítulo 9

Construcción de un robot móvil autónomo para mejorar el aprendizaje de la asignatura de Microcontroladores

Ricardo Álvarez González [1], Brian Manuel González Contreras [2],
Alba Maribel Sánchez Gálvez1 y Agustín Guzmán Cortes[3]

[1] Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Av. San Claudio y 18 sur, Col. San Manuel, Puebla, Pue., 72570. México
{ricardo.alvarez, alba.sanchez}@correo.buap.mx

[2] Universidad Autónoma de Tlaxcal, Campus Apizaco,
Carretera Apizaquito s/n, San Luis Apizaquito, Apizaco Tlaxcala 90401, México.
brianmanuel.gonzalez@uatx.mx

[3] Universidad Tecnológica de Puebla,
Antiguo camino a la Resurrección 1002-A, Zona Industrial, Puebla Pue, 72300. México,
agustin.guzman@utpuebla.edu.mx

Resumen. Se propone la estrategia lúdica y didáctica de construir un robot móvil autónomo con ruedas (RMAR), con componentes comerciales de fácil adquisición y costo accesible, para motivar a los alumnos de la asignatura de Microcontroladores, impartida comúnmente en las Ingenierías en Electrónica y Mecatrónica. Se describen los componentes del RMAR y se presenta un algoritmo de control de navegación libre con evasión de obstáculos, que se puede implementar con cualquier microcontrolador, programándolo en lenguaje de bajo o alto nivel. Se muestra el código de las funciones principales en lenguaje C en el IDE de Arduino. La propuesta también refuerza conceptos de electrónica de potencia y fomenta el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo entre los alumnos.

Palabras clave: Robot móvil autónomo, Evasión de obstáculos, Arduino.

Abstract. The playful and didactic strategy of building a wheeled autonomous mobile robot (WAMR) is proposed, with components of the shelf that are easy to acquire to motivate students of the Microcontrollers subject, commonly taught in Electronics and Mechatronics Engineering. The components of the WAMR are described and a control algorithm with obstacle avoidance is presented that can be implemented with any microcontroller, programming it in low- or high-level language. The code of the main functions in C language in the Arduino IDE is shown. The proposal also reinforces power electronics concepts and encourages the development of teamwork skills among students.

Keywords: Autonomous Mobile Robot, Obstacle Avoidance, Arduino.

1 Introducción

Algunas asignaturas de varios planes de estudio de nivel licenciatura, necesitan una motivación para reforzar el interés de los estudiantes, en el caso de Microcontroladores su contenido comprende el análisis de la arquitectura y funcionamiento de los periféricos de un microcontrolador comercial, así como su programación en bajo y alto nivel, es impartida en las carreras de Ingeniería en Electrónica y Mecatrónica. Una vez que los alumnos han adquirido los conocimientos mencionados, es conveniente que los apliquen en un caso práctico, que sea interesante y rete su creatividad e imaginación. Por ello, en este trabajo se propone el desarrollo de un prototipo de robot móvil autónomo con ruedas (RMAR), que los estudiantes pueden construir por sí mismos, ya que las piezas que lo componen son comerciales y de fácil acceso; y pueden controlarlo con lo aprendido en la mencionada asignatura.

2 Estado del arte

En [1], los autores presentan una plataforma robótica general con ruedas para desarrollar tareas de localización y mapeo en ambientes académicos. Utilizan un microcontrolador Arduino Uno para desarrollar el control del robot, así como una plataforma comercial de robot móvil con orugas denominada Zumo, la cual contiene los motores de CD para la tracción del sistema, así como un giroscopio de 3 ejes, que puede utilizarse para percibir la aceleración, orientación y rotación del robot. El robot se desplaza en un escenario plano sin obstáculos de 2 x 2 m delimitado por una franja obscura que el robot percibe con sensores infrarrojos ubicados en su base. La tarea del robot es moverse en línea recta hasta que alcanza el límite del escenario y realiza entonces algunos giros aleatorios para enfilar hacia una nueva trayectoria.

En [2], los autores presentan el diseño de hardware y software de una plataforma robótica móvil, útil para realizar labores de enseñanza e investigación en algoritmos de control para vehículos autónomos o tele operados. El robot cuenta con un microcontrolador MC9S12 de 16 bits; posee sensores de luz infrarroja, ultrasonido, iluminación y codificadores rotatorios para los motores. Mencionan las ventajas económicas de diseñar y construir esta plataforma que usarán para prueba de algoritmos de control de robots móviles en ambientes reales.

En [3], presentan la comparación de un controlador difuso con controladores clásicos PID de un robot móvil autónomo diferencial construido con piezas comerciales, en la solución del problema de seguimiento de pared. El robot está equipado con tres sensores ultrasónicos, usa dos motores de CD, un puente H y usa un microcontrolador Arduino Uno para implementar los algoritmos de control del robot, concluyen que el algoritmo que obtuvo un mejor desempeño fue el difuso.

Como se puede apreciar en las referencias mencionadas, la construcción de RMAR con elementos comerciales en ambientes académicos, es una actividad recurrente que sirve de verificación experimental de planteamientos y desarrollos teóricos, lo cual repercute significativamente en el aprendizaje y desarrollo de habilidades en los alumnos en diversas asignaturas y niveles académicos.

3 Metodología

En esta sección primero presentamos brevemente los conceptos relacionados con los RMAR y después proponemos un algoritmo de navegación libre con evasión de obstáculos.

3.1. Robots móviles autónomos con ruedas

Su usó la configuración de robot móvil diferencial, consistente de un par de ruedas ubicadas una opuesta a la otra, sobre el mismo eje del robot, pero con movimiento independiente, cada una de las cuáles es impulsada por un motor de corriente directa (CD), y una tercera rueda giratoria para darle estabilidad al sistema, pero no es impulsada por ningún motor. El giro del robot se realiza al variar la velocidad de giro de cada rueda, por ejemplo, si la rueda izquierda se detiene o gira más despacio que la rueda derecha, entonces el vehículo girará a la izquierda, invirtiendo este proceso se realiza un giro a la derecha, este es el mismo principio con el que una silla de ruedas puede girar, y constituye un método muy simple para dotar al robot de la posibilidad de girar, sin la necesidad de un mecanismo adiciona para darle dirección al móvil. [4].

3.2. Tareas típicas de los RMAR

Básicamente las tareas típicas de los RMAR consisten en:

- Planeación y seguimiento de trayectorias y
- Navegación autónoma, para desplazarse de un punto origen y llegar a uno de destino.

Los espacios de trabajo del robot pueden ser libres de obstáculos y delimitados de alguna manera que los sensores del robot puedan reconocerlo, pero también pueden ser con obstáculos estáticos o dinámicos. Estas dos opciones tienen una diversidad de aplicaciones prácticas en escenarios reales, como podría ser el transporte de objetos, la exploración no tripulada en ambientes peligrosos para las personas, realizar algún trabajo adicional mientras el RMAR se desplaza, como por ejemplo aspirar el piso, como lo realizan los robots aspiradoras tipo Roomba, etc. En este trabajo, la tarea asignada al prototipo de RMAR consiste en desplazarse libremente en un ambiente interior, evadiendo obstáculos.

3.3. Descripción del RMAR y sus componentes

Se muestra en la tabla 1 los elementos necesarios para construir el RMAR. El kit de chasis incluye la base, los motorreductores y las ruedas, además de los tornillos y hasta un receptáculo para cuatro baterías AA, para obtener un voltaje de 6v, pero también se pueden utilizar las baterías recargables de reserva para teléfonos móviles, que típicamente suministran 5v para alimentar el sistema. El puente H es la etapa de potencia que mediante los puertos de entrada-salida (GPIO) del microcontrolador, le suministra la energía necesaria a cada motor y permiten invertir el sentido de giro, para que el RMAR pueda avanzar en reversa y dar vuelta a la derecha o izquierda.

Componente	Costo unitario
Kit chasis: base de acrílico, dos motorreductores con ruedas deplástico, rueda loca, tornillería, porta pilas (4 x AA)	$180.00
Puente H de dos canales L298N	$ 50.00
Microcontrolador ATmega 328P (Arduino-uno)	$ 216.00
Sensores ultrasónicos HC-SR04	$ 35.00
Interruptor de fin de carrera	$ 5.00
Tablilla de prototipos 400 puntos	$ 32.00
Total	$ 518.00

Tabla 1. Lista de componentes del RMAR.

El sensor ultrasónico HC-SR04 que se ubicará al frente del chasis del vehículo, le permite conocer la distancia a la que se encuentra un obstáculo o pared ubicada enfrente del robot, el rango de medición del sensor es desde 2 cm hasta 400 cm. Debajo del HC-SR04 también se instala el sensor de fin de carrera detector de colisiones.

En la parte izquierda de la figura 1 se muestran los componentes que integran el RMAR, y a la derecha se observa el prototipo armado.

Componentes principales del RMAR Prototipo Armado

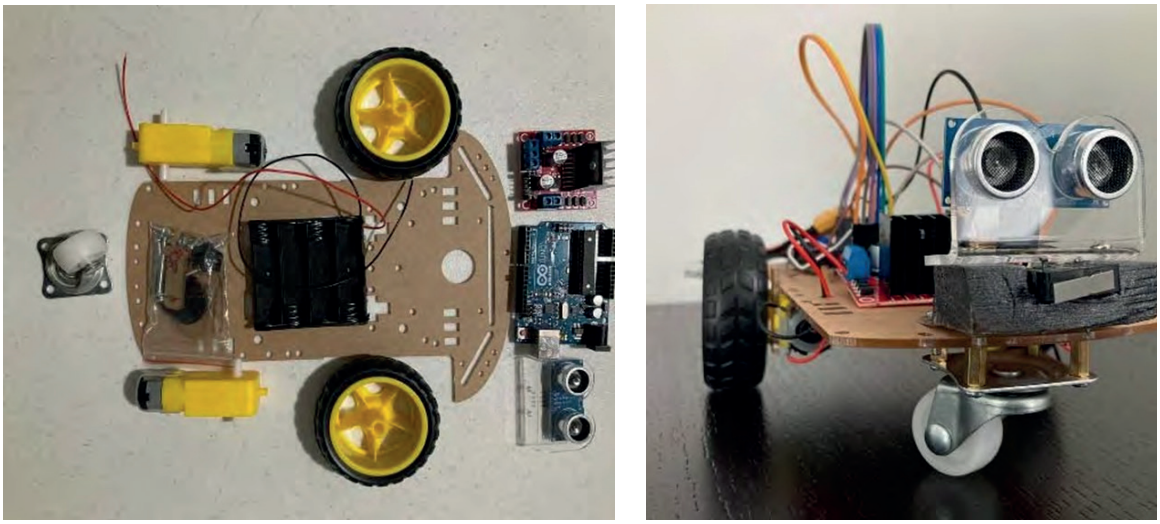


Fig. 1. Componentes y prototipo armado

3.4. Algoritmo de navegación libre con evasión de obstáculos

Como se aprecia en la figura 2, él algoritmo de control propone que el RMAR avance hacia adelante, cada medio segundo el sensor ultrasónico mide la distancia, si detecta un obstáculo ubicado a una distancia menor de la mínima establecida, se detiene, se mueve en reversa y realiza una vuelta a la derecha.

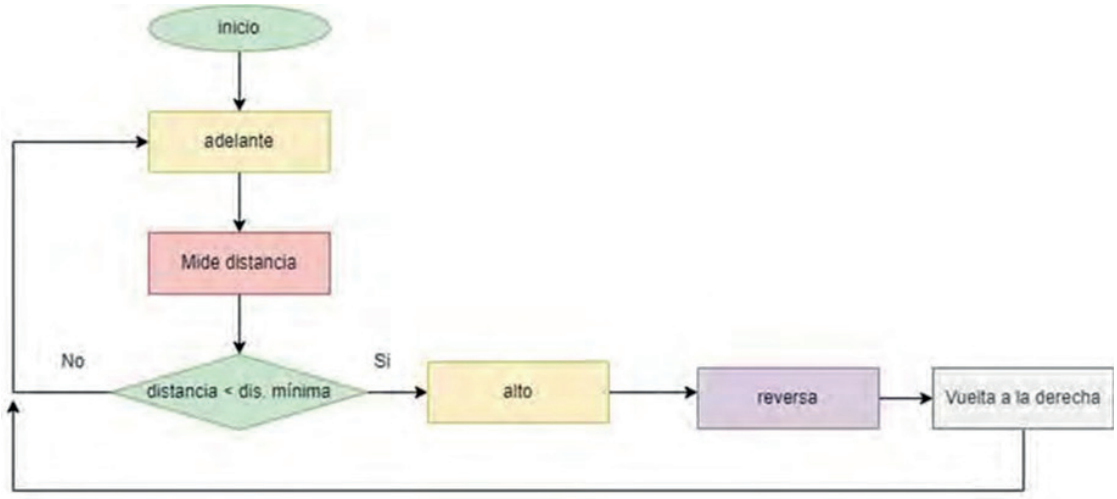


Fig. 2. Algoritmo de navegación mediante un sensor ultrasónico medidor de distancia

```
void RSI(){
  PWM=PWM-25; //Reduce PWM en 10% if (PWM
  < 127){
    PWM=127;  //PWM mínimo 50%
  }
    float medisF() {
        digitalWrite(Tr, LOW);
        delayMicroseconds(3);
        digitalWrite(Tr, HIGH);
        delayMicroseconds(10);
        digitalWrite(Tr, LOW);
        float duracionF=pulseIn(Ec, HIGH); float
        distanciaF=(duracion * 0.034 /2); return
        distanciaF;
}
```

```
void loop() { adelante
(); delay(500);
float distancia= medisF() if(distancia
 < 30)
      {
       alto (); delay(500);
       reversa();
       delay(1000);
       derecha();
       delay(500);
      }
}
```

Tabla 2. Funciones del algoritmo de control:
servicio de interrupción, medición de distancia y ciclo infinito

El interruptor de fin de carrera detecta la colisión frontal del robot contra algún obstáculo o pared, generando una interrupción externa al microcontrolador y en su rutina de servicio de interrupción (RSI) se disminuye la velocidad en un 10%, hasta llegar al valor mínimo de modulación de ancho de pulso (PWM) de 50% para garantizar que se suministra la energía mínima necesaria que el robot pueda desplazarse.

El algoritmo mostrado en la figura 2, se puede implementar con cualquier microcontrolador, tanto en lenguaje de bajo nivel ensamblador o mediante un lenguaje de alto nivel. En este caso se trabajó con el microcontrolador ATmega 328P contenido en la tarjeta de desarrollo Arduino Uno y el IDE de Arduino.

En la tabla 2, se muestra a manera de ejemplo del código, algunas funciones del programa: la rutina de servicio de interrupción RSI() que se ejecutará cuando se active el interruptor de fin de carrera detector de colisiones, medisF() que mide la distancia mediante el

sensor ultrasónico, y también se muestra el código correspondiente a la función principal loop(), que se ejecutará permanentemente, mientras esté encendido el microcontrolador.

4 Resultados experimentales

Se implementó el algoritmo descrito en la figura 2 en el microcontrolador ATmega 328P contenido en la tarjeta de desarrollo Arduino Uno, y se verificó el funcionamiento del RMAR en un espacio de 3m x 3m con cajas de cartón como obstáculos. El valor de PWM inicial de los motores es del 80%, y debido a que el robot llegó a colisionar tres veces, mediante la función RSI() el RMAR llegó a la velocidad mínima de desplazamiento correspondiente a un PWM del 50%, lo cual nos indica que si usamos este valor en las funciones adelante() y reversa() se obtendrá una navegación del RMAR con menor probabilidad de colisión. Si el obstáculo no se encuentra exactamente enfrente del RMAR, por ejemplo, de manera diagonal, no puede percibirlo y se producen colisiones, lo cual implica un reto adicional para los alumnos, en donde se les invita a realizar adiciones al sistema propuesto para resolver la situación.

5 Conclusiones y trabajo futuro

El prototipo propuesto del RMAR es un reto interesante para los alumnos de la asignatura de Microcontroladores, en donde aplican los conocimientos recién adquiridos, también reafirman conceptos de electrónica de potencia al interactuar con el puente H, y desarrollan habilidades de compromiso y liderazgo que implica el trabajo en equipo.

Como trabajo futuro se puede proponer otra versión de RMAR agregándole un par de medidores ultrasónicos de distancia, para compensar las limitaciones de percepción del entorno al contar con un solo HC-SR04 y colocarlos de manera estratégica para encomendarle al RMAR otro tipo de tareas, como podría ser el seguimiento de paredes para que pueda navegar en entornos tipo laberinto.

Referencias

[1] Gause Jaman, G., Farheen, N., & Schoen, M. P. (2020). Cost effective mobile robots navigation and mapping system for education. Intermountain Engineering, Technology and Computing (IETC).

[2] Muñoz, N. D., Andrade, C. A., & Londoño Ospina, N. (2006). Diseño y construcción de un robot móvil orientado a la enseñanza e investigación. INGENIERÍA & DESARROLLO, 19(January-June), ISSN: 0122-3461.

[3] Gutiérrez, J. F., Villanueva, M. G., & Ramírez Zavala, S. (2021). Robot móvil autónomo: Pruebas de control proporcional difuso y proporcional para el seguimiento de pared. Artículos del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Hidalgo, 13(9), ISSN online 1946-5351.

[4] Warren, J. D., Adams, J., & Molle, H. (2011). Arduino Robotics. Apress.

[5] González-Nalda, P., Etxeberria-Agiriano, I., & Calvo, I. (2016). Towards a generic architecture for building modular CPS as applied to mobile robotics. University of the Basque Country (UPV/EHU), Vitoria-Gasteiz, Spain.

Capítulo 10

Percepción del uso del ChatGPT en estudiantes de una escuela de negocios

Sandra Imelda Placeres Salinas[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León.
Facultad de Contaduría Pública y Administración-Campus Cd.

Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León.
sandra.placeressl@uanl.edu.mx cel.: 8183091160

Resumen. El objetivo de este estudio es analizar cómo los estudiantes de educación superior de una escuela de negocios perciben y manejan el uso de ChatGPT en sus actividades académicas. Se realizó un estudio cuantitativo descriptivo mediante un cuestionario aplicado a alumnos de diferentes carreras de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Los resultados mostraron que más de la mitad de los encuestados habían utilizado ChatGPT en sus prácticas escolares, y casi la totalidad consideraba conveniente su uso en tareas formativas. Además, la mayoría sí percibió mejoras en su capacidad y habilidades de aprendizaje. La dependencia en este instrumento para las tareas escolares fue baja y consideraron que los profesores se encontraban preparados para utilizar esta tecnología, mejorando si reciben capacitación adecuada. Se recomienda a las instituciones educativas considerar la integración de herramientas de inteligencia artificial en las diferentes asignaturas teniendo en cuenta las limitaciones y riesgos asociados de esta herramienta.

Abstract. The aim of this study is to analyze how higher education students from a business school perceive and manage the use of ChatGPT in their academic activities. A quantitative descriptive study was conducted through a questionnaire applied to students from different majors at the Universidad Autónoma de Nuevo León. The results showed that more than half of the respondents had used ChatGPT in their school practices, and almost all considered its use convenient in educational tasks. In addition, the majority perceived improvements in their capacity and learning skills. The dependence on this tool for school tasks was low and they considered that teachers were prepared to use this technology, improving if they receive adequate training. It is recommended that educational institutions consider integrating artificial intelligence tools in different subjects, considering the limitations and risks associated with this tool.

Keywords: Inteligencia artificial (IA), ChatGPT, Escuela de negocios.

1 Introducción

La inteligencia artificial (IA) ha experimentado un auge impresionante en los últimos 2 años. La historia de la IA comenzó en tiempos antiguos, pero su evolución moderna inició en 1956 en la conferencia de Dartmouth College en Estados Unidos (Abeliuk y Gutiérrez, 2021). Desde entonces, tanto el gobierno como la industria respaldaron su desarrollo, lo-

grando avances significativos en las décadas siguientes. En los años 50 se introdujo el algoritmo General Problem Solver (GPS) y el lenguaje de programación Lisp, seguido por la creación de ELIZA en los años 60, uno de los primeros programas de procesamiento de lenguaje natural. En las décadas de 1970 y 1980 se destacaron los sistemas expertos, programas de computadora con nivel de experiencia humana. En los años 90, con la popularización de Internet, la IA se expandió y surgieron algoritmos de aprendizaje automático, así como asistentes personales virtuales como Siri, Cortana y Alexa (Lee, 2020).

La IA es un campo de la informática que investiga y crea sistemas para realizar actividades que requieren inteligencia humana, como reconocer patrones, tomar decisiones o resolver problemas (Flores y García, 2023). El ChatGPT (Generative Pre-trained Transformer) es una herramienta de OpenAI, cuyo lanzamiento data de noviembre de 2022. Está basada en inteligencia artificial y ha sido considerada como una alternativa a los buscadores en internet, ya que no solo encuentra información, sino que la resume de manera comprensible. Aunque originalmente fue diseñada para imitar conversaciones humanas, ChatGPT tiene la capacidad de crear poesía, historias, novelas y otras tareas dentro de su alcance (Tlili et al., 2023).

Por lo que su uso ha demostrado ser muy útil como herramienta educativa y de autoaprendizaje. Según Fijačko et al., 2023, ChatGPT ha demostrado ser una herramienta efectiva para consulta y aprendizaje personal, mostrando resultados alentadores. La inteligencia artificial en la educación está en constante crecimiento y se espera que continúe aumentando en el futuro. Según la UNESCO, la inteligencia artificial puede promover la inclusión y equidad en la educación, mejorar la calidad de la enseñanza y la evaluación y fomentar habilidades relevantes para el mercado laboral. Se prevé que el mercado global de la educación basada en inteligencia artificial alcance los 3.68 mil millones de dólares en 2023, según datos de Senegal (2023). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es identificar la Percepción del uso del Chat GPT en estudiantes de una escuela de negocios.

2 Estado del arte

Se han examinado diversos estudios sobre el uso de ChatGPT en la educación, pero pocos se han centrado en la implementación y la adopción de esta herramienta en el ámbito educativo, dado que es relativamente nueva y ha sido lanzada recientemente a nivel mundial. Esta falta de investigación se ha observado incluso en países en desarrollo, especialmente en instituciones de educación superior. El objetivo es proporcionar un respaldo teórico para una mejor comprensión de los beneficios y algunas limitaciones de esta herramienta.

En un estudio reciente realizado por Deveci Topal et al. (2021), se utilizó una aplicación ChatGPT para enseñar sobre los “Estados de la materia” en un curso de Ciencias de quinto grado. Los estudiantes formularon preguntas al ChatGPT, el cual respondió y generó texto escrito. Según el estudio, los estudiantes expresaron que pudieron ampliar su conocimiento sobre las lecciones y otras áreas gracias a ChatGPT.Por otro lado, Shoufan (2023) examinó cómo ChatGPT afecta a la educación, resaltando la valoración positiva de los estudiantes hacia esta herramienta, ya que la encontraron útil, interesante y motivadora. Sin embargo, también reconocieron su falta de precisión y la necesidad de tener un conocimiento sólido para utilizarla eficazmente.

Los estudios sobre el uso de GPT en la educación han arrojado resultados diversos, algunos han demostrado resultados alentadores, mientras que otros han destacado posibles limitaciones y preocupaciones. Por ejemplo, un estudio que analizó el uso de chatbots basados en GPT para el aprendizaje de idiomas demostró que estos eran efectivos para mejorar la competencia lingüística de los estudiantes, pero también señaló que su eficacia estaba relacionada con la calidad del chatbot y el diseño de las actividades de aprendizaje. Además, se encontró que algunos estudiantes prefirieron interactuar con profesores humanos, lo que indica que los chatbots basados en GPT no deberían reemplazar por completo a los maestros humanos (Lund & Wang, 2023; Lund et al.,2023).

Según OpenAI (2022), la implementación de chatbots de IA en las instituciones de educación superior podría contribuir a la personalización de la educación. Esto se lograría adaptando los materiales de estudio y las actividades de aprendizaje a las necesidades individuales de cada estudiante, lo que a su vez mejoraría su rendimiento académico. Por lo tanto, es fundamental que las instituciones inviertan en tecnologías de IA y capaciten a su personal para aprovechar al máximo el potencial de los ChatGPT en el ámbito educativo. En otro estudio realizado, se examinaron los determinantes que impulsan el uso de ChatGPT en el aprendizaje entre los estudiantes de instituciones de educación superior. Se empleó un modelo basado en la teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología, realizando un estudio piloto para evaluar la confiabilidad del instrumento utilizado.

Cabe agregar, que se analizaron 1117 respuestas a través de Modelado de Ecuaciones Estructurales de Mínimos Cuadrados Parciales y Análisis de Importancia-Desempeño. En donde las condiciones facilitadoras fue el determinante más fuerte de la intención conductual para usar ChatGPT, mediante el análisis de importancia-desempeño, se encontró que las condiciones facilitadoras fueron el determinante más significativo para la intención conductual, y la intención conductual el más importante para el uso de ChatGPT. (Habibi, 2023).

3 Metodología utilizada

Este estudio utilizó un enfoque cuantitativo descriptivo para examinar cómo se utiliza y se percibe ChatGPT en la educación superior. Se implementó una estrategia metodológica que involucra cuatro aspectos esenciales para asegurar la recolección completa y efectiva de datos: población objetivo, el método de recolección de datos, el instrumento de medición y análisis de los datos. Se eligió una muestra de 820 estudiantes universitarios inscritos en la Universidad Autónoma de Nuevo León, pertenecientes a una escuela de negocios con diversas carreras con el objetivo de obtener una visión general de las opiniones y percepciones sobre el uso de ChatGPT.

Se diseñó un cuestionario que se distribuyó a través de Google Forms, en el mes de abril, utilizando esta herramienta en línea para garantizar la recopilación de información de manera efectiva y segura. Se compartió el enlace al formulario a través de WhatsApp y grupos de Teams de las diferentes asignaturas y carreras, facilitando así el acceso de los estudiantes al mismo. La encuesta tomó como base el instrumento que aplicó en su trabajo García Sánchez, (2023), donde se le adaptaron otras preguntas que, de acuerdo con la literatura revisada al autor de este trabajo le parecieron importantes considerar en este estudio. Dicha encuesta consistió en 20 preguntas, divididas en dos secciones.

La primera sección abordaba los aspectos demográficos de los participantes, mientras que la segunda evaluaba la percepción de los estudiantes sobre diferentes aspectos del uso de ChatGPT. Además se incluía la conveniencia de su uso, su impacto en la capacidad de investigación y análisis de datos académicos, la mejora en las habilidades de escritura, sintaxis y gramática, la satisfacción con la precisión de las respuestas, la adaptabilidad a las necesidades de aprendizaje, la dependencia en su uso, el aspecto motivacional y emocional sin la asesoría del profesor, la preparación de los profesores para incorporarlo, la desigualdad digital, su importancia en las actividades académicas y recomendaciones para otros alumnos, utilizando escalas de Likert.

En relación con el análisis de datos, una vez recopilada la información, se realizó un análisis descriptivo para examinar los resultados de la encuesta. Se calcularon frecuencias y porcentajes para las respuestas de los participantes mediante el software estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

4 Resultados

En esta sección, se muestran los resultados obtenidos de la encuesta aplicada sobre la percepción del uso del ChatGPT en estudiantes de una escuela de negocios. Se llevó a cabo el análisis de los datos recabados de la Universidad Autónoma de Nuevo León. En esta primera fase se muestran los resultados demográficos, donde se aprecia en la fig.1 que el 51 % de los estudiantes encuestados fueron de género femenino y el 49 % masculino. Por lo tanto, existe una distribución equilibrada entre ambos géneros. Con respecto a la edad, en la fig. 2 se observa que la mayoría de los estudiantes (66.6 %) encuestados tienen entre 17 y 20 años, le siguen los de 21 y 25 años con un 31.5 % y por último entre 26 y 30 años un 2.6 % de los estudiantes. En relación con la carrera que cursan se aprecia en la fig.3 que la mayoría, (40.9%) pertenecen a la carrera de Lic. En Administración, seguido de Contador Público con un 33.5%, la de Lic. en Tecnologías de información con un 23.0%, Lic. en responsabilidad social con un 1.3% y finalmente la carrera de Lic. En Negocios internacionales con un 1.2%. Estos datos demográficos ofrecen una perspectiva general sobre las características de los alumnos de la Universidad Autónoma de Nuevo León que formaron parte de la encuesta.

Fig. 1. Género de los encuestados

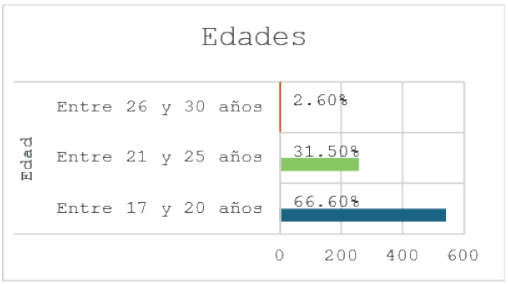


Fig.2 Edades

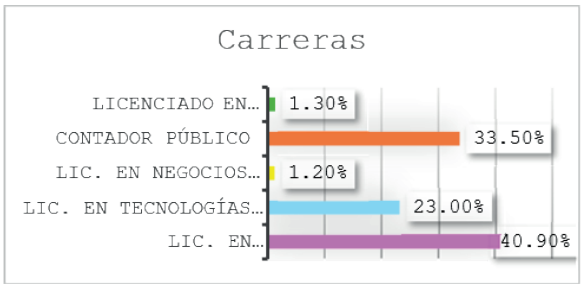


Fig.3 Carreras de la escuela de negocios

En la segunda sección, en la Tabla.1 se presentan los datos relacionados con el uso del ChatGPT por parte de los estudiantes de la escuela de negocios, donde se muestran los siguientes resultados: en la pregunta 5, la mayoría (76.1%) respondió que, si han considerado el uso de ChatGPT en sus actividades académicas, mientras que el 23.9% no ha considerado usarlo. En relación con la pregunta 6, el 79.4 % considera que el ChatGPT puede ayudarle a complementar su aprendizaje académico, mientras que el 20.6% no lo considera así. Con respecto a la pregunta 7, el 81.4% menciona estar de acuerdo en que el ChatGPT le ayuda a agilizar sus tareas, Por otro lado, el 19.2% respondió no estar de acuerdo.

Con respecto a la 8 pregunta, el 70.1% contestó que el Chat GPT le ayuda a mejorar su autoaprendizaje por otro lado, el 29.9% contestó estar en desacuerdo. En la pregunta 9, el 68.7 % está totalmente de acuerdo en que el ChatGPT le ayuda a mejorar sus habilidades de escritura, sintaxis y gramática. Por otro lado, el 31.2% considera estar en desacuerdo. Por otra parte, en la pregunta 10, el 74.4% respondió que el ChatGPT se adapta a sus necesidades y preferencias de aprendizaje mientras que el 25.6% respondió que no. En la pregunta 11, más de la mitad de los encuestados respondieron que se encuentran satisfechos con la precisión de las respuestas proporcionadas por ChatGPT (65.9%,) y en cambio, el 34% contestaron que no están satisfechos. Por su parte en la pregunta 12, el 74.9% están de acuerdo en no tener una alta dependencia en el uso de ChatGPT para sus actividades académicas. Mientras que el 25.18% respondió estar en desacuerdo. En el caso de la pregunta 13, el 60.3% más de la mitad de los estudiantes, consideran en sentir que sus profesores están preparados para incorporar el uso de ChatGPT en sus actividades académicas, mientras que el 39.8% no lo sienten así. En la pregunta 14, la mayoría de los estudiantes (82.5%) creen que sus profesores pudieran sacar más provecho del ChatGPT en el aula si se les proporcionara una capacitación adecuada, mientras que el 17.6% respondió que no lo creen.

En el caso de la pregunta 15, donde se les preguntó si creían que era recomendable que las facultades incorporaran herramientas de Inteligencia Artificial como ChatGPT en las actividades académicas, la gran mayoría (82.3%) contestó estar de acuerdo con ello. Por otra parte, el 13.6% respondió no estarlo. En lo que respecta a la pregunta 16, donde se les cuestionó si creían poder recomendar el uso de ChatGPT a otros estudiantes para sus actividades académicas, más de la mitad de los estudiantes (77.2%) respondieron que si lo recomendarían. Mientras tanto, el resto (22.8%) respondió no estar de acuerdo en hacerlo. Por otro lado, en la pregunta 17 la gran mayoría (93.3%) respondió estar consciente de que el ChatGPT le puede dar respuestas sesgadas o incorrectas y el 6.7% contestó que no lo está.

En cuanto a la pregunta 18, la mayoría de los encuestados (73.7%) reconoce que con el uso del ChatGPT se está creando una desigualdad digital entre los estudiantes y profesores que la utilizan con aquellos que no, mientras que el 26.2% respondieron que no lo creen. En cuanto a la pregunta 19, la mayor parte de los encuestados (69.8%) contestaron que el uso del ChatGPT no les proporciona la motivación, el apoyo emocional y el acompañamiento como lo tienen con su profesor. Por otra parte, el 30.2% respondió estar en desacuerdo. Por último, en la pregunta 20 la mayoría de ellos (88.9%) contestaron que conocen los riesgos asociados con el ChatGPT de la Inteligencia artificial (IA), mientras el 11.1% manifestó que no los conocen.

Ítems	Totalmente de acuerdo f %	De acuerdo f %	En desacuerdo f %	Totalmente en desacuerdo f %
Considero conveniente el uso de ChatGPT en mis actividades académicas	194 23.7%	430 52.4%	138 16.8%	58 7.1%
Creo que el ChatGPT puede ayudarme a complementar mi aprendizaje académico	234 28.5%	417 50.9%	137 16.7%	32 3.9%
El ChatGPT me ayuda a agilizar mis tareas	253 30.9%	414 50.5%	115 14.6%	38 4.6%
Creo que el Chat GPT me ayuda a mejorar mi autoaprendizaje	198 24.1%	377 46.0%	195 23.8%	50 6.1%
El ChatGPT me ayuda a mejorar mis habilidades de escritura, sintaxis y gramática	184 22.4%	380 46.3%	202 24.6%	54 6.6%
El ChatGPT se adapta a mis necesidades y preferencias de aprendizaje	184 22.4%	426 52.0%	168 20.5%	42 5.1%
Me siento satisfecho con la precisión de las respuestas proporcionadas por ChatGPT	134 16.3%	407 49.6%	225 27.4%	54 6.6%
Siento que tengo una alta dependencia en el uso de ChatGPT para mis actividades académicas	68 8.3%	138 16.8%	351 42.8%	263 32.1%
Siento que mis profesores están preparados para incorporar el uso de ChatGPT en sus actividades académicas	135 16.5%	359 43.8%	272 33.2%	54 6.6%
Creo que mis profesores pudieran obtener más provecho del ChatGPT en el aula si se les proporcionara una capacitación adecuada	231 28.2%	445 54.3%	105 12.8%	39 4.8%
Creo que es recomendable que las Facultades incorporen herramientas de Inteligencia Artificial como ChatGPT en las actividades académicas	209 25.5%	466 56.8%	111 13.5%	33 0.1%

Ítems	Totalmente de acuerdo f %	De acuerdo f %	En desacuerdo f %	Totalmente en desacuerdo f %
Creo que puedo recomendar el uso de ChatGPT a otros estudiantes para sus actividades académicas	200 24.4%	433 52.8%	147 17.9%	40 4.9%
Creo que puedo recomendar el uso de ChatGPT a otros estudiantes para sus actividades académicas	200 24.4%	433 52.8%	147 17.9%	40 4.9%
Estoy consciente de que el ChatGPT me puede dar respuestas sesgadas o incorrectas	415 50.6%	350 42.7%	50 6.1%	5 0.6%
Reconozco que con el uso del ChatGPT se está creando una desigualdad digital entre los estudiantes y profesores que la utilizan con aquellos que no lo usan	193 23.5%	412 50.2%	190 23.2%	25 3.0%
Creo que el uso del ChatGPT no me proporciona la motivación, el apoyo emocional y el acompañamiento como lo tengo con mi profesor	213 26.0%	359 43.8%	205 25.0%	43 5.2%
Conozco los riesgos asociados con el ChatGPT de la Inteligencia artificial (IA)	320 39.0%	409 49.9%	9.1%	16.0 2.0%

Tabla. 2. Percepción en el uso del ChatGPT

5 Conclusiones y futuras líneas de investigación

En este trabajo de investigación se realizó un estudio sobre la percepción de los estudiantes de una escuela de negocios del uso de ChatGPT en sus actividades académicas. Se encontró que la herramienta es utilizada como complemento en sus estudios, les ayuda a agilizar y completar tareas, así como a mejorar su autoaprendizaje. Los resultados ofrecen una visión detallada de la situación actual. Los hallazgos muestran que el ChatGPT mejora las habilidades de escritura, sintaxis y gramática de los usuarios, adaptándose a sus necesidades. Aunque les ofrece precisión en las respuestas y confianza al usarla, reconocen la posibilidad de respuestas sesgadas o incorrectas. A pesar de esto, no dependen de la herramienta para realizar sus actividades escolares y pueden abstenerse de utilizarla.

En cuanto a los profesores, los estudiantes piensan que ellos están preparados para usar herramientas de inteligencia artificial en el aula, pero necesitan recibir capacitación adecuada para lograr sacar el máximo provecho de esta. Es recomendable que las universidades incorporen estas herramientas, ya que los estudiantes perciben esta herramienta como apoyo en sus actividades académicas y también reconocen que se está generando una desigualdad digital entre quienes las utilizan y quienes no. Asimismo, el uso de esta herramienta no podría reemplazar la motivación, apoyo emocional y acompañamiento que brinda un profesor. Se sugiere implementar este tipo de herramientas como un apoyo para el estudiante en su formación académica y ofrecer capacitaciones tanto a docentes como a estudiantes sobre el uso ético y los riesgos del ChatGPT en instituciones educativas, utilizando la inteligencia artificial con precaución y conciencia de sus limitaciones. Es importante orientar a los estudiantes en su uso y a los desarrolladores a mejorar la precisión de las respuestas. Se plantea investigar como una línea futura de investigación la relación entre el ChatGPT y la integridad académica para prevenir problemas futuros.

Referencias

Abeliuk, A., Gutiérrez, C. (2021). Historia y evolución de la inteligencia artificial. Revista Bits de Ciencia, (21), 14 21. https://revistasdex.uchile.cl/index.php/bits/article/view/2767/2700

Deveci Topal, A., Dilek Eren, C., & Kolburan Geçer, A. (2021). Chatbot application in a 5th grade science course. Education and Information Technologies, 26(5), 6241-6265. https://doi.org/10.1007/s10639-021-

10627-8

Fijačko, N., Gosak, L., y otros 3 autores, (2023) Can ChatGPT pass the life support exams without entering the American heart association course? https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109732, Resuscitation, 185,

109732–109733.

Flores, J., & García, F. (2023). La vida algorítmica de la educación: Herramientas y sistemas de inteligencia artificial para el aprendizaje en línea. Research Group in InterAction and ELearning of the University of Salamanca. https://repositorio.grial.eu/handle/grial/2871

García Sánchez, O. V. (2023). Uso y percepción de ChatGPT en la educación superior. Revista De Investigación En Tecnologías De La Información, 11(23), 98–107. https://doi.org/10.36825/RITI.11.23.009

Habibi, A., Muhaimin, M., Danibao, B. K., Wibowo, Y. G., Wahyuni, S., & Octavia, A. (2023). ChatGPT in higher education learning: Acceptance and use. Computers and Education: Artificial Intelligence, 5(100190), 100190. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100190

Lee, K. (2020). Superpotencias de la inteligencia artificial. Editorial Planeta.

Lund, B. D., & Wang, T. (2023). Chatting about ChatGPT: ¿how may AI and GPT impact academia and libraries? Library Hi Tech News. 12. Lund,

B. D., Wang, T., Mannuru, N. R., Nie, B., Shimray, S., & Wang, Z. (2023). ChatGPT and a new academic reality: Artificial Intelligence-written research papers and the ethics of the large language models in scholarly publishing. Journal of the Association for Information Science and Technology.

OpenAI (2022). Patio de recreo en: www.OpenAI.com y https://beta.openai.com/playground

Senegal, S. (2023). Global Artificial Intelligence in Education Market Research. Market Research Future. https://www.marketresearchfuture.com/reports/artificial-intelligence-education-market-2935

Shoufan, A. (2023). Exploring Students' Perceptions of CHATGPT: Thematic Analysis and Follow-Up Survey. IEEE Access,11, 38805-38818. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3268224

Tlili, A., Shehata, B., y otros cinco autores. What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education, https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x, Smart Learning Environments, 10(1), 1-24 (2023)

Capítulo 11

Aprende con señas: Aplicación web para el aprendizaje de la lengua de señas mexicana

Angeles Belém Priego Sánchez[1], Héctor Miguel Méndez Herrera[1], Rosa María Flores Martínez[2]

[1]Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco,

Av. San Pablo Xalpa 180, San Martin Xochinahuac, Azcapotzalco, CDMX

{abps, al2912003733}@azc.uam.mx

[2]Universidad Autónoma de Nuevo León
Pedro de Alba S/N, Niños Héroes, Ciudad Universitaria, N.L. Rosa.floresma@uanl.edu.mx

Resumen. La aplicación presentada a lo largo de este proyecto es "Aprende con señas", la cual busca proporcionar una forma de aprender distinto a lo ya establecido, proporcionando una alternativa a la educación tradicional en el aprendizaje de la Lengua de Señas Mexicana (LSM). Por lo que se ofrece actividades recreativas que estimulen la curiosidad de las y los usuarios buscando generar integración dentro de la sociedad, tocando un tema de suma importancia para una amplia comunidad de mexicanos. "Aprende con señas" está dirigido al público interesado en aprender la LSM, siendo diseñado de tal forma que la aplicación web pueda ser del agrado de la niñez y personas adultas que busquen expandir sus horizontes con nuevo conocimiento.

Palabras clave: Lengua de señas mexicana, Aplicación web, aprendizaje.

Abstract. The application presented throughout this project is "Aprende con señas" which seeks to provide a different way of learning, offering an alternative to traditional education in Mexican Sign Language (LSM). It offers recreational activities that stimulate users' curiosity and always seeks to generate integration within society, addressing a topic of great importance to many Mexicans. "Aprende con señas" is aimed at any audience interested in learning LSM, being designed in such a way that the web application can be enjoyed by both young children and adults who seek to expand their horizons with new knowledge.

Keywords: Mexican Sign Language, Web application, knowledge.

1 Introducción

En México se tiene un gran orgullo sobre la variedad de personas que conforman está gran extensión territorial, implica que exista gente con una diversidad de costumbres, orígenes y creencias. Dentro de nosotros existen las personas que tienen dificultades auditivas, aquellas con capacidades diferentes las cuales conforman el 2.3 millones del total de habitantes en México hasta 2021 [1]. Por ello, para comunicarse hacen uso de la Lengua de Señas Mexicana (LSM), la cual implica una sintaxis, gramática y léxico; sin embargo, la realidad es que es un lenguaje desconocido por gran parte de la población nacional, siendo

un obstáculo en la falta de herramientas fáciles e intuitivas para su aprendizaje. Para ello, en este artículo se presenta una aplicación web denominada “Aprende con señas”, la cual está enfocada en ampliar y facilitar las oportunidades para aprender la LSM, para que por medio de la tecnología se impulse el estudio de esta, utilizando recursos web que implique niveles en los cuales se utilicen recursos didácticos, explorando diversos temas de forma clara y sencilla. En “Aprende con señas” se desea promover el aprendizaje de la LSM, con la finalidad de aumentar su conocimiento de la sociedad mexicana y con ello alentar la inclusión en nuestro país.

Es evidente el crecimiento tecnológico que existe en los últimos años, lo que a impulsado a la creación de nuevas herramientas que faciliten las actividades que realizamos día con día. Un ejemplo son las aplicaciones para aprender un idioma, en donde con ayuda de lectura y actividades, logran apoyar a sus usuarios en el aprendizaje de un idioma totalmente ajeno a ellos. Existen otras propuestas para el aprendizaje de la LSM, como en el trabajo “Herramienta en realidad virtual para el aprendizaje del lenguaje de señas mexicano” [2], en donde el autor a través de un modelo antropomórfico manipulable, el aprendizaje se basa en manipular las posiciones del modelo y repetir dichos movimientos. En “Una propuesta de aplicación móvil para el aprendizaje de la lengua de señas mexicana mediante el desarrollo de un modelo de realidad aumentada” [3], se explora la propuesta de una aplicación móvil que por medio de realidad aumentada que apoye al usuario a realizar actividades didácticas. En la revisión de la literatura, se encontró que se tienen áreas de oportunidad para investigar acerca de la LSM y en aprovechar el desarrollo que sistemas que cuenten con características como portabilidad, accesibilidad y seguimiento. Por lo que en “Aprende con señas”, se trata de incluir dichas características que permiten abarcar la coyuntura identificada.

2 Metodología propuesta

En un principio se realizó un análisis de requerimientos [4], en el que se revisaron los principales aspectos de una página web, para posteriormente ser adaptados a las necesidades de los usuarios objetivos, siendo todos aquellos que busquen aprender la LSM de una forma fácil e interactiva, independientemente de si cuentan con una discapacidad auditiva. Tomando en cuenta los aspectos anteriores, se realizó un análisis de procesos con el que se busca identificar las partes clave de la aplicación web. Siendo estos los siguientes: Módulo para la gestión de usuarios, Módulo para las unidades de aprendizaje, Módulo para la retroalimentación y Módulo para la gestión de datos. En la Figura 1, se presenta el Diagrama general de módulos y la interacción existente entre ellos y la base de datos.

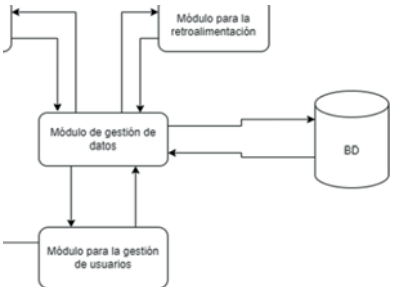


Fig. 1. Diagrama general de módulos

Los cuatro módulos, anteriormente mencionados, forman la parte lógica que integra la aplicación web "Aprende con señas". Respecto a la interacción con el usuario, los primeros tres módulos son los que se encargan de dicha comunicación, mientras que el Módulo para la gestión de datos se encarga de manipular la conexión que se tiene a la base de datos y devolver la información al resto de los módulos. Siendo parte crucial en la arquitectura de la aplicación debido a su importancia para el seguimiento de los usuarios (ver Fig. 1). Teniendo la arquitectura del *backend* definida, el *frontend* busca ser amigable con el usuario, para darle la mejor experiencia posible. Abogando por colores claros que busquen retener la atención, así como una serie de gráficos que apoyen el aprendizaje y den identidad a la aplicación.

2.1. Arquitectura de la aplicación

"Aprende con señas" fue diseñada para que tuviera una arquitectura basada en el patrón de diseño Modelo – Vista – Controlador [5]. Con dicha arquitectura, se busca que las vistas puedan comunicar las peticiones a el controlador que, a su vez, podrá responder o no directamente a la vista y actualizar su información. En caso de no ser así este busca al modelo que se conecta con la base de datos en este caso, para así lograr actualizar la información presentada en la vista. Teniendo en cuenta que se necesita una comunicación constante entre el controlador, el modelo y la vista. Estas se comunican por medio de peticiones REST [6] y con las que se logra establecer el vínculo entre Back-End [6] y Front-End [6], por lo que se realizó la creación de dichas solicitudes REST integradas en el controlador.

Ya teniendo definida la comunicación entre los módulos, la manipulación de información, creación de usuarios y actualización de los mismo queda a cargo de métodos CRUD (Create, Read, Update, Delete) [7], siendo de suma importancia para que el Front-End pueda consumir información que proviene desde la base de datos.

Back-End. Para el desarrollo de este se hizo uso de Node.js para el servidor y a su vez se apoya en el *framework* Express.js para el uso de peticiones entre el Back-End y Front-end, y de esta forma pudiendo ser consumidas los métodos CRUD que obtienen la información de la base de datos. Como lenguaje, se empleó JavaScript [8] por sus prestaciones al momento de desarrollar una página web. Todo esto acompañado de una base de datos relacional, en este artículo se empleó MariaDB [9], en donde se almacenarán datos del usuario, información de las unidades de aprendizaje, así como sus calificaciones.

Front-End. Debido a la naturaleza de la aplicación web, se buscó que el Front-End sea dinámico, así como su facilidad para que este se adapte a distintos tipos de pantalla, buscando siempre que sea responsiva y de esta forma de fácil acceso. Por lo que, para el desarrollo del Front-End se hizo uso de JavaScript [8], CSS [10] y HTML [6, 12]. Así como de Bootstrap y EJS [11] para la creación de las plantillas empleadas en la vista.

2.2. Módulo para gestión de usuarios

Siendo parte de la primera interacción con el usuario, el módulo de gestión de usuarios lleva el peso de toda la lógica implementada para la gestión de usuarios. Siendo sus principales funciones, el registro de nuevos usuarios en la plataforma, con la que se le da un seguimiento puntual a lo largo de su aprendizaje, almacenar al usuario, contraseña, nombre y apellidos.

Otra de las funciones pertenecientes a dicho módulo es el inicio de sesión de los usuarios, en él se validan las credenciales proporcionadas y se le permite el acceso o no a la aplicación. Que a su vez se encarga de modificar la plantilla creada con EJS [11] para proporcionar la información de su usuario, así como lecciones realizadas y puntuaciones.

Parte del Front-End visualizado en este primer módulo es la página principal que suele ser la primera impresión de cara al usuario, en este se tienen colores vibrantes como el naranja, así como colores claros y grafos llamativos que buscan la curiosidad del usuario, ver Fig. 2.

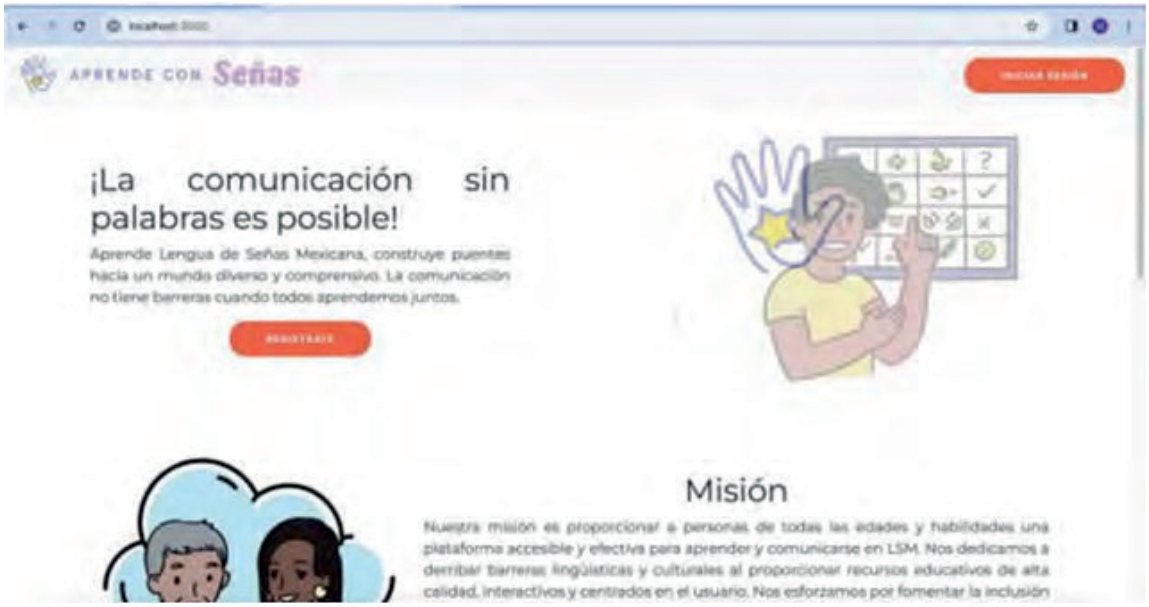


Fig. 2. Página principal

2.3. Módulo para las unidades de aprendizaje

Este modulo tiene como principal objetivo, realizar el renderizado de las unidades de aprendizaje, en la que mediante inserción de código HTML. [12] se hace uso de listas previamente establecidas y que dictan el tema del que trata la unidad de aprendizaje. Permitiendo que la información mostrada en pantalla, títulos, imágenes, y texto se armen dinámicamente dentro de la aplicación web. Todo esto mediante de renderizados realizado con EJS, dichos renderizados se basan principalmente en ciclos que procesan una lista para así ir creando los identificadores de cada elemento, así como buscar por nombre las imágenes correspondientes a dicha lista. Esto es de mucha ayuda ya que permite crear unidades de aprendizaje de una forma rápida, por lo que es una plantilla que únicamente se sustituye con los elementos deseados.

Dentro de cada unidad de aprendizaje se tienen 3 partes esenciales. La primera de ellas es encontrar la relación entre la seña y lo que se busca representar, todo esto por medio de tarjetas dinámicas que se muestran en la Fig. 3. Seguido de un memorama que busca la repetición y con ello lograr una retención sobre un objeto y su representación en señas, como se presenta en la Fig. 4, finalizando con la tercera de estas que se trata de una serie de preguntas, que reafirmaran lo aprendido y puede observarse en la Fig. 5.

Fig. 3. Tarjetas dinámicas

Fig. 4. Memorama

Fig. 5. Preguntas

2.4. Módulo para la retroalimentación

El módulo encargado de proporcionar la retroalimentación se encuentra integrado en el menú principal después de iniciar sesión. Ya iniciada la sesión, se obtienen los datos relacionados al usuario en la base de datos y son presentados según el avance que lleva el usuario. En él se indica si a completado exitosamente las tareas presentadas en cada unidad de aprendizaje, que en dado caso de ser completadas en un 100% y dará la opción de descargar una constancia de participación, dicho proceso puede verse en la Fig. 6.

Fig. 6. Constancia de participación

Para el módulo de retroalimentación en el Front-End se optó por una representación sencilla, que siga la misma línea de diseño que los módulos anteriores. Optando por un menú en el que se van renderizando las calificaciones según como se hayan realizado las unidades de aprendizaje, ver Fig. 7. Para finalmente, mostrar un total de las calificaciones en cada una de las actividades realizadas, referirse a la Fig. 8.

Fig. 7. Módulo de retroalimentación

Fig. 8. Calificaciones

2.5. Módulo para la gestión de datos

Este módulo es la parte crucial de la arquitectura de la aplicación, dicho módulo pertenece al modelo dentro del patrón de diseño MVC, siendo la columna dentro de los flujos existentes para la recuperación y tratamiento de datos. Dentro de él se encuentran las funciones que recuperan la información desde la base de datos por medio métodos CRUD.

3 Resultados experimentales

Ya terminado el desarrollo de “Aprende con señas”, se configuró un ambiente de pruebas local en el que se logró consultar de forma exitosa desde múltiples dispositivos tanto móviles como en PC, siendo perceptible al ver que el sitio web respondió correctamente a la gran variedad de pantallas en las que se probó y no habiendo desbordamientos indebidos o

elementos fuera de lugar. Así como la prueba responsiva, de igual forma se hicieron pruebas con múltiples usuarios, con los que se verificó que cada uno mantuviera la integridad de sus datos al guardarse en la base de datos en Maria DB, así como su extracción. Al realizar dichas pruebas, se hicieron optimizaciones sobre cada una de las peticiones CRUD que fueron configuradas para los diferentes servicios existentes dentro de "Aprende con señas", siendo analizadas con la herramienta "Network" [13] del inspector de elementos de Google Chrome, recibiendo respuestas exitosas a las peticiones realizadas.

Pasando a las Unidades de aprendizaje, se verificó que las actividades de dichas unidades pudieran ser compiladas con éxito, manteniendo integridad y coherencia en las respuestas para finalizar con un cálculo de la puntuación correcto. Siendo parte de ello la retroalimentación y revisando que las calificaciones fueran correctas, así como los datos plasmados en la constancia de participación al final de cada lección que se realizó al 100%, siendo una de las partes vitales de "Aprende con señas" ya que un buen seguimiento proporciona satisfacción de avance al usuario y por ende recompensa su dedicación a la aplicación.

4 Conclusiones y perspectivas

A modo de cierre, para el desarrollo exitoso de esta aplicación web se emplearon todos los recursos disponibles en el desarrollo de software. Desde la simple concepción de la idea hasta el modelado de la aplicación, cada parte resultó de suma importancia en el desarrollo de esta. Siendo aplicado en ello, tanto diseño de base de datos, peticiones REST, métodos CRUD, diseño, así como conocimientos cliente-servidor empleados.

La creación de una aplicación web para aprender la Lengua de Señas Mexicana (LSM) representa un avance significativo en la inclusión y accesibilidad para la comunidad sorda en México. Esta herramienta proporciona una plataforma interactiva y accesible que facilita el aprendizaje de la LSM, rompiendo barreras y fomentando una mayor comprensión entre los hablantes de español y la comunidad sorda. La aplicación ha logrado integrar recursos didácticos eficaces, como ejercicios prácticos y materiales educativos, que permiten a los usuarios adquirir y mejorar sus habilidades en LSM de manera autónoma y flexible. A través de características como la retroalimentación inmediata, la posibilidad de practicar la pronunciación de las señas y la integración de módulos educativos adaptativos, la aplicación ha demostrado ser una herramienta valiosa en la enseñanza de la lengua de señas. La respuesta positiva de los usuarios y el impacto en su habilidad para comunicarse en LSM destacan la relevancia y la efectividad del proyecto.

Al final "Aprende con señas" es un conjunto de todo lo empleado, dando un producto de calidad, fiable, y fácil de escalar, que aporta un grano de arena para apoyar a una comunidad que muchas veces es invisible ante los demás. Con esto expuesto, hay grandes cimientos para continuar con el desarrollo de la aplicación, dando la posibilidad de generar usuarios administradores, para que personas con la experiencia necesaria en educación, actualicen el contenido proporcionando nuevas lecciones y actividades, haciendo uso de todo lo ya construido. Siempre existiendo la posibilidad de ampliarse.

Referencias

[1] Secretaria de salud. Con discapacidad auditiva, 2.3 millones de personas: Instituto Nacional de Rehabilitación. Noviembre 2021.

[2] A. Borja, D. Araujo y L. Méndez H. Herramienta en realidad virtual para el aprendizaje

[3] del lenguaje de señas mexicano. pp. 55–61, Research in Computing Science 148(8), 2019.

[4] C. Hurtado, A. Quezada y A. Rodriguez, Una propuesta de aplicación móvil para el aprendizaje de la lengua de señas mexicana mediante el desarrollo de un modelo de realidad aumentada., Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI , pp. 264-269, 2023.

[5] Trygve R. A note on DynaBook requirements", 22 March 1979.

[6] Krasner, Glenn E.; Stephen T. Pope. A cookbook for using the model-view controller user interface paradigm in Smalltalk-80. The JOT (SIGS Publications). Also published as "A Description of the Model-View-Controller User Interface Paradigm in the Smalltalk-80 System" (Report), Parc Place Systems; Retrieved 2012-06-05, Aug/Sep de 1988.

[7] Diezma, J., Serrano Martín, M., LRamón Hervás, L., González Díaz , I., MERN. Guía Práctica de Aplicaciones Web, 2020.

[8] González Candia , H. MVC 4 Desde Cero Guía práctica para implementar MVC 4 con C# y Visual Studio, ISBN: 9789563537017, 2015.

[9] Arias , M. A. La Guia Básica de JavaScript, ISBN: 9781492278009, 2013.

[10] Federico Razzoli , E. K.· MariaDB Essentials, ISBN: 9781783982875, 2015.

[11] Aubry, C., CSS3 Domine los estándares web con las hojas de estilo, ISBN: 9782746097582, 2015.

[12] Tim Oxley, Nathan Rajlich, TJ Holowaychuk, Alex Young. Node.js in Action, ISBN: 2017.

[13] Fernández Casado, P. F.·Construcción y diseño de páginas web con HTML, CSS y JavaScript. ISBN: 788419857170, Edición 2023.

[14] Jerri Ledford, J., Davis, Y. Web Geek's Guide to Google Chrome, ISBN: 9780768692266, 2009

Capítulo 12

Videojuegos Serios: Herramientas Lúdicas para Estimular el Aprendizaje

Ricardo E. Garcia-Manzo[1], Fernanda J. Miranda-Peral[2], Eduardo Mendez-Palos[1], Hugo Venegas[1], Alma Y. Alanis[1] y Marco A. Perez-Cisneros[1]

[1] Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Blvd. Gral. Marcelino García Barragán 1421, Olímpica, 44430, Guadalajara, Jal. [2] Universidad de Zamora, De Hidalgo 149 Sur, Centro, 59600, Zamora, Mich.

Resumen La integración de videojuegos serios (VS) en el aula universitaria ha demostrado ser una estrategia efectiva para captar la atención de estudiantes inmersos en la tecnología y mejorar su rendimiento académico. Los VS aumentan la motivacio´n y el compromiso, ofreciendo experiencias educativas interactivas y emocionantes. Experimentos realizados implementando VS en el aula revelaron mejoras significativas en el aprendizaje, adaptación a desafíos inusuales y desempeño en evaluaciones interactivas. Los resultados subrayan la capacidad de los VS para crear entornos de aprendizaje dinámicos que estimulan la creatividad y la curiosidad, empoderando a los estudiantes como agentes activos en su educación.

Palabras clave: Videojuegos serios, Aprendizaje, Emociones, Lúdico

1 Introducción

En el contexto educativo actual, la transformación del aula universitaria en un entorno atractivo y dinámico se ha convertido en una prioridad fundamental. A medida que avanzamos en la era digital, los docentes nos enfrentamos al desafío de captar la atención de una generación de estudiantes inmersos en la tecnología y acostumbrados a experiencias de aprendizaje altamente interactivas y emocionalmente estimulantes.

En México, se busca desarrollar nuevas propuestas educativas que exploren estrategias que revitalicen el aula universitaria y promuevan un aprendizaje significativo y emocionante.

En este contexto, los videojuegos han demostrado ser una herramienta eficaz para involucrar a los estudiantes y fomentar su participación activa. Segu´n un estudio publicado en la revista *Computers & Education*, los videojuegos pueden aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes al proporcionar una experiencia de aprendizaje interactiva e inmersiva [1]. Con estas herramientas, los docentes tienen la oportunidad de crear experiencias educativas envolventes que estimulen la creatividad y la curiosidad de sus estudiantes.

En este trabajo se examinarán diversas experiencias que demuestran cómo los videojuegos pueden integrarse de manera efectiva en el aula universitaria, la teoría que los rige y cómo el aprendizaje se puede convertir en una experiencia más atractiva y accesible, empoderando a los estudiantes como agentes activos de su propio proceso educativo.

2 Estado del arte

2.1. El juego, el motor del aprendizaje

El juego es una parte fundamental del desarrollo humano y una actividad que desencadena mu´ltiples procesos cognitivos, emocionales y sociales. Según *Jean Piaget*, el juego ocupa un lugar central en el desarrollo infantil, proporcionando a los niños una vía para explorar el mundo, experimentar con sus propias ideas y conceptos, y fomentar el desarrollo de habilidades cognitivas como la imaginación, la resolución de problemas y la creatividad [2].

Del mismo modo, *Lev Vygotsky* resaltó la importancia del juego en el desarrollo infantil, pero desde una perspectiva sociocultural. El sostenía que el juego no solo refleja el desarrollo cognitivo de los niños, sino que también actúa como una actividad social en la que interactúan y aprenden unos de otros. *Vygotsky* argumentaba que el juego de roles, en particular, permite a los niños practicar habilidades sociales, desarrollar el lenguaje y construir una comprensión compartida del mundo [3].

María Montessori, por su parte, hacía hincapíe en la importancia del juego autodirigido y de un entorno de aprendizaje preparado. Su enfoque se centraba en el juego libre y la manipulación de materiales sensoriales como elementos esenciales para el desarrollo integral del niño [4].

El consenso entre estos pedagogos es que el juego es una actividad inherentemente humana que contribuye al desarrollo integral de las personas. Proporciona oportunidades para la exploración, el descubrimiento, la expresión creativa, el aprendizaje social y emocional, y el desarrollo de habilidades cognitivas y motoras. Además, el juego no se limita únicamente a la infancia; los adultos también pueden beneficiarse de la participación en actividades lúdicas para promover su bienestar emocional y su desarrollo personal [2,3,4].

En el contexto actual, los juegos han evolucionado y se han adaptado al entorno digital existente, dando lugar a los videojuegos.

2.2. Jugando y aprendiendo

Los videojuegos son herramientas lúdicas que ofrecen la posibilidad de simular diversas experiencias. Constituyen una forma de entretenimiento que se materializa a través de una interfaz interactiva entre un programa de software y el jugador. Esta interacción se realiza a través de la experiencia de juego, donde los jugadores interactúan con imágenes en movimiento (gráficos), sonidos y otros elementos visuales en la pantalla de una computadora, celular, consola o tableta.

Los videojuegos han experimentado una notable evolución desde sus primeros días. En la actualidad, tienen la capacidad de proporcionar experiencias altamente complejas y envolventes. Estas características no solo se utilizan para entretener, sino también para ofrecer oportunidades únicas de aprendizaje y para el desarrollo de habilidades cognitivas y sociales.

Contrario a lo que pueda pensarse, los videojuegos enriquecen las habilidades del ser humano. Ha sido demostrado en diversos trabajos como en [5,6,7,8] donde se demuestra una mejoría de las capacidades humanas al interactuar con este tipo de herramientas.

Figura1. Definición de los videojuegos serios y sus enfoques (salud y educación). Adaptado de [9].

En la intersección entre la tecnología y la educación, surge un enfoque innovador y cautivador para el aprendizaje: los videojuegos serios (Figura 1). Estos no son solo juegos de entretenimiento, sino herramientas inmersivas diseñadas con un propósito educativo (o de rehabilitación) específico. Al aprovechar la poderosa combinación de interactividad, retroalimentación instantánea y motivación intrínseca que ofrecen los videojuegos, los desarrolladores han creado experiencias de aprendizaje dinámicas y envolventes que trascienden los métodos tradicionales de enseñanza [9].

En este contexto, exploraremos cómo los videojuegos serios (VS) están transformando la educación al ofrecer un enfoque único y efectivo para estimular el aprendizaje en una amplia gama de temas y disciplinas.

Desde juegos como "Minecraft™", y "Super Mario™" hasta juegos de resolución de problemas como "Portal™", estos juegos desafían la noción convencional de lo que significa aprender, convirtiendo la adquisición de conocimientos en una experiencia emocionante y significativa para jugadores de todas las edades.

2.3. El aspecto lúdico

¿Quién no ha revivido alguna vez con intensidad una experiencia agradable? Y, del mismo modo, ¿quién no ha sentido que un evento traumático se graba en la mente con una nitidez asombrosa?

Las emociones desempeñan un papel fundamental en la consolidación de estos recuerdos y aprendizajes. Piaget describía los *esquemas de aprendizaje*, estructuras cognitivas que utilizamos para interpretar y organizar la información, así como para adaptar y ajustar continuamente estos esquemas en respuesta a nuevas experiencias y conocimientos.

Bajo esta perspectiva, los esquemas de aprendizaje son reestructuraciones cerebrales que permiten consolidar el aprendizaje a través de las emociones. Estas se definen como la respuesta del organismo a un estímulo específico, ya sea una persona, situación o evento [10].

Estas respuestas son el resultado de procesos internos en el cuerpo, donde la información viaja en dos direcciones: a través de la vía del sentimiento (descendente) y la vía del pensamiento (ascendente).

El estímulo inicial llega al cerebro, particularmente al tálamo, a través de los sentidos. En la vía del sentimiento, la información se dirige desde el tálamo hacia los cuerpos mamilares, una estructura cerebral encargada de generar respuestas corporales relacionadas con la emoción. Después de que la información emocional es procesada, viaja hacia la corteza cingulada, pasando por el tálamo anterior, donde se produce la regulación y experiencia emocional [11].

En contraste, en la vía del pensamiento, la información sigue un camino ascendente desde el tálamo hacia la corteza somatosensorial, así como a la región cingulada. Esta ruta permite la interpretación y el procesamiento cognitivo de la información sensorial, donde las sensaciones se transforman en percepciones, pensamientos y recuerdos. Dicho de otra forma, se hace consciente la emoción. Desde la corteza cingulada, la información continúa su curso a través del cingulum hacia el hipocampo, una estructura cerebral esencial para la consolidación de la memoria y el aprendizaje. Finalmente, los circuitos neuronales llevan esta información hacia los cuerpos mamilares en el hipotálamo, cerrando así el ciclo de integración entre la experiencia emocional y cognitiva [11].

Las emociones son fundamentales para estimular el aprendizaje. Una vivencia acompañada de un estímulo emocionalmente competente puede activar los mecanismos fisiológicos necesarios para que se consolide en la memoria, dicha experiencia. Dicho de otra forma, se adquiera conocimiento. Es por este motivo que, es importante acompañar el proceso de enseñanza con experiencias emocionalmente estimulantes para favorecer un aprendizaje más efectivo.

Los videojuegos tienen un aspecto lúdico inherente que los hace excepcionalmente hábiles para evocar emociones, como la felicidad. Esta cualidad se deriva de su capacidad para sumergir a los jugadores en mundos virtuales emocionantes y desafiantes, donde pueden experimentar la gratificación instantánea de superar obstáculos, alcanzar objetivos y competir con otros jugadores. La sensación de logro y satisfacción que se experimenta al avanzar en un juego o alcanzar un nuevo nivel puede generar una oleada de felicidad y bienestar.

2.4. Emociones buenas y ¿malas?

Las emociones son clasificadas normalmente en función de la experiencia que ofrecen: agradable o desagradable, conocido también como valencia positiva o negativa, respectivamente. Las emociones positivas tienen la ventaja de ofrecer experiencias placenteras, de bienestar y satisfacción, sin provocar repercusiones fisiológicas o psicológicas adversas.

Por el contrario, las emociones negativas pueden tener un impacto perjudicial en la salud. El estrés crónico, por ejemplo, puede aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares [12].

A través de los videojuegos se busca brindar a los estudiantes experiencias agradables que estimulen y favorezcan su aprendizaje.

3 Experiencias

3.1. Biomédica y videojuegos

La motivación principal de este trabajo surge de la experiencia docente con estudiantes de Ingeniería Biomédica en CUCEI, Universidad de Guadalajara, a lo largo de los últimos cuatro años. En la asignatura de Instrumentación y Técnicas de Rehabilitación, hemos concentrado nuestros esfuerzos en la creación de un módulo especializado que se enfoque en las nuevas tecnologías destinadas a mejorar la salud de los pacientes.

Es relevante señalar que este enfoque requiere un sólido dominio de habilidades en áreas como electrónica, programación y matemáticas. Dado que la mayoría de los estudiantes se encuentran en su cuarto semestre, la dificultad del curso es considerablemente alta.

Una solución propuesta ha sido la implementación de un proyecto final que consiste en el desarrollo de un sistema de electromiografía (EMG) para control y su integración con un videojuego.

El EMG permite capturar el potencial elécctrico de los músculos específicos de interés. Mediante el uso de una tarjeta de adquisición de datos, esta señal fisiológica puede ser transmitida a una computadora, donde se convierte en un indicador de la intención de movimiento del usuario. Esta información se traduce en acciones dentro del videojuego, proporcionando una experiencia de juego más inmersiva y basada en la interacción física del jugador.

Los resultados obtenidos al integrar un videojuego como parte de la dinámica de la materia han demostrado que los estudiantes no solo disfrutan de la experiencia, sino que también adquieren el conocimiento necesario para el desarrollo del proyecto (ver Figura 2-A).

3.2. El impacto de los videojuegos serios

La introducción de una materia especializada dedicada a los Videojuegos Serios (VS) ha marcado un hito significativo en el ámbito educativo, permitiendo evaluar concretamente la efectividad de estas herramientas dentro del aula. Estos videojuegos representan instrumentos con implicaciones prácticas de gran alcance en el diseño de intervenciones educativas que impulsan el proceso de aprendizaje. A lo largo de las sesiones académicas, se han llevado a cabo una serie de experimentos que han profundizado en el potencial de estos videojuegos para estimular el aprendizaje y facilitar la adaptación en diversos contextos educativos y clínicos.

El primer experimento se centró en explorar la influencia de las emociones en el aprendizaje a través de la práctica de un videojuego musical. Se reclutó a un sujeto sin experiencia previa en videojuegos, sometiéndolo a un entorno experimental controlado donde se manipularon las respuestas emocionales mediante interacciones sociales específicas. La medición de las respuestas emocionales se realizó a traves de un dispositivo de resistencia galvánica, que monitorea la conductividad de la piel como indicador de estrés y frustración. Los resultados revelaron una correlación significativa entre el tono emocional del entorno y el desempeño del sujeto en el juego, destacando el papel crucial de las emociones en el proceso de aprendizaje (Figura 2-B).

En segundo lugar, se llevó a cabo un experimento destinado a evaluar la capacidad de adaptación de los jugadores experimentados frente a desafíos inusuales. Mediante la manipulación de la visión y la introducción de una condición de visión invertida, se puso a prueba la capacidad de los sujetos para ajustarse a nuevas condiciones sensoriales y cognitivas. Los resultados demostraron una notable capacidad de adaptación, evidenciando el potencial de los VS como herramientas para la rehabilitación y la terapia ocupacional (Figura 2-C).

Por último, los exámenes parciales adoptaron un enfoque innovador, desviándose del paradigma tradicional de respuestas escritas para incorporar una variedad de desafíos interactivos. Estos desafíos abarcaron desde la resolución de preguntas para acumular puntos hasta la participación en actividades de baile y coordinación motriz utilizando tecnología de realidad virtual. Este enfoque multifacético no solo diversificó las formas de evaluación, sino que también cultivó una competencia sana entre los estudiantes, incentivando la participación activa y el desarrollo de habilidades prácticas.

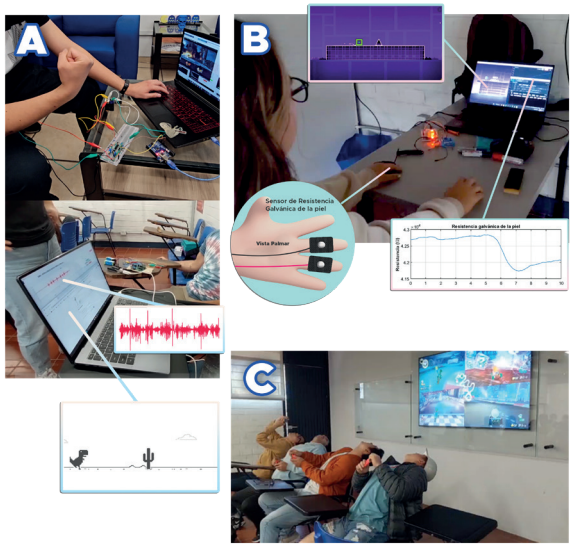


Figura 2. Experiencias con videojuegos. A) Proyectos finales de la materia de instrumentaci´on y t´ecnicas de rehabilitación. B) La influencia de las emociones en el aprendizaje. C) Adaptacio´n efectiva a nuevas condiciones sensoriales y cognitivas gracias a los VS.

Es importante destacar que el rendimiento académico de los estudiantes inscritos en esta materia fue notablemente sobresaliente. A pesar de la complejidad inherente y las exigencias camufladas que presenta el curso, los alumnos lograron alcanzar calificaciones significativamente más altas en comparación con otras asignaturas que siguen métodos de enseñanza convencionales. Este logro es especialmente notable considerando la naturaleza desafiante y multifacética de la materia, lo que subraya el impacto positivo y la eficacia de las estrategias de aprendizaje basadas en VS.

4 Conclusiones

La integración de los videojuegos serios en el aula universitaria representa una estrategia efectiva para revitalizar la educación superior. Al combinar la teoría pedagógica con

las herramientas digitales avanzadas, los docentes pueden crear un entorno de aprendizaje dinámico que promueva un aprendizaje significativo y emocionante, alineado con las necesidades y expectativas de los estudiantes contemporáneos. Esta aproximación no solo mejora el rendimiento académico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo real con habilidades prácticas y una actitud positiva hacia el aprendizaje continuo.

Referencias

[1] W. H. Huang, W. Y. Huang, y J. Tschopp, "Scaffolding in a computer-based gaming environment: A study of how in-game scaffolds affect cognitive load and learning outcomes", Computers & Education, vol. 54, no. 4, pp. 1028-1035, 2010.

[2] J. Piaget, "Play, Dreams, and Imitation in Childhood". Norton, 1962.

[3] L. S. Vygotsky, "Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes". Harvard University Press, 1978.

[4] M. Montessori, "The Discovery of the Child". Ballantine Books, 1967.

[5] I. Granic, A. Lobel, and R. C. M. E. Engels, "The Benefits of Playing Video Games", American Psychologist, vol. 69, no. 1, pp. 66-78, 2014. [Online]. Available: https://www.apa.org/pubs/journals/releases/amp-a0034857.pdf

[6] D. Bavelier, C. S. Green, D. H. Han, P. F. Renshaw, M. M. Merzenich, and D. A. Gentile, "Brains on video games", Nature Reviews Neuroscience, vol. 12, pp. 763-768, 2011. [Online]. Available: https://www.nature.com/articles/nrn3135

[7] M. D. Griffiths, "The educational benefits of videogames", Education and Health, vol. 20, no. 3, pp. 47-51, 2002. [Online]. Available: https://doi.org/10.1080/0144929021000047227

[8] S. Prot, C. A. Anderson, D. A. Gentile, S. C. Brown, and E. L. Swing, "The positive and negative effects of video games", Pediatric Clinics of North America, vol. 61, no. 5, pp. 955-969, 2014. [Online]. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031395514000813

[9] F. Laamarti, M. Eid, and A. El Saddik, "An overview of serious games", International Journal of Computer Games Technology, vol. 2014, no. 1, p. 358152, 2014.

[10] R. E. Garc´ıa Manzo, I. Roma´n God´ınez and S. Torres Ramos, "Deteccio´n automa´tica de emociones a trav´es de biosen˜ales y ambientes virtuales", Tesis de Maestr´ıa, Departamento de Bioingenier´ıa Traslacional, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal., 2022. [Online]. Available: https://www.riudg.udg.mx/handle/20.500.12104/92432

[11] T. Dalgleish, "The emotional brain",+ Nature Reviews Neuroscience, vol. 5, no. 7, pp. 583-589, 2004.

[12] J. T. Cacioppo, "Introduction: Emotion and health",+ in Handbook of affective sciences, Oxford University

Press, pp. 1047–1052, 2003.

Sección II.
Analítica

Capítulo 13

Análisis de Datos del Cliente para la Predicción de Comportamientos: Mejora de Marketing y Ventas mediante la Implementación de un Algoritmo de Clasificación Naive Bayes

Rodríguez López Marcela[1], García Beltmont Reyna [2,] Ríos Caballero Eliezer[3], Calderón García Erika Calderón [4], Puente Pérez María del Consuelo[5]

[1] Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
Av. Instituto Tecnológico s/n, Col: La Comunidad, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, C.P.: 54070 Apartado Postal 750. México.
https://www.tlalnepantla.tecnm.mx/.

[2] Departamento de sistemas y computación -ITTLA,
Av. Instituto Tecnológico s/n, Col: La Comunidad, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, C.P.: 54070 Apartado Postal 750.
marcela.rl@tlalnepantla.tecnm.mx.

Resumen. Las tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) han experimentado una evolución constante, conectando a personas de todo el mundo, así como también impulsando el comercio electrónico, permitiendo transacciones comerciales online. El uso de la inteligencia artificial, en el análisis de datos de clientes se ha incrementado de forma muy significativa con el fin de predecir comportamientos y mejorar las campañas de marketing y ventas, a través del uso de los algoritmos de aprendizaje automático que son métodos utilizados para entrenar modelos y hacer predicciones o clasificaciones. El algoritmo que se implementó es Naive Bayes que se utiliza para clasificar datos basados en probabilidades condicionales, previamente calculadas cuando se posee nueva información; con base en el conocimiento que se tiene de un suceso relacionado, para predecir las ventas en una empresa, de tal manera que permita determinar el valor de un cliente potencial, y mejorar las ventas para la empresa.

Palabras clave: análisis de datos, clientes, algoritmo, probabilidad, Naive Bayes.

Abstract. Information and Communications Technologies (ICT) have experienced constant evolution, connecting people around the world, as well as promoting electronic commerce, allowing online commercial transactions. The use of artificial intelligence in the analysis of customer data has increased very significantly in order to predict behaviors and improve marketing and sales campaigns, through the use of machine learning algorithms, which are methods used to train models and make predictions or classifications. The algorithm that was implemented is Naive Bayes, which is used to classify data based on conditional probabilities, previously calculated when new information is available; based on the knowledge we have of a related event, to predict sales in a company, in such a way as to determine the value of a potential customer and improve sales for the company.

1 Introducción

En la era digital actual, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una fuerza transformadora en diversos campos, y el marketing no es una excepción. La creciente disponibilidad de datos y avances en algoritmos de aprendizaje automático han permitido a las empresas redefinir y mejorar sus estrategias de marketing de una manera altamente personalizada y efectiva, permitiendo a las empresas tomar decisiones informadas y mejorar la interacción con su base de clientes. La capacidad de predecir comportamientos futuros de los clientes a partir de sus datos históricos es crucial para desarrollar campañas de marketing personalizadas, mejorar las ventas y aumentar la retención de clientes (Rivera Montaño, 2023).

La capacidad de analizar estos datos con técnicas de aprendizaje automático el cual ha florecido en una amplia gama de industrias, ofreciendo asistencia para múltiples objetivos empresariales y casos de uso, permitiendo a las empresas identificar patrones y tendencias que son difíciles de detectar mediante análisis tradicionales (Oracle, 2024).

Puede utilizar el modelo predictivo para estudiar a los clientes y hacer una suposición inteligente, si se observan sus hábitos de compra, estilo de vida, necesidades e ingresos, puede hacer una estimación del éxito que tendrá un nuevo producto o servicio. Al evaluar los comportamientos del consumidor, como compras anteriores, datos demográficos y características, una empresa puede anticipar la respuesta del consumidor a los nuevos productos y servicios. Las empresas que utilizan modelos predictivos tienen una ventaja en el mercado. El modelo predictivo de Naive Bayes permite clasificar a los clientes de manera efectiva, en diferentes segmentos basados en su comportamiento esperado, lo que permite a las empresas personalizar sus campañas de marketing. Esto no solo optimiza las operaciones comerciales, sino que también mejora la relación con el cliente, aumentando su lealtad y su valor a largo plazo para la empresa. (Rodrigo, 2020).

2 Metodología Utilizada

Recopilación de información. Reunir información necesaria de los clientes, la información se puede obtener de fuentes internas, por ejemplo, de vendedores o partes del sistema de información que generan reportes de ventas, conociendo datos como productos más vendidos o días de mayor frecuencia de consumo. También la información puede ser externa cuando se sale de la empresa, por ejemplo, a aplicar encuestas u otras investigaciones. (Canossa Montes de Oca, 2019).

La recopilación de la información para esta investigación se llevó a cabo por medio de cuestionarios y de recopilación de información de clientes de diferentes bases de datos que podría recurrente n presentar el comportamiento de un cliente.

La primera base de datos Se encuestó a un total de 146 clientes, con edades comprendidas entre los 24 y los 81 años. De los clientes encuestados, 76 fueron clientes constantes y 70 fueron nuevos clientes. Bajo esta consideración las variables elegidas que conforman el sistema de comunicación no verbal se muestran en la tabla 1. dicho sistema no verbal está conformado por subsistemas como el kinésico, para lenguaje, proxémico, crónico, entre otros. En el diseño del cuestionario se consideraron los indicadores que conforman estos subsistemas para ser explorados como parte de las preferencias de comunicación del clien-

te, además de ser factibles de evaluar en los clientes. Las 22 variables analizadas fueron consideradas factibles de evaluar por los clientes.

Tabla 1. Descripción del conjunto de datos no verbal Elaboración propia

Núm.	Nombre de la variable	Role	Tipo	Demográfico	Descripción	Valores faltantes
1	sexo	Característica	Binario	Sexo	Sexo del cliente	Sí
2	edad	Característica	Entero	Edad	Edad delcliente	Sí
3	país	Característica	Categórico	Nacionalidad	País del cliente	Sí
4	regresando	Característica	Binario		Si el cliente regresa	Sí
5	Apretón de manos indiferente	Característica	Categórico		Apretón de manos indiferente	Sí
6	Abrazo indiferente	Característica	Categórico		Abrazo indiferente	Sí
7	Beso indiferente	Característica	Categórico		Beso indiferente	Sí
8	Postura de consentimiento	Característica	Categórico		Postura de consentimiento	Sí
9	Postura de interés	Característica	Categórico		Postura de interés	Sí
10	Postura neutra	Característica	Categórico		Postura neutra	Sí
11	Postura reflexiva	Característica	Categórico		Postura reflexiva	Sí
12	Postura negativa	Característica	Categórico		Postura negativa	Sí
13	Tenso - relajado	Característica	Entero		Cliente emocional observado (1 es demasiado tenso, 10 es demasiado relajado)	Sí
14	Autoritario-anárquico	Característica	Entero		Clima emocional observado (1 es demasiado autoritario, 10 es demasiado anárquico)	Sí
15	Hostil - amistoso	Característica	Entero		Clima emocional observado (1 es demasiado hostil, 10 es demasiado amigable)	Sí
16	Audio1	Característica	Categórico		Autorizado	Sí
17	Audio2	Característica	Categórico		Sarcástico	Sí
18	Audio3	Característica	Categórico		Amigable	Sí
19	Escupir	Característica	Categórico		Escupir	Sí
20	Tararear	Característica	Categórico		Tararear	Sí
21	Suspiro	Característica	Categórico		Suspiro	Sí
22	Proxémica	Característica	Categórico		Distancia física preferida por el cliente (A. íntima: 15cm-45cm; B. personal: 46cm-122cm; C. social: 123cm-360cm; D. pública: > 360cm)	Sí
23	Tipo de cliente	Objetivo	Categórico		Tipo de cliente	Sí

La segunda base de datos incluye información sobre los perfiles de los clientes y sus comportamientos de compra. Los datos incluyen se muestran en la tabla 2. Dicha recopilación de datos está pensada para analizar la segmentación de los clientes y las tendencias de fidelidad, y es importante considerar que se puede utilizar para diversas tareas de aprendizaje automático y análisis de datos relacionadas con el comportamiento de los clientes y la investigación de mercado.

Tabla 2. Perfiles de Clientes Elaboración propia

num	Nombre de la variable	Role	Tipo	Demográfico	Descripción	Valores faltantes
1	clave del cliente	Característica	Entero	clave	Clave del cliente	Sí
2	edad	Característica	Entero	Edad	Edad del cliente	Sí
3	ingresos anuales	Característica	Entero	ingresos	El ingreso anual del cliente	Sí
4	monto de compra	Característica	Entero	monto	El monto total de compras realizadas por el cliente	Sí
5	puntuacion de fidelidad	Característica	decimal	fidelidad	Puntaje de lealtad del cliente (un valor entre 0-100).	
6	region	Característica			La región donde vive el cliente (Norte, Sur, Este, Oeste).	
7	frecuencia de la compra	Característica			Frecuencia de compras del cliente (número de veces al año).	

Limpieza y preparación de los datos. La limpieza y preparación de los datos consiste en verificar y corregir que el formato de los datos sea correcto, que no falten datos, que no haya datos duplicados, entre otras acciones. (Yajure Ramírez, 2022).

Posterior a la recopilación de los datos, se realiza la limpieza de los datos, donde se contabilizaron los datos faltantes, que representan solo el 0.22% del total de datos(es decir en las bases de datos), los cuales para que quedaran preparados para el análisis se llenaron con el para que no causara ningún inconveniente en el desarrollo del análisis, es importante mencionar que la limpieza se llevó a cabo en las dos bases de datos presentadas con anterioridad, donde en la base de datos número 1. Descripción del conjunto de datos no verbal de los clientes. Se presenta un total de 238 registros, los cuales están representados por filas de datos, en la base de datos número 2. Perfiles de Clientes, presentan un total de 294 registro de datos, obteniendo al final de la limpieza y recopilación de los datos un total de 532 registros, 30 columnas de registros individuales.

Selección del algoritmo de IA: Machine Learning Es una rama de la Inteligencia Artificial que se encarga de generar algoritmos que tienen la capacidad de aprender y no tener que programarlos de manera explícita. El desarrollador no tendrá que sentarse a programar por horas tomando en cuenta todos los escenarios posibles ni todas las excepciones posibles. Lo único que hay que hacer es alimentar el algoritmo con un volumen gigantesco de datos para que el algoritmo aprenda y sepa qué hacer en cada uno de estos casos. (Sandoval, 2018).

Hay dos tipos de aprendizajes: el supervisado y el no supervisado, para este caso de estudio se describirán de manera breve los aprendizajes supervisados, ya que el algoritmo de Naive Bayes se encuentra de esta categoría.

Aprendizaje supervisado

Árboles de Clasificación y Regresión (CART) Es un algoritmo de clasificación y predicción cuyo principio consiste en explorar múltiples formas de dividir datos a partir de las combinaciones de los predictores. Este método identifica las particiones que ofrecen mayor valor predictivo, llevando a cabo una serie de iteraciones hasta identificar el mejor conjunto. Como resultado se tiene un diagrama de árbol que se ramifica hasta llegar a nodos terminales cuya descripción se da a través de reglas específicas (Segura Mojica, 2023).

Regresión Lineal. La regresión lineal como forma de aprendizaje supervisado tiene como objetivo predecir valore continuos a partir de datos históricos etiquetados. Para aprender este tipo de modelos es necesario establecer la relación entre un cierto número de características X continuas y una variable objetivo Y continua, donde el comportamiento de una variable dependiente Y, se puede explicar través de al menos una variable independiente X, lo que se representa mediante una recta $Y = f(X)$ [19], o sea, una o varias variables dependientes pueden ser escritas en términos de una combinación lineal de las variables independientes. (Roque López , 2021).

Algoritmo Naive Bayes. Es uno de los algoritmos más simples y poderosos para la clasificación basado en el teorema de bayes con una superposición de independencia entre los predictores, Naive Bayes, es fácil de construir y particularmente útil para conjuntos de datos muy grandes este clasificador.

Asume que el efecto de una característica particular en una clase es independiente de otras características, en este caso de estudio un cliente puede ser deseable o no, dependiendo de sus ingresos historial de compras y transacciones anteriores; edad y ubicación incluso si estas características son interdependientes estas características se consideran de forma independiente esta suposición simplifica la computación y por eso se considera ingenua esta suposición se denomina independencia condicional de clase (González, 2019)

La fórmula del teorema de Valles es la siguiente:

$$P(h|D) = \frac{P(D|h)P(h)}{P(D)}$$

- P(h): la probabilidad de que la hipótesis h sea cierta (independientemente de los datos). Esto se conoce como probabilidad a priori de h.
- P(D): la probabilidad de los datos (independientemente de la hipótesis). Esto se conoce como probabilidad a priori.
- P(h|D): la probabilidad de la hipótesis h dados los datos D. Se conoce como probabilidad posterior.
- P(D|h): la probabilidad de los datos d dado que la hipótesis h fuera cierta. Esto se conoce como probabilidad.

Entrena modelos: En esta fase, el algoritmo toma el conjunto de datos de entrenamiento y ajusta sus parámetros internos basándose en los patrones que encuentra en los datos. El clasificador Naive Bayes su objetivo es clasificar a sus clientes de tal manera que permita determinar la predicción de comportamientos de sus clientes para saber si regresaran o no regresaran a realizar una compra, a continuación, se mostrará el modelo de la primera base

de datos en la figura 1. Es importante mencionar que los resultados y la información aquí se presentara es solo de una de las bases de datos debido que se podría incumplir en el número de hojas para la presentación del artículo.

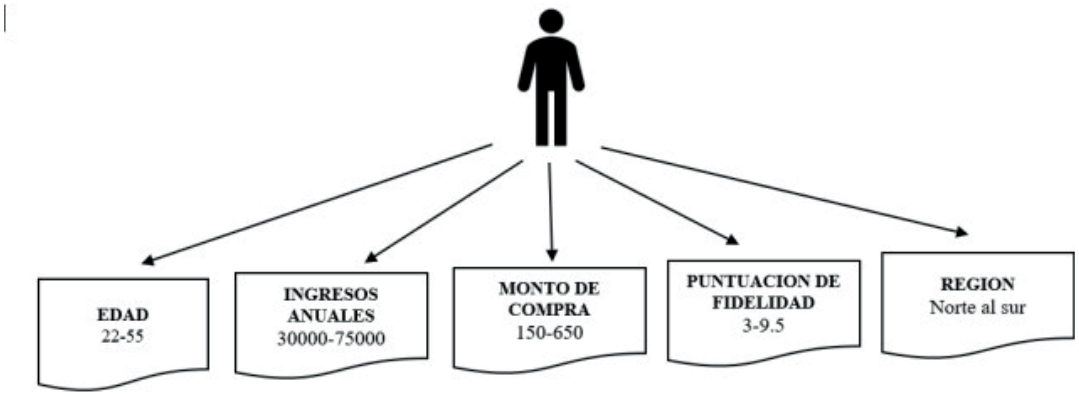


Fig. 1. Modelo de clases Base de datos clientes Elaboración propia

Realiza predicciones: Se obtuvo una muestra aleatoria de datos y se aplicó el enfoque Bayesiano, determinar predicciones a partir de las observaciones de frecuencias de dicho enfoque, el cual tiene este componente de conocimiento que se va a explicar; se extrae una muestra aleatoria de la base de datos con los cuales armamos los atributos de un sujeto tal como lo establece el teorema de Bayes y según nuestra hipótesis entonces estos atributos que se mencionan sirven para clasificar a un cliente que puede ser susceptible a regresar y hacer nuestras compras en la empresa y los datos se van a organizar en una plantilla que se parte de una muestra aleatoria de clases con el objetivo de realizar la inferencia estadística, las observaciones generalmente tomarán valores categóricos como se mostrarán en el punto de resultados y los valores reales en tablas de frecuencias y sus probabilidades asociadas.

3 Resultados experimentales

Los resultados que a continuación serán presentados representan únicamente a la base de datos de clientes donde se muestra el comportamiento de un cliente, pero es importante mencionar que se llevó a cabo el trabajo de los datos como se mencionó con anterioridad de los datos con un total de 532 registros, 30 columnas de registros individuales.

En la siguiente figura 2. Se muestra una parte de la recopilación de los datos.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	clave del cliente	edad	ingresos anuales	Monto de la compra	Puntuación de fidelidad	region	recuencia de la compra	Regresara
2	1	25	45000	200	4,5	Norte	12	no
3	2	34	55000	350	7.0	Sur	18	si
4	3	45	65000	500	8.0	Este	22	si
5	4	22	30000	150	3.0	Oeste	10	no
6	5	29	47000	220	4.8	Norte	13	no
7	6	41	61000	480	7.8	Sur	21	si
8	7	36	54000	400	6.5	Este	19	si
9	8	27	43000	230	4.2	Oeste	14	si
10	9	50	70000	600	9.0	Norte	25	si
11	10	31	50000	320	5.5	Sur	17	si
12	11	28	46000	250	4.4	Este	15	no
13	12	42	62000	520	8.2	Norte	23	si
14	13	33	53000	380	6.0	Sur	18	si
15	14	37	58000	420	6.8	Oeste	20	si

Fig. 2. Comportamiento del cliente Elaboración propia

En la tabla que se presenta una plantilla con una muestra de datos aleatoria de los registros para generar un bloque y proceder al siguiente paso que el cálculo de las tablas de frecuencia de cada uno de los atributos con sus variables categóricas con respecto a la última columna que son los afirmativos(si) y negativos(no), se presenta en la figura 3, los resultados de las frecuencias.

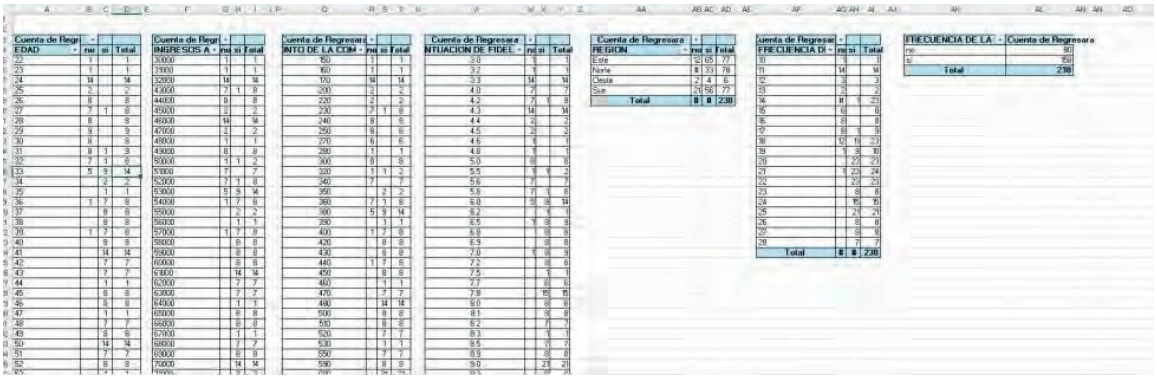


Fig. 3. Frecuencias de cada uno de los atributos Elaboración propia

La siguiente etapa es calcular las probabilidades basadas en la frecuencia relativa con respecto al total; es importante mencionar que, si existe alguna de las frecuencias que existe un valor “0”, es necesario aplicar la corrección de Laplace, si esto no sucede entonces procedemos al cálculo de las probabilidades asociadas a la frecuencia relativa, como se muestra en la figura 4. Donde podemos observar que tenemos la muestra de datos, las tablas de frecuencias relativas y las tablas de probabilidades asociadas a las frecuencias relativas.

Fig. 4. Muestra de datos, frecuencia relativa probabilidades asociadas Elaboración propia

Las distribuciones de densidad en cada una de las tablas muestran la suma total de las probabilidades en 1, en donde se puede deducir que las probabilidades con respecto las frecuencias relativas son correctas.

Cálculo y predicción

Aplicando el modelo de Bayes, tenemos:

Calculo de la clase SI:

P(X/SI) = P(EDAD=45/SI) x (INGRESOSANUALES=65000/SI) x (MONTOCOMPRA=500/SI) x (PUNTUACIONDEFIDELIDAD=8.0/SI)

x (REGION=ESTE/SI) x

(FRECUENCIADELACOMPRA=22/SI)

Cálculo de la clase NO:

P(X/NO) = P(EDAD=45/SI) x (INGRESOSANUALES = 65000/SI) x (MONTOCOMPRA=500/SI) x (PUNTUACIONDEFIDELIDAD=8.0/SI)

x (REGION=ESTE/SI) x

(FRECUENCIADELACOMPRA=22/SI)

Una vez obtenida la formula, marcamos en las tablas de probabilidades al cliente en cuestión, es de suma importancia resaltar que, la aplicación de la formula en Excel fue creada en forma masiva, para grandes cantidades de datos. En la figura 5. Se muestran los valores respectivos a la formula aplicada, así como los resultados obtenidos

45	0	0,050632911	0,033613445
65000	0	0,050632911	0,033613445
500	0	0,050632911	0,033613445
8.0	0	0,050632911	0,033613445
Este	0,15	0,4113924	0,32352941

Valor del si	2,70388E-06
Valor del no	0

Fig. 5. Valores de la fórmula para SI/No. Resultados obtenidos

Por lo que se puede determinar que un cliente con una edad de 45 años, sueldo anual=45000, monto de compra=500, puntuación de fidelidad=8.0 y que vive en el este, y una frecuencia de compra=22, es considerado uno de los clientes potenciales de la empresa.

4 Conclusiones.

La aplicación del aprendizaje automático, de clasificación aprendizaje supervisado Naive Bayes es uno de los más sencillos de para su aplicación, también se podría preguntar por qué llevar a cabo un análisis de datos en Excel, cuando en la actualidad, realizar la programación de dicho algoritmo en un lenguaje de programación como Python podría ser más fácil, con la implementación de un algoritmo, el contestar de la pregunta es que: no solo el área de la informática podría aplicar el algoritmo sino que también podemos considerar ingeniero industriales (por dar un ejemplo)que ellos no llevan a fondo materias de programación que les diera la oportunidad de llevar a cabo el análisis de los datos, por tal motivo es importante considerar que, cualquier persona que sepa manejar Excel estaría en posibilidades de realizar un análisis de datos.

Referencias

Canossa Montes de Oca, H. (21 de 11 de 2019). Sistemas de información de marketing en la planificación estratégica. *Revista de Marketing Aplicado, 23*(2), 43-60.

González, l. (2019). #AprendizajeSupervisado #MachineLearningconPython #aprendeIA [Grabado por L. Gonzalez]. [Video].

Oracle. (02 de 09 de 2024). Recuperado el 01 de 09 de 2024, de Oracle: https://www.oracle.com/mx/artificial-intelligence/machine-learning/what-is-machine- learning/

R. R. (10 de 11 de 2020). *Estudyando siempre se puede ser mejor* . Obtenido de Estudyando : https://estudyando.com/uso-de-modelos-predictivos-en-negocios-y-marketing/#:~:text=El%20modelo%20predictivo%20ayuda%20a%20las%20empresas

%20a,determinar%20el%20riesgo%20y%20crear%20mensajes%20de%20 marketing.

Rivera Montaño, S. A. (12 de 07 de 2023). Impacto de la inteligencia artificial (IA) en la efectividad de las estrategias de marketing personalizado. *Anfibios*, 70-81. Recuperado el 01 de 09 de 2024, de ps://doi.org/10.37979/afb.2023v6n2.138

Roque López , J. (2021). *TÉCNICAS DE SELECCIÓN DE VARIABLES EN REGRESIÓN LINEAL Y MULTIPLE.* Universidad Internacional de Andalucía ;. Andalucia: University of Huelva & International University of Andalusia. Recuperado el 7 de 09 de 2024, de https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/6557/1217_Roque.pdf?seque nce=1&isA llowed=y

Sandoval , L. J. (Diciembre de 2018). ALGORITMOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA ANÁLISIS Y PREDICCION DE DATOS. *ITCA-FEPADE*(11). Recuperado el 06 de 09 de 2024

Segura Mojica, F. J. (12 de 29 de 2023). Medición y comparación del rendimiento de cuatro algoritmos de aprendizaje supervisado para formular modelos predictivos sobre la rotación temprana de personal. *Esic Market Economics and Business Journal, 54*(2). Recuperado el 6 de 09 de 2024, de https://orcid.org/0000-0001-5981-9246

Yajure Ramírez, C. A. (19 de 05 de 2022). Análisis de los datos migratorios de la población regular venezolana que ingresó a Chile durante el periodo 2000–2021. ResumenEl crecimiento exponencial de la migración venezolana en Chile, entre los años 2016 y 2019, impulsó políticas púb.

Ciencia y Sociedad, 47(2), 59–78. Recuperado el 04 de 09 de 2024, de https://doi.org/10.22206/cys.2022.v47i2.pp59-78

Capítulo 14

Educational Scraping for Price Analysis

Alba Maribel Sánchez Gálvez, Santiago Alejandro Molina Iturbide,
Ricardo Álvarez González, and Eduardo Pérez Ramírez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Avenida San Claudio y 14 sur,
C.P. 72570 Puebla, México
{alba.sanchez, ricardo.alvarez}@correo.buap.mx and
{eduardopra, santiago.molina}@alumno.buap.mx

Abstract. With the evolution of technology, the demand for e-commerce websites has increased, and choosing the best price for an item among all available options has become a repetitive and exhausting task. To automate this process, an application was designed and implemented, which, leveraging the accessibility of certain websites, allows for the extraction of prices for items of interest from two of the most visited online shopping sites using web scraping techniques. The application automatically collects the data and delivers this information in CSV format, making it easier to read and manage, enabling users to identify the most recommended products as well as those with the lowest and highest prices.

Beyond its utility in the e-commerce field, this application is designed with educational purposes in mind, aimed at teaching students and professionals the fundamentals of web scraping, data processing, and trend analysis.

Through real-time data collection, users can apply data analysis to create visualizations and statistics on price trends and product history. These data are valuable not only for understanding market behavior but also as a didactic tool to learn how to automate tasks, analyze large volumes of information, and build decision-support systems.

Additionally, the application simplifies the technical complexity of data scraping and offers an accessible and intuitive interface, facilitating the implementation of practical exercises in learning environments. This makes it an effective resource for educating in fields such as data science, software engineering, and automation, allowing students to explore and develop valuable skills in market analysis and web technologies.

Although there are other similar applications, the main distinction of this one is that it is specifically designed for popular sites in Mexico, such as Mercado Libre and Coppel.

Keywords: Web Scraping, e-commerce, Beautiful Soup.

1 Introduction

Online shopping has grown exponentially in recent years, allowing certain sites to become popular among young people. Price is a decisive factor in the purchasing decision, as millions of products compete for the consumer's attention. Therefore, in ecommerce, it is

important to know the prices across various sites and track the trend daily [1]. One way to automate this process is through web scraping.

Web scraping is defined as the construction of an agent to automatically download, analyze, and organize data from the web [2], which involves automatically navigating the web and extracting information from it. The software programmed for this web scraping purpose is called a Bot o Spider.

Web scraping allows for obtaining large amounts of information without the need to type a single word. Through search algorithms, it is possible to scan a vast number of websites to extract only the required information.

This technique offers numerous advantages as it automates the processes of searching for and gathering information, achieving the following: reducing workload, increasing process speed, handling large volumes of data, automating data extraction, improving information accuracy by eliminating human errors, and obtaining data in processable formats, that is, clean and structured data. Additionally, it is a cost-effective method, and sometimes even free.

Web scraping is applicable in various sectors as it allows monitoring competitor prices, researching buyers, identifying trends, supervising brands, keeping prices updated, and detecting opinions to plan marketing campaigns, among others uses. The process mainly consists of three parts: analyzing the website's HTML code, extracting the necessary information, and storing the data.

Companies like Hunter.io, Voila Norbert y FindThatLead run crawlers that index a large portion of the visible internet and extract email addresses, names, and other data to build a database for lead generation and email marketing. Search engines like a Google, Bing, and others run large-scale web scrapers called web crawlers that capture billions of web pages, index them, and rank them according to various natural language processing algorithms [3].

Therefore, in this work, we present an application that allows extracting information from websites and generating a CSV file for further processing and analysis. This file can be used for price intelligence, price tracking, price comparison, and market research.

2 Related works

In [1] data is collected from various shopping portals such Amazon, Flipkart, and Myntra, and displayed in a single catalog. HTML and CSS are used for the front-end, while Node.js libraries are used for back-end coding to connect to the websites. The authors in [4] use different web scraping methods, employing Python along with the requests and BeutifulSoup libraries, to build an indexed database of household appliances sold in the city of Ibarra, Ecuador. This is done using web scraping techniques to optimize conumers' search time for these products. The work described in [3] focuses on scraping prices from Amazon and Flipkart using BeautifulSou, comparing them, and finally triggering an email with a link to the website offering the lowest price for the same product.

3 Methodology

The application aims to collect information through web scraping from popular sales sites among young people and store that information in a database. The system architecture, shown in Fig. 1, is divided into three steps: analyzing the HTML of the web pages, extracting the necessary data, and storing the data.

The application aims to collect information through web scraping from popular sales sites among young people and store that information in a database. The system architecture, shown in Figure 1, is divided into three steps: analyzing the HTML of the web pages, extracting the necessary data, and storing the data.

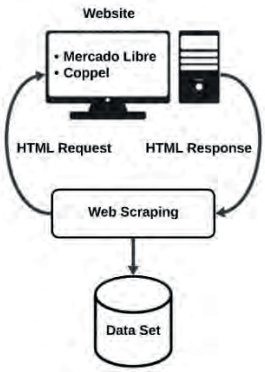


Fig. 1. System Architecture.

3.1. Web Scraping Application

Web pages are composed of HTML elements that essentially consist of plain text wrapped in tags, which allow web browsers to know how to render the text. HTML tags also contain common attributes that are included within them [4],[5]. It is necessary to understand the HTML structure of the website, as shown in Fig. 2, and send an HTTP request to its URL.

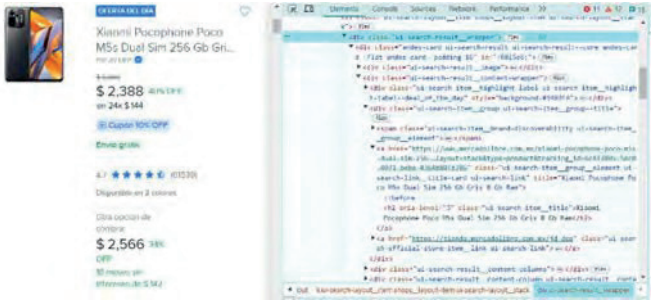


Fig. 2. HTML Structure of the Product.

Data extraction is performed by simulating human browsing through computer programs that enhance efficiency and optimize search time, allowing for the indexing of extracted information and organizing it in a database for later retrieval. Using the Requests library, a connection is established with the website through HTTP GET calls to the specified URL. Another fundamental component used to format and style modern web pages is Cascading Style Sheets (CSS) [2].

Websites are composed of pages and links, forming a structure into a graph. Therefore, graph algorithms, such as breadth-first search and depth-first search, can be used to navigate through these pages and links [6].

To extract information from web pages, the Python library Beautiful Soup is used, which focuses on HTML parsing. This library is noted for its moderate memory usage and low CPU consumption, making it an efficient option for scraping tasks that prioritize speed and resource efficiency. Beautiful Soup is particularly effective in extracting data from common HTML documents and provides a simple and intuitive API, making it suitable for smaller projects [7]. In Fig. 3, a portion of the code implemented to make requests to web pages using Beautiful Soup is shown.

```python
# Function to extract data from MercadoLibre
def extract_mercadolibre_data(url):
    HEADERS = {
        "User-Agent": "Mozilla/5.0 (X11; Linux x86_64) AppleWebKit/537.3
    }
    response = requests.get(url, headers=HEADERS)
    soup = BeautifulSoup(response.content, 'html.parser')
```

```python
# Function to extract data from Coppel
def extract_coppel_data(url):
    response = requests.get(url)
    soup = BeautifulSoup(response.content, 'html.parser')
```

Fig. 3. Beautiful Soup.

3.2. Application

Fig. 4 shows the application developed using Python's Tkinter, which allows entering the product link of interest from Mercado Libre and Coppel websites, as well as specifying the path where the database will be downloaded and saved in CSV format.

Once the page is accessed, the product prices are extracted, displayed, and the maximum and minimum prices are obtained. The extracted information is displayed in a window, showing the price, and applicable discount, the original price, rating, and the store.

Fig. 4. Application Interface.

The use case diagram, as shown in Fig. 5, helps visualize how users interact with the application and what functionalities need to be implemented to meet their needs. These functionalities include entering the product URL, specifying the path to save CSV file, extracting product prices, displaying the prices, obtaining the maximum and minimum prices, and saving data to CSV file.

This diagram is essential for understanding the interaction between users and the application, ensuring that all necessary features are implemented to meet their expectations.

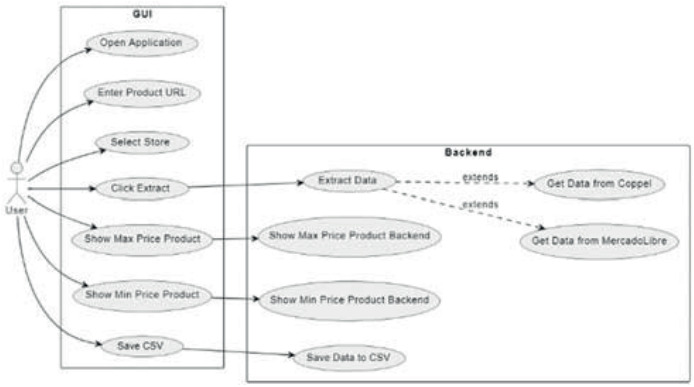


Fig. 5. Use Case Diagram of the Application.

In Fig. 6, the sequence diagram provides a clear and organized view of how the web scraping process is carried out, showing the interactions between different components and actors over time. The process is described as follows:

User Initiates Scraping: The user starts the scraping process.

GET Request: The HTTP client, using the Requests library, sends a GET request to the specified web page.

Receive HTML: The web page responds with the HTML content.

HTML Parsing: The Beautiful Soup HTML parser analyzes the received HTML content.

Data Extraction: The HTML parser extracts the necessary data, such as product prices.

Data Storage: The extracted data is stored in a database for later retrieval and analysis.

Fig. 6. Sequence Diagram of the Web Scraping Process.

3.3. Data Storage

The information is organized and stored in a comma-separated CSV format. Fig. 7 illustrates how this file can be downloaded to the specified path on your device.

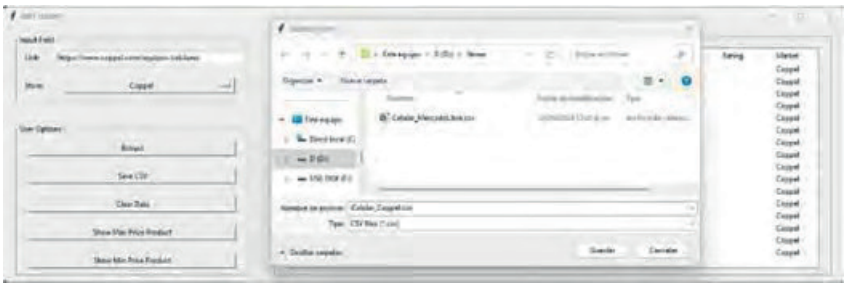


Fig. 7. Extracted Data Stored in CSV Format.

The information from the downloaded file is shown in Fig. 8. This file can be stored to generate a larger dataset, which can then be used for further analysis and processing.

Name	Price	OrigPrice	Discount	Rating	Market
Apple iPhone 11 (128 GB) - Azul medianoche - Distribuidor Autorizad	13178	20999	0.38	4.8	Mercado Libre
Xiaomi Pocophone Poco M5s Dual Sim 256 Gb Gris 8 Gb Ram	3388	3980	0.4		Mercado Libre
Celular Poco C65 256gb 8gb Black Color Negro	2029	3449	0.41	4.7	Mercado Libre
Xiaomi Pocophone Poco X6 Pro 5G Dual SIM 512 GB negro 12 GB RA	5549	9398.34	0.4		Mercado Libre
Samsung Galaxy A15 4G Dual SIM 128 GB azul oscuro 4 GB RAM	2299			4.7	Mercado Libre
Xiaomi Pocophone Poco M6 Pro Dual SIM 512 GB negro 12 GB RAM	3821	4820	0.2		Mercado Libre
Honor Magic5 Lite Dual SIM 256 GB plata titanio 8 GB RAM	1799			4.6	Mercado Libre
Xiaomi Redmi Note 13 4G Dual SIM 256 GB negro 8 GB RAM	3348			4.7	Mercado Libre
Celular Bmobile A1 Super Negro Telcel 2g Bluetooth Lamparita	299	498.34	0.4	4.2	Mercado Libre
Celular Huawei Nova 12i 8 Gb + 128 Gb Negro + Band 9	4490	4999	0.1	4.4	Mercado Libre
Infinix Note 40 Pro Dual SIM 256 GB dorado 8 GB RAM	4187	5981.5	0.3	4.6	Mercado Libre
Apple iPhone 15 Pro (128 GB) - Titanio Blanco - Distribuidor Autoriza	22180	23999	0.07	4.7	Mercado Libre
Cubot KingKong 9 Dual SIM 256 GB Black 12 GB RAM	4642	6061.56	0.23	4.5	Mercado Libre
Zte Smartphone Blade A54 128gb 4gb Ram Gris	1487			4.5	Mercado Libre
Xiaomi Pocophone Poco X6 Pro 5G Dual SIM 256 GB negro 8 GB RAM	4956	6264.23	0.2	4.8	Mercado Libre
Celular Xiaomi Redmi 12 Dual Sim 256gb Ram Negro	2699			4.6	Mercado Libre
Xiaomi Pocophone Poco M5s Dual SIM 128 GB gris 4 GB RAM	1949	3140.67	0.38	4.7	Mercado Libre
Cubot Note 21 Dual SIM 128 GB Verde 6 GB RAM	1750	3066.42	0.52	4.6	Mercado Libre
Teléfono Oneplus 10t 5g 8 Gb Ram 128 Gb Rom Snapdragon 8+ Gen	5697	9189.07	0.38	4.9	Mercado Libre
Celular Xiaomi Poco M6 256gb 8gb Ram Black	2999	3499	0.14	5	Mercado Libre
Xiaomi Redmi Note 13 Pro+ 5G Dual SIM 512 GB negro 12 GB RAM	6599	10999	0.4	4.4	Mercado Libre
Motorola Edge Edge 40 Neo 5G Dual SIM 256 GB black beauty 8 GB	5199	7699	0.19	4.5	Mercado Libre
Xiaomi Pocophone Poco F6 Dual SIM 512 GB negro 12 GB RAM	7059	7999	0.11	4.8	Mercado Libre
Motorola Moto G34 128 Gb Negro Meteorito 8 Gb Ram	2661	3168.96	0.15	4.8	Mercado Libre

Fig. 8. CSV file.

4 Results

The following outlines the steps for operating the web scraping application. First, select the store and enter the URL of the product you wish to acquire. Once these steps are completed a confirmation message appears, as shown in Fig. 9.

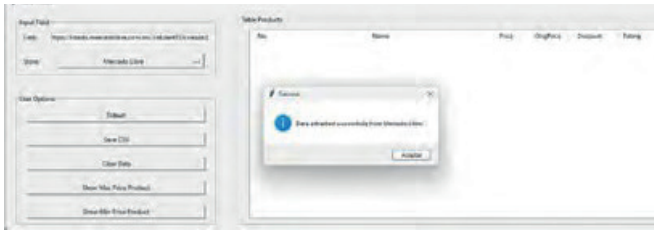


Fig. 9. Successful extraction

When clicking the ‘accept’ button, the information about the prices from the previously selected store is displayed. In this case, Mercado Libre was chosen, as shown in Fig. 10, where additional available information is also highlighted, such as whether the product has any discount, its original price, and a recommendation rating on a scale from 0 to 5.

Fig. 10. Mercado Libre

Once the prices have been extracted, it is possible to determine the maximum and minimum values. Fig. 11 illustrates the case of the maximum price.

Fig. 11. Popup Window to Display the Product with the Highest Price

Finally, Fig. 12 shows the process of entering the path to save the dataset, followed by a confirmation message.

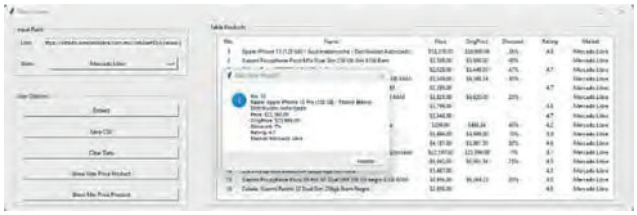


Fig. 12. Save the CSV file.

Table 1 shows the number of products extracted from each link on the website for each query. This number changes constantly.

Website	Number of Products
Mercado Libre	52
Coppel	22

Table 2. Number of products per website for each Link.

5 Conclusions

This application serves as a valuable educational tool for learning web scraping, providing a practical example of how to automate processes that save time and effort when searching and comparing products online. Its use of the Beautiful Soup library in Python allows students to become familiar with manipulating data extracted from the web and to understand the importance of adapting to the variability of a website's HTML structure.

One of the key aspects of developing this application is handling data ethically and efficiently, highlighting the importance of respecting websites policies and using the collected information responsibly. The generation of CSV files offers an excellent opportunity for students to work with structured data, enabling the creation of charts and statistical analyses that add value to the obtained data, such as identifying price trends and market evolution.

Furthermore, this project emphasizes the need to keep the web scraping technology up to date, as websites frequently change their structures to hinder data extraction. This presents students with a continuous challenge of adaptation and improvement, encouraging ongoing learning of new scraping techniques and exploring additional websites.

In summary, this application not only automates a useful process but also serves as an excellent platform for students to apply and develop fundamental skills in programming, data manipulation, and web data analysis in a practical environment.

References

[1] Sriperambuduri, V., Sireesha, V., Hegde, N.P. (2023). A Best Price Web Scraping Appli-cation for E-commerce Websites. In: Kumar, A., Ghinea, G., Merugu, S. (eds) Proceedings of the 2nd International Conference on Cognitive and Intelligent Computing. ICCIC 2022. Cognitive Science and Technology. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-2742-5_57

[2] Vanden Broucke, S., Baesens, B. (2018). Practical Web Scraping for Data Science. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3582-9_

[3] Singh, S., Srivastava, G., Dubey, V., Mishra, G.R. (2024). Triggering an Email Alert Based on Price Comparison by Web Scraping Using Python. In: Goyal, S.K., Palwalia, D.K., Tiwari, R., Gupta, Y. (eds) Flexible Electronics for Electric Vehicles. FLEXEV 2022. Lec-ture Notes in Electrical Engineering, vol 1065. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-4795-9_14

[4] Albuja, D., Guerra, L., Rivero, D., Quishpe, S. (2023). Optimizing Marketing Through Web Scraping. In: Reis, J.L., Peter, M.K., Varela

[5]

[6] González, J.A., Bogdanović, Z. (eds) Marketing and Smart Technologies. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 337. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9099-1_5

[7] Patel, J.M. (2020). Web Scraping in Python Using Beautiful Soup Library. In: Getting Structured Data from the Internet. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6576-5_2.

[8] Hajba, G.L. (2018). Enter the Requirements. In: Website Scraping with Python. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3925-4_2

[9] Dikilitaş, Y. et al. (2024). Performance Analysis for Web Scraping Tools: Case Studies on Beautiful Soup, Scrapy, Htmlunit and Jsoup. In: García Márquez, F.P., Jamil, A., Hameed, A.A., Segovia Ramírez, I. (eds) Emerging Trends and Applications in Artificial Intelligence. ICETAI 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 960. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-56728-5_39

Capítulo 15

Modelo inteligente para predicción de calidad de vida

Yoali Trejo Ambrocio[1], Silvia Soledad Moreno Gutiérrez[1], Héctor Hugo Siliceo Cantero[1]

[1] Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
Escuela Superior de Tlahuelilpan. Tlahuelilpan. Hgo. México.
silviam@uaeh.edu.mx

Abstract. La calidad de vida (CV) hace referencia a la percepción del individuo en cuanto a cumplimiento de metas según cultura y sistema de valores, a la importancia de poseer salud física, psicológica, social en un ambiente sano; interacción que fortalece su autonomía e independencia y, por tanto, contribuye a incrementar su CV; esta condición multidimensional podría disminuir o sufrir pérdida por causas diversas como la contaminación ambiental, sobre todo en áreas como la Zona Metropolitana (ZM) de Tula Hidalgo identificada entre las más contaminadas del planeta y de mayor importancia nacional por su desarrollo económico y productivo. Considerando el potencial preventivo de las tecnologías inteligentes, el presente trabajo expone un modelo para predecir puntaje de CV social, salud y ambiental, con datos recabados mediante WHOQOL-BREF aplicado a residentes de la ZM. El desempeño de la propuesta fue: MSE .011, RMSE

.01062 y R^2 .9982, y se considera estrategia adecuada para identificación de factores clave con implicaciones favorables en la toma de decisiones.

Keywords: Redes neuronales artificiales, calidad de vida, zona industrial.

1 Introducción

A lo largo de la vida los seres humanos adquieren independencia y autonomía para afrontar las condiciones e interacciones con el entorno de forma satisfactoria, realizando acciones enfocadas a incrementar su CV, en términos de salud física, psicológica, relaciones sociales o interacción con el medio ambiente [1].

La CV es un concepto complejo con elementos objetivos, subjetivos y variables cuyo valor es determinado por la importancia que cada individuo asigna a cada aspecto relacionado con bienestar físico, material, social y otros [2], por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) la define como la percepción que cada persona posee respecto a su posición en la vida en relación con sus metas, expectativas y preocupaciones, según su cultura y valores [3].

No obstante, las personas podrían disminuir su CV de manera natural por el paso del tiempo o derivado de otros factores como son los ambientales, enfatizando en la intensa contaminación ambiental que se propaga día a día en zonas industriales, tales como la ZM de Tula [4].

Esta ZM posee alta importancia productiva y su impacto se ha reflejado sobre la población y su crecimiento acelerado de: número de habitantes, situación económica, enfermedades crónicas físicas y mentales e índice de contaminación, por mencionar algunos.

Por ello, es prioritario construir estrategias innovadoras que contribuyan a mantener la CV, incrementarla y prevenir escenarios desfavorables, por tanto, es adecuado aprovechar el potencial de la Inteligencia Artificial (IA) en el incremento de la CV en el mundo, sin precedentes. El objetivo del trabajo es construir un modelo de aprendizaje automático (AA) para predicción de puntaje de CV con datos recabados mediante encuesta a habitantes de la ZM Tula Hgo.

2 Estado del arte

Durante la revisión de la literatura no se encontraron trabajos que apliquen AA para valorar o predecir la CV en la ZM, sin embargo, diversos estudios exploran el tema y se exponen algunos por su representatividad.

Un estudio aplicó análisis de componentes principales (ACP) para sintetizar variables económicas, sociales y físicas en tres dimensiones clave que explican la CV:

1) estabilidad económica, 2) composición de los hogares y 3) conciencia ambiental, se construyó índice de bienestar, el análisis identificó patrones heterogéneos en Pachuca Hgo., [5] resaltando la necesidad de crear políticas públicas para el desarrollo urbano [6], para personas con diabetes mellitus tipo 2, se analizó el impacto de la atención médica, efectos emocionales y sociales [7] [8].

Otros autores emplearon el cuestionario WHOQOL-BREF y PROQOL-IV para evaluarla en profesionales de enfermería en áreas críticas, los hallazgos exponen relevancia del aspecto psicológico y contextual, otro estudio analizó la percepción de estudiantes universitarios adolescentes en México respecto al control de peso por género y su influencia en la CV [2].

3 Metodología

En el presente apartado se expone un modelo neuronal de predicción de puntaje de CV basado en el instrumento WHOQOL-BREF validado [6], aplicado a 2000 individuos, con base en la metodología para ciencia de datos CRISP-DM, integrada por 6 fases: I. Entendimiento del negocio, del contexto, II. Entendimiento de los datos, III. Transformación de los datos, IV. Modelado, V. Validación y VI. Despliegue [9].

Fase I. En el estado de Hidalgo y con base en la relevancia industrial y económica nacional de la ZM de Tula ubicada entre las de mayor contaminación en el planeta, con una población en riesgo permanente de salud, su nivel de CV expone logros y mayores desafíos [8], mientras su Índice de Desarrollo Humano Municipal (IDHM) se considera alto con 0.753 [10], no obstante, la esperanza de vida en 2020 fue de 74.1, inferior al promedio nacional de 75.5 años [11]. En términos sociales la inseguridad es un desafío [12], al igual que la mala calidad del aire.

Fase II. Para identificar la percepción de los residentes se realizó análisis exhaustivo del comportamiento de los datos con la exploración de 26 variables referentes a: salud física, salud psicológica, relaciones sociales y medio ambiente, por cada aspecto se asignó un puntaje, por tanto, se contó con 4 variables objetivo, de igual forma se analizó cada aspecto en términos cualitativos.

Fase III. Las variables son de tipo numérico y categórico. Aquellas categóricas reemplazaron valores nulos por la moda. Luego de la transformación de la normalización de datos se exponen en tabla 1. Las dimensiones son 4 y agrupan 26 variables, se exponen en la tabla 1.

Dominio	Variable	Dominio	Variable
Salud física	Impedimentos_DolorFisico	Relaciones sociales	Relaciones_Personales
	Tratamiento_Medico		Vida_Sexual
	Energia		Apoyo_Satisf
	Desplazamiento		Vida_Seguridad
	Sueño		Salud_Ambiente
	Actividades_Habil		Dinero
Salud psicológica	Capacidad_Trabajo	Medio ambiente	Informacion
	Vida_Disfrute		Actividades_Ocio
	Vida_Sentido		Condiciones_Vivienda
	Concentracion		Servicios_Sanit
	Acepta_Apariencia		Servicios_Transp
	Autoestima		
	Sentimientos_Negativos		

Tabla. 1. Dimensiones y variables. Fuente: elaboración propia

Para la predicción se crearon cuatro variables objetivo: ‘salud_fisica’, ‘salud_psicologica’, ‘relaciones_sociales’ y ‘medio_ambiente’, las cuales capturaron la puntuación respectiva en cada variable de cada dominio. La normalización de datos se realizó mediante z-score, estandarizándolos.

Fase IV. El desarrollo del modelo consistió en una RNA tipo Perceptron Multicapa, cuya arquitectura consta de tres capas ocultas con 150, 100 y 50 neuronas cada una, respectivamente, aplicando función de activación es ReLu, el optimizador adam y early stopping para combatir el sobre entrenamiento, la figura 1 muestra la arquitectura del modelo.

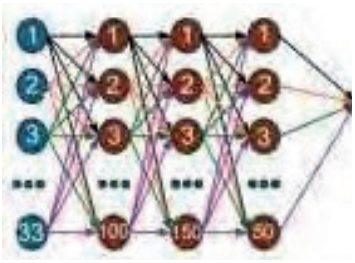


Fig. 1. Arquitectura del modelo de RNA. Fuente: elaboración propia

Luego del proceso de entrenamiento, el modelo fue validado y sus resultados se exponen en el apartado siguiente.

4 Resultados

Fase V. La validación del modelo se llevó a cabo mediante las métricas error cuadrático medio (MSE por sus siglas en inglés), raíz del error cuadrático medio (RMSE por sus siglas en inglés) y nivel de significancia ($R^{2.}$), al tratarse de un modelo de regresión las métricas

son adecuadas al igual que el desempeño del modelo, el cual se observa a través de los resultados que se exponen en la tabla 2 y en la figura 2.

MSE	RMSE	R^2
0.0112	0.1062	0.9982

Tabla 2. Resultados. Fuente: elaboración propia

Los resultados expuestos en la tabla 2 muestran que el rendimiento del modelo de CV es excelente, con error mínimo y nivel de significancia de .998, lo cual representa alta confiabilidad en el uso de la propuesta. De igual forma, la grafica2, expone una diferencia pequeña entre los valores predichos y los valores reales, lo cual, de forma concreta permite reforzar los resultados numéricos de la tabla 2. Durante el análisis de correlación las variables del dominio relaciones sociales, resultaron de mayor impacto en la CV.

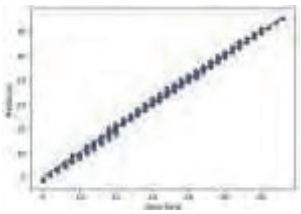


Fig. 2. Validación de RNA de regresión: valores predicho vs reales. Fuente: elaboración propia.

En el modelo de regresión las métricas aplicadas permitieron observar su desempeño luego de un proceso de validación, los resultados se visualizan de forma numérica y gráfica con el propósito de confirmar y reforzar los resultados. La percepción de CV es un fenómeno que el modelo logró representar de manera favorable.

4.1. Fase VI. La aplicación y uso del modelo se lleva a cabo como parte de proyecto de investigación, con el propósito de continuar el análisis de la ZM y predecir escenarios posibles.

5 Conclusiones y trabajos futuros

El estado de Hidalgo ha experimentado mejoras en las estadísticas de CV en los últimos años, sin embargo, el apoyo de las tecnologías inteligentes se considera valioso ante el propósito de incrementarla y mantenerla, al respecto, el AA de la RNA constituye una herramienta valiosa en términos de prevención derivado de su potencial predictivo.

Para obtener resultados confiables, la elección del instrumento aplicado a la población en busca de identificar su percepción de CV es decisiva, de igual forma su validación al tratarse de un cuestionario auto-administrado. La CV percibida por la población de Hidalgo ofrece información útil para la toma de decisiones.

Los resultados respaldan la utilización de modelos de AA y RNA en el análisis de la CV. El modelo expone alto rendimiento, así lo expresan sus resultados por lo que se considera adecuado para aplicarlo a los fines predictivos para los cuales fue desarrollado.

La propuesta que se presenta permite la predicción de CV y contribuye al análisis de escenarios futuros de la ZM, no obstante, esta herramienta es aplicable a cualquier otra zona o población a la cual se aplique el cuestionario que se abordó en el presente trabajo.

Referencias

García A.K.. (2020). México, en el top 5 de mayor calidad de vida en América Latina, según los datos de Numbeo. El economista. https://www.eleconomista.com.mx/economia/Mexico-en-el-top-5-de- mayor-calidad-de-vida-en-America-Latina-segun-los-datos-de-Numbeo-20210718-0010.html

Flores-Ramírez M., Escalante-Hernández C., Ortiz-López G., Chico-Barba

G. Calidad de vida en profesionales de enfermería que laboran en áreas críticas en una institución de tercer nivel de atención. Rev Enferm Neurol. 2020;19(2):pp. 53-65.

WHO (World Health Organization). 1999. World Atlas of Aging, World Health Organization Center for Health development, WHO Press, Kobe pp 1-138

Ortiz, A. P., Diaz, M., Díaz, J. M. M., Gálvez, A. L. B., Rangel, A. L. M. G. C., & Arévalo, R. V. (2022). Online Cognitive-Behavioral Intervention on Adherence and Quality of Life in Elderly Adults with Diabetes: Two cases study. *International journal of psychology and psychological therapy*, *22*(3), 331-344.

Acuña Nicolás, J. A., López Pérez, S., & Guerrero Escamilla, J. B. (2021). Estimación de la calidad de vida en la ciudad de Pachuca: un enfoque multidimensional para la construcción de un índice compuesto.

WHOQOL Group. (2012). The World Health Organization Quality of Life (WHOQOL) (WHO/HIS/HSI Rev.2012.03, Vol. 106). World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HIS-HSI-Rev.2012.

Guzman Acostupa, S. A., & Zarate Anastares, P. L. (2023). Calidad de vida en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en el centro de salud 7 de octubre de El Agustino–2022.

Márquez, D. A. B. (2020). Calidad de Vida, Malestar Emocional y Tiempo de Diagnóstico en Pacientes con Diabetes Tipo 2 en un Municipio de Hidalgo, México. Huella de la Palabra, (14), 8-24.

Schröer, C., Kruse, F., & Gómez, J. M. (2021). A systematic literature review on applying CRISP-DM process model. Procedia Computer Science, 181, 526-534.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2023). Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010-2020: Una Década de Transformaciones Locales Para El Desarrollo De México. En UNDP.org. PNUD México. Recuperado 29 de marzo de 2023, de https://www.undp.org/es/mexico/publicaciones/informe- de-desarrollo-humano-municipal-2010-2020-una-decada-de-transformaciones- locales-en-mexico-0

INEGI. (2020). Indicadores de bienestar autorreportado de la población urbana cifras al mes de enero de 2020 (2020). Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/biare/biare 2020_ 02.pdf

Correa-Cabrera, G. (2021). Seguridad en México en tiempos de la 4T. Política y gobierno, 28(2).

Capítulo 16

Predicción de la formación en estudios superiores en el nivel medio superior usando modelos de clasificación

Carmen Cerón-Garnica[1], Alfonso Garcés Baez[1], Víctor Manuel Mila Avendaño[2,] Gerardo Martínez Guzmán y Miryam Salazar Vega[1]

[1] Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-Facultad de Ciencias de la Computación, Av. San Claudio y 14 sur, Colonia San Manuel, Puebla, Pue., 72570. México
carmen.ceron@correo.buap.mx, garces.baez@correo.buap.mx, miryam.salazar@alumno.buap.mx

[2] Preparatoria Benito Juárez García- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. Circuito Juan Pablo Segundo, Col San Manuel, Puebla, Pue., 72570. México
victor.mila@correo.buap.mx

Resumen. El presente artículo tiene como objetivo usar modelos de clasificación para predecir la decisión de estudiantes del nivel medio superior para continuar una formación de licenciatura. Se seleccionaron diferentes factores como la trayectoria escolar, expectativas educativas y ocupacionales, incluyendo las áreas de dedicación escolar, ayuda y orientación, educación previa, satisfacción institucional, orientación vocacional, y nivel socioeconómico. Teniendo una muestra de 308 estudiantes de bachillerato, se utilizó WEKA y Scikit-Learn para crear los modelos de clasificación y obtener los atributos más relevantes al tomar esta decisión, así como los menos importantes. Al final, se concluye que los estudiantes se definen por su dedicación y formación académica y no se dejan limitar por su nivel socioeconómico, buscando terminar su formación académica con al menos una licenciatura que les pueda contribuir a un mejor estatus de vida que el de sus familiares, lo cual ha aumentado las expectativas educativas en los estudiantes de media superior.

Palabras claves: Modelos de clasificación, educación superior, WEKA, Scikit- Learn.

Abstract. This article aims to use classification models to predict the decision of high school students to continue a bachelor's degree. Different factors were selected such as school history, educational and occupational expectations, including the areas of school dedication, help and guidance, previous education, institutional satisfaction, vocational guidance, and socioeconomic level. Having a sample of 308 high school students, WEKA and Scikit-Learn were used to create the classification models and obtain the most relevant attributes when making this decision, as well as the least important ones. In the end, it is concluded that students are defined by their dedication and academic training and do not let themselves be limited by their socioeconomic level, seeking to finish their academic training with at least a bachelor's degree that can contribute to a better life status than their relatives, which has increased the educational expectations of high school students.

Keywords: Classification models, higher education, WEKA, Scikit-Learn.

1 Introducción

La deserción escolar es un problema presente en México en todos los niveles educativos. En general, a medida que la población continúa su educación, el número de matrículas disminuye, siendo más significativo el cambio entre la primaria y secundaria, (ver Figura 1). En los últimos años, el número de estudiantes inscritos se ha reducido en nivel primaria, sin embargo, ha aumentado en los niveles de educación media superior y superior [1].

Como se observa, el porcentaje de alumnos que entra a la universidad con respecto al número de estudiantes que ingresan al bachillerato es similar, variando entre 69% (2000/2001) y 82% (2021/2022). En los últimos tres ciclos escolares, la matrícula en alumnos de bachillerato y universidad ha aumentado, aunque no al mismo nivel, manteniendo una brecha similar entre la preparatoria y la universidad.

Matrícula escolar en México por nivel educativo

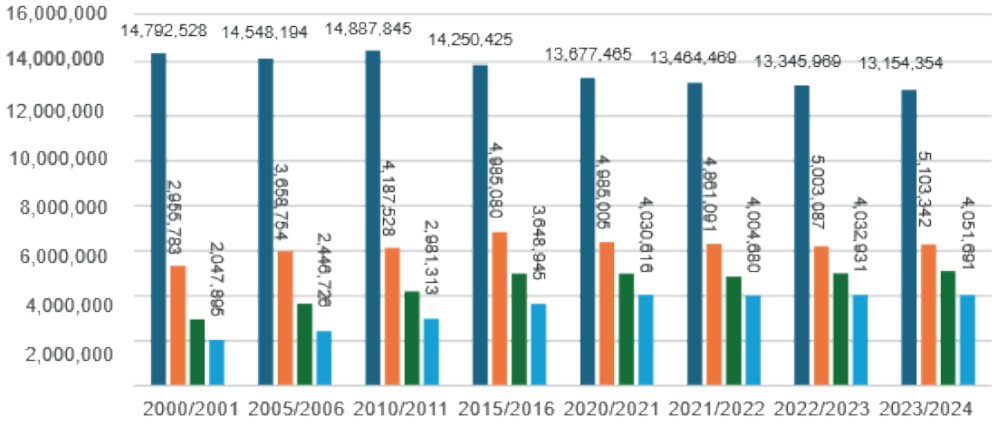


Fig. 1. Matrícula escolar en México por nivel educativo.

En el caso de Puebla, los niveles de deserción escolar en educación superior son altos, en su mayoría, en comparación de la media nacional (Figura 2) [2].

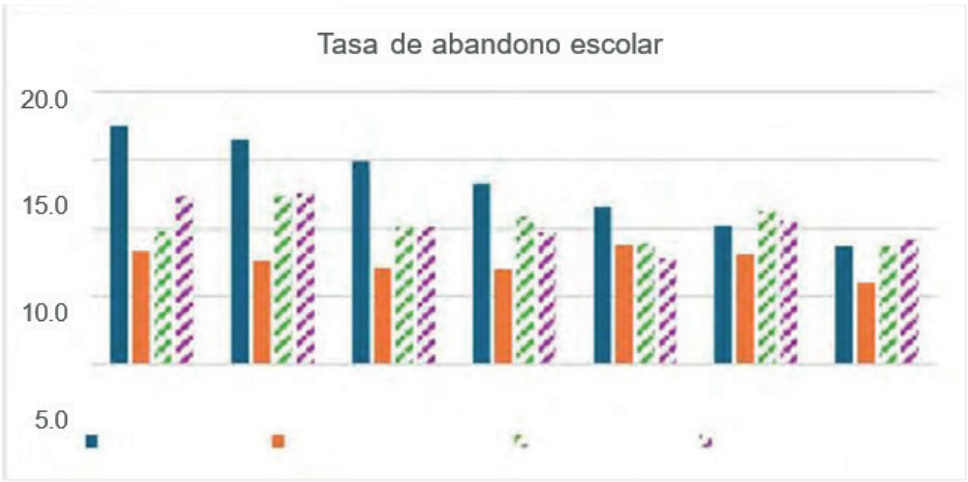


Fig. 2. Tasa de abandono escolar en México y Puebla por nivel educativo.

En este sentido, surge la necesidad de evaluar los factores que influyen en la decisión de continuar con una carrera universitaria al terminar la preparatoria. El presente trabajo presenta a continuación algunos trabajos realizados donde se hacen predicciones con respecto al rendimiento académico o la admisión en la educación superior. Posteriormente, en la metodología, los factores tomados en cuenta, así como las herramientas utilizadas para evaluar los factores con modelos de clasificación para determinar si un estudiante continuará con una licenciatura son presentados. Asimismo, se incluye los métodos para la recuperación los datos y la aplicación de los modelos de clasificación. Además, se incluyen los resultados obtenidos, así como las variables más importantes arrojadas por una SVM (máquina de vectores de soporte). Al final, se concluye cuáles son los factores más importantes de acuerdo con el último modelo y el trabajo a futuro.

Predicción de estudios superiores

Diversos trabajos han sido publicados de acuerdo con la predicción del rendimiento académico en la universidad en México tales como [3], [4], y [5].

En el estudio [3], se utilizaron diferentes pruebas en relación con la capacidad intelectual, inteligencia emocional, salud mental y otras variables demográficas: Prueba de Aptitudes Diferenciales (DAT, por sus siglas en inglés), Series de Dominó de Anstey, Escala de Alexitimia de Toronto de 20 reactivos (TAS-20), e Inventario Multifásico de la Personalidad (MMPI). Con los datos recabados de alumnos de primer semestre de psicología se hicieron modelos de regresión logística lineal y ordinal, encontrando que las capacidades intelectuales de abstracción, verbal, número y discriminación sensorial influyen en el rendimiento.

Por otro lado, en [4] se enfocaron en estudiantes de ingeniería y se utilizó el software WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) que cuenta con técnicas de aprendizaje automático, siendo utilizados los modelos de árbol de decisión, k vecinos y de Naïve Bayes, resaltando al mejor atributo como el promedio actual. En [5], uno de los autores profundiza el trabajo ahora con más variables que involucran el domino de inglés.

Otros artículos se enfocan en la deserción en la universidad [6], [7], mientras que otros se enfocan la admisión a la universidad [8], [9].

Los modelos propuestos en este trabajo se enfocan en la decisión del alumno en continuar con su carrera universitaria o truncar su educación al finalizar la preparatoria o bachillerato. Tomando en cuenta factores de la trayectoria escolar de los estudiantes y sus expectativas educativas.

De acuerdo con [10], existen seis áreas que influyen en la permanencia o deserción escolar en la universidad: dedicación escolar, ayuda y orientación, educación previa, satisfacción institucional, orientación vocacional, y nivel socioeconómico.

2 Metodología

Se tomó a una muestra de 308 estudiantes de 3º y 5º semestres de la Preparatoria Benito Juárez García de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla medir ciertos factores de interés con relación a su decisión para continuar con una carrera universitaria, tomando como referencia lo indicado en [10].

Se aplicó una encuesta con preguntas de opción múltiple y con escalas de Likert, a través de la herramienta Google Forms con los factores de la Tabla

1. Algunos factores importantes fueron excluidos ya que la muestra no presentaba ninguna diferencia, estos factores son: tipo de institución en la educación media superior (todos pertenecen a una preparatoria pública), modalidad de la preparatoria y secundaria (todos afirmaron estudiar bajo la modalidad escolarizada), y los servicios disponibles en el hogar (todos afirmaron contar con los servicios básicos).

Trayectoria escolar	Nivel socioeconómico	Trabajo
		Importancia de la educación en la familia
		Tiempo de traslado a la preparatoria
		Condiciones de salud
		Recursos económicos
		Medio de transporte
		Escolaridades de los padres
		Hermanos cursando licenciatura
	Educación previa	Tipo de secundaria (pública o privada)
		Promedio de secundario
	Dedicación escolar	Promedio actual de preparatoria
Expectativas educativas y ocupacionales		Tipo de lecturas
		Obtención de materiales
		Horas de preparación de estudios
		Forma de estudio (solo o grupal)
	Orientación vocacional	Experiencia Educación Media Superior
		Expectativas Educación Media Superior
	Ayuda y orientación	Estructura de organización de los ciclos escolares
		Trabajos y tareas
		Elementos revisados en los trabajos
		Creatividad
		Cooperación
	Satisfacción institucional	Continuación de estudios en la misma preparatoria
		Recomendación de la institución

Tabla 1. Factores analizados en la muestra.

Con los datos recuperados, se utilizó la plataforma WEKA con los algoritmos de clasificación de Naive Bayes Multinomial y Zero R para realizar un modelo capaz de predecir si un alumno estudiaría la licenciatura o no. Además, utilizando la librería Scikit-Learn, se realizó una SVM para poder obtener los factores más importantes de acuerdo con la lista presentada en la Tabla 1. Algunos factores, corresponden a más factores pequeños que al final se promediaron para un análisis mejor. Por ejemplo, en los elementos revisados en los trabajos, se preguntó acerca de la presentación, el uso de bibliografía, la ortografía, la re-

dacción, la extensión del trabajo, el dominio de la materia, las ideas originales, la capacidad de análisis, la capacidad de crítica, la capacidad de síntesis, el orden y coherencia.

Por otro lado, se observó que la muestra no estaba balanceada, ya que más del 95% de los estudiantes afirmaron querer continuar con una licenciatura al término de sus estudios de nivel media superior. Esto implica un desbalance en los datos que afecta el rendimiento de los algoritmos.

3 Resultados

En la Tabla 2, se observa el desempeño de los algoritmos con WEKA y Scikit-Learn. Los tres algoritmos tienen un buen rendimiento, sin embargo, el SVM alcanza una clasificación perfecta.

Algoritmo	Clasificación Correcta (%)	Clasificación Incorrecta (%)	Precisión	Recal l	FMeasure
Naive Bayes	90.00	10.00	1.000	0.989	0.994
Zero R	83.00	17.00	0.828	1.000	0.824
SVM	100.00	0.00	1.000	1.000	1.000

Tabla 2. Resultados de modelos de clasificación.

En la Figura 3, se observan los atributos más importantes encontrados por la SVM. El atributo que más influye es el tipo de lecturas que los estudiantes utilizan para sus clases con una puntuación de 0.2. Otros atributos que destacan son: el promedio actual, las condiciones de salud y el estudio en grupo, así como las horas de preparación. Además, se nota que los demás atributos rondan entre un coeficiente de 0.1 y 0.2.

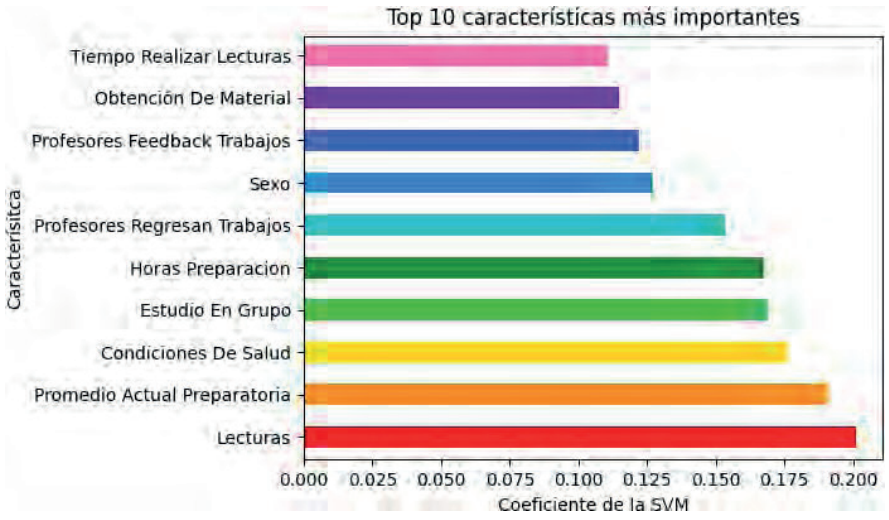


Fig. 3. Atributos más importantes.

Por otro lado, en la Figura 4, se observan los atributos que menos influyen en la decisión de estudiar la universidad. Siendo estos el tiempo para cubrir el temario y el trabajo, con menos del 0.01.

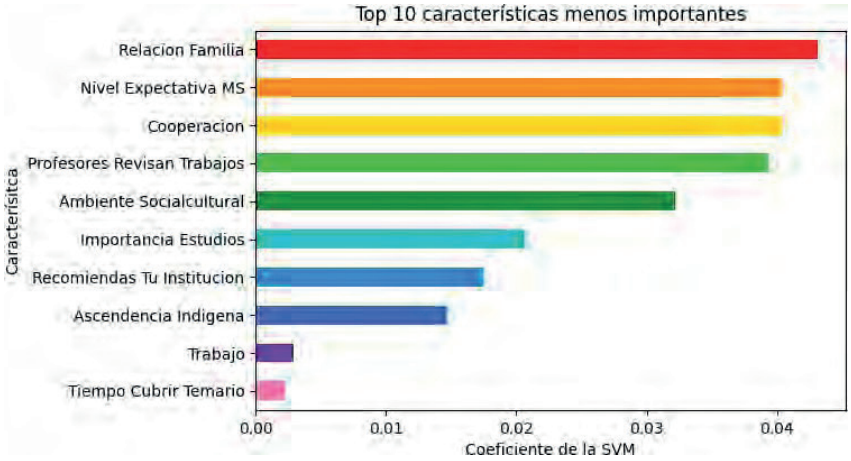


Fig. 4. Atributos menos importantes.

4 Discusión de Resultados

De acuerdo con los resultados, el SVM creado con Scikit-Learn tiene el mejor rendimiento llegando a un 100% en la clasificación. Sin embargo, al tener una muestra relativamente pequeña para estos modelos, el modelo puede presentar un sobreajuste que limite el funcionamiento de este modelo. Para resolver este problema, se requieren de más datos, así como de mayor diversidad de fuentes, es decir, estudiantes no solo de la preparatoria encuestada, sino otras en el estado de Puebla.

En cuanto a las áreas que más relevancia tienen para influir en la decisión de los estudiantes de nivel media superior son: dedicación escolar y ayuda y orientación. Por otro lado, las áreas que menos influyen son: satisfacción institucional y nivel socioeconómico.

Esto demuestra que los estudiantes buscan continuar con su educación independientemente de su nivel socioeconómico y la satisfacción con su institución educativa actual.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La muestra utilizada en este trabajo presenta un reto al tener un desbalance en la proporción de estudiantes que han decidido continuar con sus estudios más allá de la universidad. Esto se puede explicar ya que todos los estudiantes encuestados son de la misma preparatoria. Además, la preparatoria posee una relación estrecha con la universidad al ser administrada por la BUAP. Esto implica que la muestra debe de agrandarse con otras preparatorias y se buscará en futuros trabajos el incrementar el número de estudiantes encuestados para el adecuado funcionamiento de los modelos de clasificación, así como la diversidad de los antecedentes.

En cuanto a los atributos, se requiere de una mayor profundización en cuanto a los factores detectados y cómo influyen en otras áreas como la permanencia y el rendimiento académico tanto en el nivel medio superior como superior.

Referencias

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Matrícula escolar por entidad federativa según nivel educativo, ciclos escolares seleccionados de 2000/2001 a 2023/2024. 2024. https://en.www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=ac13059d-e874-4962-93bb- 74f2c58a3cb9

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Tasa de abandono escolar por entidad federativa según nivel educativo, ciclos escolares seleccionados de 2000/2001 a 2022/2023. 2024. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=Educacion_11&bd=Educacion

J. Moral. Predicción del rendimiento académico universitario. Perfiles educativos, Vol 28, No. 113, pp. 38-63. Enero 2006.

A. Rico y N. D. Gaytán. Modelos predictivos del rendimiento académico a partir de características de estudiantes de ingeniería. Revista de Investigación Educativa de la REDIECH, Vol. 13, e1426. Abril 2022. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v13i0.1426

A. Rico. Predicción del rendimiento académico mediante selección de características de estudiantes universitarios. Revista Electrónica Sobre Tecnología, Educación Y Sociedad, Vol. 10, No. 19. Mayo 2023.

Matz, S.C., Bukow, C.S., Peters, H. et al. Using machine learning to predict student retention from socio-demographic characteristics and app-based engagement metrics. Scientific Reports, Vol. 13, No. 5705. Abril 2023. https://doi.org/10.1038/s41598-023-32484-w

A. Matheu, C. Ruff, M.Ruiz, L. Benites y G. Morong. Modelo de predicción de la deserción estudiantil de primer año en la Universidad Bernardo O´Higgins. Educação e Pesquisa, Vol. 44, e172094. 2018. DOI: 10.1590/S1678-4634201844172094

A. Sivasangari, V. Shivani, Y. Bindhu, D. Deepa y R. Vignesh. Prediction Probability of Getting an Admission into a University using Machine Learning. 2021 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC). Erode, India, 2021,

pp. 1706-1709. DOI: 10.1109/ICCMC51019.2021.9418279.

D.A, Chithra, C.N. Malepati & R. Peta, S. Bindushree y S. Swaroop. Prediction for University Admission using Machine Learning. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), Vol. 8. 4922-4926. 2020. DOI: 10.35940/ijrte.F9043.038620.

C. Orozco-Rodríguez. Factores que influyen en el abandono escolar de la licenciatura en Matemáticas de la Universidad de Guadalajara. Revista mexicana de investigación educativa, Vol. 27, No. 92. Marzo 2022. http://orcid.org/0000-0002-7248-7810

Capítulo 17

Parámetros de LTE, Comunicación para Redes Vehiculares

Tonatiuh Guadalupe Nava-Razon [1] José Antonio Orizaga Trejo[2]
Cecilia Cobián Sandoval[3] Arturo Lezama Ojeda [4] Ma. Hidalia Cruz Herrera[5]

[1] Universidad de Guadalajara- Campus CUCEA, Periférico Norte N° 799 Núcleo Universitario, C. Prol. Belenes, 45100 Zapopan, Jal. México
tonatiuh.nava@academicos.udg.mx

[2] Universidad de Guadalajara- Campus CUCEA, Periférico Norte N° 799 Núcleo Universitario, C. Prol. Belenes, 45100 Zapopan, Jal. México
jose.orizaga@academicos.udg.mx

[3]Universidad de Guadalajara-UDG campus CUCEA, Periférico Norte N° 799 Núcleo Universitario, Los Belenes, 45100 Zapopan, Jalisco. México
cecilia.cobian9099@alumnos.udg.mx

[4]Universidad de Guadalajara-UDG campus CUCEA, Periférico Norte N° 799 Núcleo Universitario, Los Belenes, 45100 Zapopan, Jalisco. México
arturo.lezama1002@alumnos.udg.mx

[5]Universidad de Guadalajara-UDG campus CUCEA, Periférico Norte N° 799 Núcleo Universitario, Los Belenes, 45100 Zapopan, Jalisco. México
hidalia.cruz@academicos.udg.mx

Abstract. At present, the management of information in vehicular networks has a strong impact on society. Since the automobile's appearance on January 29, 1886, the distances people travel in their daily lives have changed significantly. Now it is imperative to transport ourselves in vehicles of all kinds that use information in real-time to reach our destination faster and safer, whether it is to work, study or have fun. However, it is crucial to guarantee that the route marked by the data in the vehicular network is the most efficient and accurate, since without an adequate application of these technologies, the use of vehicular networks would be meaningless. For this purpose, we can employ a discrete mathematical event simulation environment that correctly adapts to the data communication behaviour of moving vehicles. This scientific article will focus on measuring some communication parameters in LTE vehicular networks. In particular, we will focus on evaluating the efficiency of the communication protocols that each vehicle in operation sends and receives from communication antennas. We will analyze how efficient the links and data exchange is in millisecond intervals, and finally, we will show the numerical results obtained to verify the correct operation of the entire communication system.

Keywords: OMNET++, autonomous vehicles, web simulation, LTE communication, car-net

Resumen—En la actualidad, el manejo de la información en las redes vehiculares tiene un fuerte impacto en la sociedad. Desde la aparición del automóvil el 29 de enero de 1886, las distancias que las personas tienen que recorrer en su día a día han cambiado significativamente. Ahora es imperativo transportarse en vehículos de todo tipo que utilicen información en tiempo real para llegar más rápido y seguro a nuestro destino, ya sea para trabajar, estudiar o divertirse. Sin embargo, es crucial garantizar que la ruta marcada por los datos en la red vehicular sea la más eficiente y precisa, ya que sin una aplicación adecuada de estas tecnologías, el uso de las redes vehiculares no tendría sentido. Para este propósito, podemos emplear un entorno de simulación de eventos matemáticos discretos que se adapte correctamente al comportamiento de la comunicación de datos de vehículos en movimiento. En este artículo científico nos centraremos en medir algunos parámetros de comunicación en las redes vehiculares LTE. En particular, nos enfocaremos en evaluar la eficiencia de los protocolos de comunicación que cada vehículo en operación envía y recibe de antenas de comunicación. Analizaremos qué tan eficientes son los enlaces y el intercambio de datos en lapsos de milisegundos, y finalmente mostraremos los resultados numéricos obtenidos para comprobar el correcto funcionamiento de todo el sistema de comunicación.

Palabras clave: OMNET + +, Vehículos Autónomos, Simulación de redes, Comunicación LTE, Redes vehiculares.

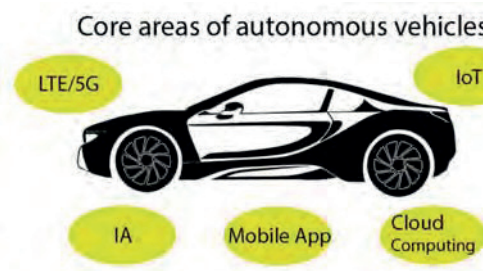
1 Introducción

En la actualidad, el crecimiento demográfico y económico de las ciudades ha llevado a que la mayoría de la población de un país se concentre en menos de una decena de sus principales urbes en busca de beneficios propios y para sus familias. Sin embargo, esta acumulación de personas provoca una serie de problemas como la necesidad de más viviendas o edificios, y en muchos casos, el crecimiento se realiza en las afueras de las ciudades, lo que genera

un mercado laboral donde la mayoría de los trabajadores deben trasladarse de sus hogares a sus lugares de trabajo en trayectos de más de dos horas. Con este fenómeno, las rentas y los precios de las viviendas se incrementan, lo que hace que solo los empleados con puestos bien pagados puedan seguir viviendo en el centro de la ciudad o en edificios departamentales cercanos. Además, este aumento del mercado inmobiliario también obliga a las ciudades a incrementar toda su infraestructura de servicios, principalmente en la construcción o ampliación de calles, carreteras de alta velocidad y transporte público.

A partir de aquí, surge un problema cotidiano en cualquier ciudad industrializada de gran tamaño, que es la movilidad tanto de personas como de mercancías, creando caos vial, pérdida de tiempo e infinidad de accidentes por errores humanos. Este hecho hace inevitable que en el futuro la mayoría de los vehículos en las calles sean autónomos. Los vehículos autónomos y conectados son una colección de componentes inteligentes como sensores, radares, unidad de control y cámaras programados a través de líneas de código, que permiten una comunicación fluida entre el usuario, el vehículo y la infraestructura [9]. Además, el vehículo deberá tener comunicación constante con torres de telecomunicaciones para obtener información relevante de posición GPS, tráfico o mantenimiento que existen en su camino, para poder trazar la ruta más eficiente a su destino, reducir el tiempo de viaje, el gasto de combustible y evitar enfrentar el vehículo a terreno agreste que pueda dañar su equipamiento y estructura.

Figura 1: Áreas de conocimiento dentro de los Vehículos Autónomos.



Fuente: Elaboración propia.

Desafortunadamente, los vehículos autónomos aún se encuentran en etapas de estudio con prototipos en funcionamiento y solo unas pocas compañías venden unidades comerciales. Además, son pocos los países que realmente están preparados para iniciar el cambio, entre ellos Holanda, Singapur, Estados Unidos, Suecia, Reino Unido y Alemania. Sin embargo, fuera de estos lugares y especialmente en países en vías de desarrollo, se enfrentan a la brecha digital y el problema de la última milla en la conexión de internet.

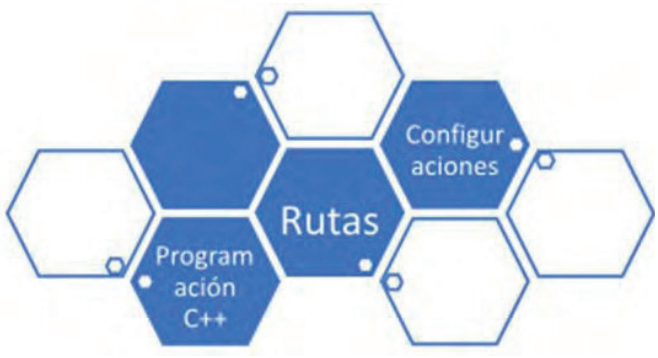
Por otra parte, podemos realizar estudios de simulación enfocados a cualquier país sin necesidad de utilizar la infraestructura en campo. Esto se logra mediante la tecnología de simulación por software con algoritmos matemáticos y herramientas especializadas para estudiar el modo en que se realizan las comunicaciones de estos vehículos mediante Internet LTE. Para este experimento en particular, se utilizó el simulador Omnet++ y se corrió en una máquina virtual de Ubuntu en Virtual Box.

2 Simulación de la comunicación.

En la investigación sobre los parámetros de comunicación para redes vehiculares, se utilizó una simulación por software para recopilar datos de los vehículos autónomos que se envían a una torre de internet LTE a través de una antena montada en el vehículo [3]. Debido a que varios vehículos estarán en movimiento y enviando datos a la torre, la comunicación debe ser constante y superar posibles problemas de colisión de paquetes de información. Entre los parámetros que se miden se encuentran la distancia recorrida, la velocidad de transmisión de los datos y la tasa de error en la transmisión, entre otros. Para llevar a cabo la simulación, se utiliza el simulador Omnet++ que está implementado en lenguaje C++ orientado a objetos [16]. Este simulador funciona mediante módulos que se ensamblan como un Lego de construcción [4]. La configuración del simulador se establece en el archivo .ini, donde se guardan las configuraciones relevantes como el nombre de la plantilla de control, el enlace de los protocolos de comunicación [12] [17], la red vehicular y las rutas que seguirán los vehículos [6] [14].

El proyecto en Omnet++ se compone de tres partes principales, como se ilustra en la Figura 2. La primera parte es la programación en C++, donde se establecen los comandos en este lenguaje. La segunda parte es la aplicación de las rutas de los vehículos mediante otra herramienta llamada SUMO [5] [6] [15]. La tercera parte son los archivos de red y el archivo .ini.

Figura 2. Áreas principales de implementación para el desarrollo de los proyectos Omnet++



Fuente: Elaboración propia.

Para ayudar en la simulación, se utilizan paquetes como .net y Veins [2] [6], que sirven como frameworks en el ambiente del simulador [7] [13]. Los datos utilizados en la ejecución del modelo de simulación pueden ser estructurados o no estructurados. En este artículo, se utiliza el modelo de datos no estructurado debido a su eficiencia y simplicidad de uso.

Los datos no estructurados no requieren una estructura predefinida, lo que los hace más amigables para el usuario final. Para almacenar estos datos, se utiliza una base de datos documental como MongoDB y el lenguaje JSON. Esta base de datos es más rápida en su ejecución, eficaz y eficiente en su operación, lo que la hace una de las más utilizadas en la actualidad para datos no estructurados. Una vez recolectados estos datos, se almacenan en la base de datos MongoDB, que opera como servidor y se consulta mediante un cliente, que es un sistema manejador de base de datos (SMDB). El software Robo3t, también conocido como Robomongo, se utiliza como SMDB y se lanza el servidor previamente en el puerto 27017 para leer, escribir y administrar todas las colecciones.

Los datos recopilados durante las simulaciones se almacenan en colecciones en la base de datos documental, lo que permite una eficiencia en la velocidad de procesamiento. Para el análisis de los datos, se utiliza Python y sus diversas librerías, que permiten desde la creación de gráficos hasta la realización de regresiones para predecir la tendencia de la información y clasificar el conjunto de parámetros. En conclusión, la simulación por software y la recopilación de datos mediante una base de datos documenta.

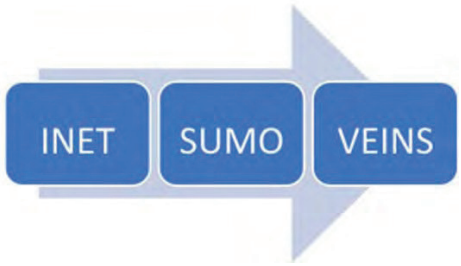
3 Metodología.

En el marco de la investigación sobre parámetros de comunicación LTE para redes vehiculares, se ha diseñado una metodología que involucra la utilización del simulador Omnet++ para la generación de tráfico y la medición de los principales indicadores de rendimiento. Para llevar a cabo esta metodología, en primer lugar, se ha procedido a la instalación de los paquetes necesarios para la configuración y ejecución del simulador, tal como se detalla en la Figura 3. Esta tarea implica la selección cuidadosa de los componentes y herramientas de software que garantizan la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos en las pruebas.

Posteriormente, se ha definido un conjunto de escenarios de simulación que permiten explorar diversas condiciones de operación de las redes vehiculares y evaluar el compor-

tamiento de los parámetros de comunicación LTE en cada caso. Se ha prestado especial atención a factores críticos como la velocidad de los vehículos, la densidad de tráfico, el número de antenas utilizadas y la calidad del canal de transmisión. Los datos recogidos en cada simulación son analizados y procesados estadísticamente para extraer conclusiones y recomendaciones relevantes para el diseño y optimización de redes vehiculares basadas en tecnología LTE. Esta metodología constituye un marco riguroso y sistemático para la investigación en este campo y permite avanzar en el conocimiento y desarrollo de soluciones innovadoras para la comunicación en movimiento.

Figura 3. Herramientas necesarias para una simulación vehicular



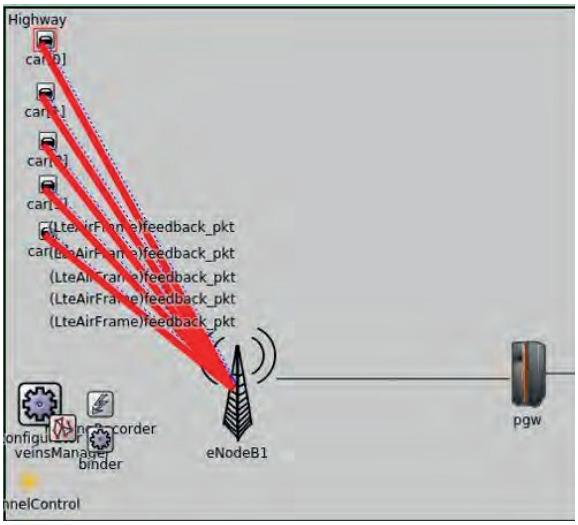
Fuente: Elaboración propia.

4 Resultados.

4.1. Resultados de la simulación

En este estudio se llevó a cabo una simulación utilizando el simulador Omnet++ para medir los principales parámetros de LTE en redes vehiculares. La simulación permitió visualizar una línea de autos transmitiendo a la antena principal los parámetros que arrojan información del vehículo. La Figura 5 muestra la configuración utilizada en este proyecto.

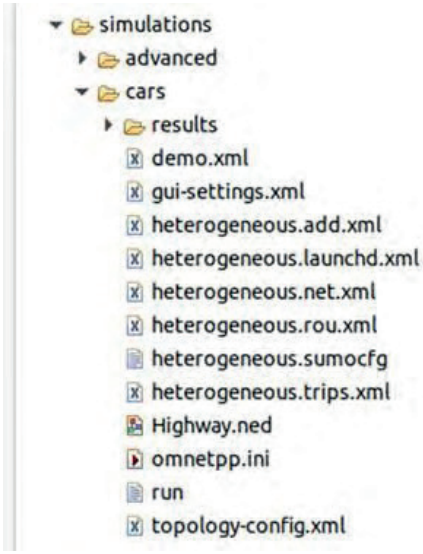
Figura 4. Simulación de Vehículos en omnet



Fuente: Elaboración propia con herramienta omnet.

Como se puede observar en la Figura 4, la simulación consistió en una línea de cinco vehículos que transmiten sus datos a una antena 4G. Para lograr esta operación, se utilizó un servidor Veins que actúa como servidor de comunicación para redes de automóviles. Es importante destacar que los vehículos se mueven en línea recta, lo cual se logra mediante las utilerías del software sumo. En la Figura 4 se muestran las librerías que se deben programar para lograr que el prototipo tenga esta forma de traslado.

Figura 5. Librerías para la simulación



Fuente: Elaboración propia, obtenida de explorar de archivos omnet++.

4.2. Parámetros en la simulación.

Entre los principales parámetros estudiados se encuentra la latencia de la red, la tasa de error de bits (BER), el retardo de propagación y la potencia de la señal recibida. La Figura 7 muestra una gráfica con uno de los parámetros que se analizaron en esta simulación.

Figura 6. Programación de configuración

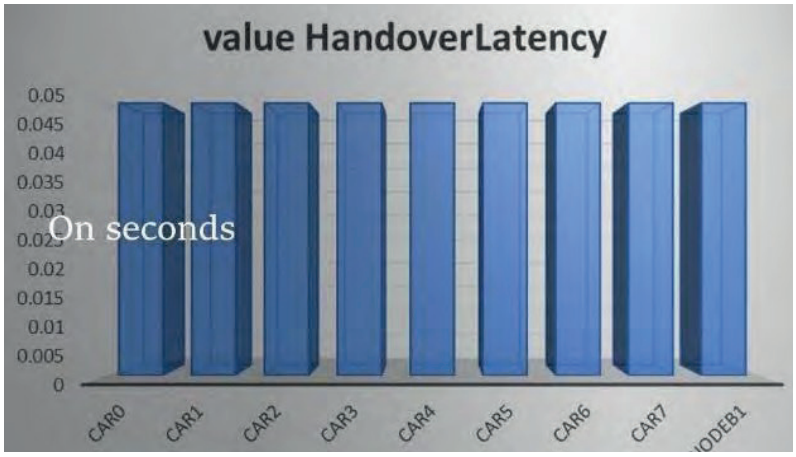
```
[Config VoIP-UL]

##########################################################
#                      App Layer                         #
##########################################################
*.server.numApps = 10
*.server.app[*].typename = "VoIPReceiver"
*.server.app[*].localPort = 3000 + ancestorIndex(0)

*.car[*].numApps = 1
*.car[*].app[0].typename = "VoIPSender"
*.car[*].app[0].destAddress = "server"
*.car[*].app[0].destPort = 3000 + ancestorIndex(1)
```

Fuente: Elaboración propia con herramienta omnet.

Figura 7. Parámetros Estudiados



Fuente: Elaboración propia con herramienta omnet.

Figura 8. Formato Json.


```
{
    "VoIP-D2D-0-20220527-18:29:56-11848" : {
        "attributes" : {
            "configname" : "VoIP-D2D",
            "datetime" : "20220527-18:29:56",
            "datetimef" : "20220527-182956",
            "experiment" : "VoIP-D2D",
            "inifile" : "omnetpp.ini",
            "iterationvars" : "",
            "iterationvarsd" : "",
            "iterationvarsf" : "",
            "measurement" : "",
            "network" : "simu5g.simulations.cars.Highway",
            "processid" : "11848",
            "repetition" : "0",
            "replication" : "#0",
            "resultdir" : "results",
            "runnumber" : "0",
            "seedset" : "0"
        },
        "itervars" : {
        },
```


Fuente: Elaboración propia con herramienta omnet.

5 Conclusión

El desarrollo de vehículos autónomos se ha convertido en un campo de investigación de gran interés en los últimos años. Con la creciente demanda de vehículos inteligentes, la necesidad de una comunicación fiable y segura se ha vuelto aún más crítica. En este sentido, las redes vehiculares se presentan como una solución prometedora para garantizar una comunicación sin interrupciones y confiable entre los vehículos y su entorno. En este contexto, el presente estudio se ha enfocado en la comunicación LTE en redes vehiculares. La elección de LTE se debe a su alta velocidad de transmisión de datos, su capacidad para

soportar una gran cantidad de dispositivos y su fiabilidad en entornos de alta movilidad, lo que lo convierte en una opción ideal para aplicaciones vehiculares. Para llevar a cabo el estudio, se empleó el simulador Omnet + + y se utilizaron herramientas como Sumo, Veins e Inet. Estas herramientas permitieron la comunicación con una antena principal de tipo LTE, lo que facilitó la obtención de los parámetros clave para una comunicación óptima. Los resultados obtenidos son muy prometedores, ya que demuestran la viabilidad de la comunicación LTE en entornos vehiculares.

Este estudio representa un paso importante hacia el desarrollo de una comunicación segura y confiable en redes vehiculares. Si bien existen varias tecnologías de comunicación disponibles, la elección de LTE se justifica por su capacidad para soportar un gran número de dispositivos, lo que la convierte en una opción adecuada para aplicaciones vehiculares. Es importante destacar que la comunicación vehicular es esencial para garantizar la seguridad de los vehículos autónomos, y la elección de una tecnología adecuada es crucial para garantizar una transmisión de datos sin problemas. Los resultados de este estudio pueden ser de gran utilidad para futuras investigaciones en el campo de las comunicaciones vehiculares y para el desarrollo de vehículos autónomos más seguros y eficientes.

En resumen, el presente estudio ha demostrado la eficacia de la comunicación LTE en redes vehiculares y su potencial para convertirse en una tecnología clave para el desarrollo de vehículos autónomos. Los resultados obtenidos son muy prometedores y pueden servir como base para futuras investigaciones en este campo.

Referencias

[1] Abbas, A., Krichen, M., Alroobaea, R., Malebary, S., Tariq, U. and Piran, M., 2021. An opportunistic data dissemination for autonomous vehicles communication. [online] Webofscience.com. Available at: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000619390400003> [Accessed 27 May 2022].

[2] Atheer Al-Rubaye. Et Al, “Enabling Soft Vertical Handover for IPv6 in OMNeT++”, Technische Universitat, Germany, pp. 4, 2016.

[3] Campolo, Caludia et Al, “Vehicular ad hoc Networks”, Springer, Switzerland, 544 pp, 2015.

[4] Chamberlain, Thomas, “Learning OMNeT++”, Packt Publishing, UK, 86 pp, 2013.

[5] Dede, Jens et Al, “OMNeT++ and mosaik: Enabling Simulation of Smart Grid Communications”, Division Energy, Germany, 4 pp, 2015.

[6] Eze, Elias et Al, “Advances in Vehicular Ad-Hoc Networks (VANETs): Challenges and Road-map for Future Development”, University of Bedfordshire, England, 16 pp, 2019.

[7] Hammoud, Muhsen. Et Al, “LTE-ADVANCED SIMULATION FRAMEWORK BASED ON OMNeT++”, University Tenaga Nasional, Putrajaya, pp. 4, 2012.

[8] He, J., Tang, Z., Fan, Z. and Zhang, J., 2018. Enhanced Collision Avoidance for Distributed LTE Vehicle to Vehicle Broadcast Communications. [online] Webofscience.com. Available at: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000427134600049> [Accessed 27 May 2022].

[9] Khan, M. and Quadri, A., 2021. Augmenting Cybersecurity in Autonomous Vehicles: Innovative Recommendations for Aspiring Entrepreneurs. [online] Webofscience.com. Available at: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000640712300017> [Accessed 26 May 2022].

[10] Li, Y., Wu, Y. and He, S., 2021. Distributed consensus control for a group of autonomous marine vehicles with nonlinearity and external disturbances. [online] Webofscience.com. Available at: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000647206400012> [Accessed 26 May 2022].

[11] MIR, Z., TOUTOUH, J., FILALI, F. and KO, Y., 2020. Enabling DSRC and C-V2X Integrated Hybrid Vehicular Networks: Architecture and Protocol. [online] Webofscience.com. Available at: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000578818600001> [Accessed 27 May 2022].

[12] Orozco, A.M. et Al, "Redes vehiculares Ad-hoc: aplicaciones basadas en simulación", Ingenium, Vol 12, 11 pp, 2012.

[13] Puttnies, Henning, "Java Extensions for OMNeT++ 5.0", Institute of Applied Microelectronics and Computer Engineering, Germany, 6 pp, 2017.

[14] Sommeret, Christoph Al, "Simulation of Ad Hoc Routing Protocols using OMNeT++", Springer, 17 pp, 2009.

[15] Steinbach, Till, "Extending OMNeT++ Towards a Platform for the Design of Future In-Vehicle Network Architectures", Hamburg University, Germany, 6 pp, 2016.

[16] Virdis, Antonio et Al, "Recent Advances in Network Simulation", Springer, Switzerland, 472 pp, 2019.

[17] Yeferny, Taoufik. Et Al, y L. M. S. Campos, "Vehicular Ad-hoc Networks: Architecture, Applications and Challenges", Energy Policy, vol. 20, pp. 7, 2020.

Sección III.
Educación en TI

Capítulo 18

Panorama de la demanda de profesionales en la industria de TI

María Lourdes Sánchez Guerrero[1], Nancy Aguas García[2] , Sara Sandoval Carrillo[3], Ana Lilia Laureano Cruces[4], José Morales Montelongo[5]

[1,4] Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Departamento de Sistemas, Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Delg. Azcapotzalco, México, D.F.,CP 02200. lsg@azc.uam.mx

[2] Universidad del Caribe, SM. 78, Mza. 1, Lote 1, Cancún, Q. Roo, naguas@ucaribe.edu.mx;

[3] Universidad de Colima. Avenida Universidad 333. Colonia Las Víboras. Colima, Colima. sary@ucol.mx

[5] Centro Universitario de Tonalá, Universidad de Guadalajara, Nuevo Perif. Ote. 555, Ejido San José, Tateposco, 45425 Tonalá, Jal.

Resumen. El talento humano con perfiles en áreas tecnológicas refleja una alta demanda en el mercado laboral debido a la constante transformación de la industria y las organizaciones. Dicha transformación va creando nuevos puestos de trabajo alineados con tecnologías emergentes, en crecimiento o en tendencia. Este trabajo presenta los resultados del análisis de la demanda de profesionales en la industria de Tecnologías de la Información (TI), basado en estudios nacionales y encuestas aplicadas a empresas relacionadas con TI. Este panorama permite a las instituciones conocer las competencias requeridas por los empleadores y definir estrategias para su incorporación en los programas de estudio. Uno de los resultados obtenidos, señala la importancia de que los egresados fortalezcan sus conocimientos principalmente en las áreas de Ciencia de Datos, Ciberseguridad e Internet de las Cosas (IoT) entre otros.

Palabras clave. Talento humano, TI, competencias, puestos laborales, ciencia de datos, ciberseguridad, IoT.

Abstract. Human talent with profiles in technological areas reflects a high demand in the job market due to the constant transformation of the industry and organizations. This transformation is creating new jobs aligned with emerging, growing or trending technologies. This paper presents the results of the analysis of the demand for professionals in the Information Technology Industry (IT), based on national studies and surveys applied to IT-related companies. This panorama allows institutions to know the graduate attributes required by employers and to define strategies for their incorporation in the study programs. One of the results obtained points out the importance for graduates to strengthen their knowledge mainly in the areas of Data Science, Cybersecurity and Internet of Things (IoT), among others.

Keywords. Human Talent, IT, graduate attibutes, jobs, data science, cybersecurity, IoT.

1 Introducción

Vivimos en una era digital, donde las Tecnologías de la Información (TI) han pasado a ser un componente vital para el funcionamiento de empresas y organizaciones en todo el mundo. La demanda de profesionales altamente capacitados en el área de las TI ha crecido a pasos agigantados en los últimos años, y se espera que esta tendencia continúe en el futuro cercano.

En este artículo, expondremos el panorama actual de la demanda de profesionales en la industria de Tecnologías de la Información mediante el análisis de algunos estudios que se han realizado en México, que señalan lo que las empresas requieren y que permiten conocer las principales tendencias y factores que impulsan esta demanda, así como las habilidades y competencias que buscan los empleadores en el campo de las TI.

Se abordará cómo la transformación digital ha impactado en la demanda de profesionales en diferentes áreas de especialización, como la ciberseguridad, el desarrollo de software, ciencia de datos, la inteligencia artificial y la robótica, sin perder de vista la influencia de las tecnologías emergentes, como el internet de las cosas (IoT) y la computación en la nube, entre otras.

Es necesario identificar el talento en TI que las empresas requieren, así como las competencias específicas de la mano con la rápida evolución de las tecnologías. Con esta finalidad, la Asociación Nacional de Instituciones en Tecnologías de la Información (ANIEI) en conjunto con Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información (AMITI) se dio a la tarea de realizar una encuesta que refleja las necesidades actuales y futuras de capital humano en sus organizaciones, esta encuesta complementa el análisis de los estudios realizados por empresas para este propósito.

2 Antecedentes

2.1. Estudios realizados en México sobre demanda de profesionales en TI

2.1.1. Estudio de salarios SG 2020

La encuesta fue realizada entre diciembre 2019 y enero de 2020 por la empresa Software Guru [1], dicha encuesta se realizó a través de internet, se obtuvieron respuestas de 2402 personas residentes en México. Dentro de los datos más relevantes se encuentra el salario de un profesional de TI:

Tabla 1. Datos de salarios de profesionales de TI en México, establecidos en Mediana, Media, Desviación Estándar, Primer cuartil, Tercer Cuartil y n la muestra o personas en ese rango.

	Mediana	Media	Des Std	Q1 (25%)	Q3 (75%)	n
Salario 2020	$35,000	$41,449	$29,642	$21,000	$54,000	2,402
Salario 2019	$33,000	$37,908	$26,510	$20,000	$50,000	2,075
Salario 2018	$32,000	$35,654	$24,716	$20,000	$45,000	1,679

Se puede observar en la tabla 1 que, el salario del profesional aumentó en promedio tres mil pesos. Dependiendo de la experiencia profesional, se encontró que cuando el número de años en los puestos de trabajo es de 0 a 2 años tienen un menor salario con un salario promedio de $18,071, en caso contrario los mejores salarios están en las personas con más de 20 años de experiencia con un salario promedio de $53,872. Aunado a esto, se pudo

observar que los roles mejor pagados son la dirección/estrategia y los lenguajes de programación mejor remunerados correspondientes a Rust, Go, Rubi, Elixir, Groovy, Perl, Bash, R y Python.

2.1.2. Estudio del Comité de Capital Humano de AMITI

Con el fin de contar con información de las necesidades de capital humano de la industria de TI, se desarrolló una encuesta a empresas socias de la Asociación Mexicana de Industria de las Tecnologías de la Información (AMITI) en segundo semestre del año 2022 [2], con los objetivos:1) conocer las competencias y habilidades de los profesionales requeridos por las empresas relacionadas con las TI, 2) conocer las áreas de conocimiento emergentes en el capital humano, 3) conocer el estado actual de la vinculación entre empresas de AMITI y las instituciones educativas. Se encuestaron a 51 empresas. Los resultados que se consideran relevantes son: i) el enfoque de los perfiles profesionales en sus empleados actuales y a futuro que solicitarán son: Ingeniería de Software en un 63,3%, Ingeniería de Sistemas en un 91.8 %, en Informática (Ingeniería en Informática) 79.6 % , también se puede inferir que las empresas que atendieron la encuesta son de desarrollo y servicio. En relación con las certificaciones, solicitan que los egresados tengan competencias en SCRUM en 51.1%, en ITIL el 48.9 %, en Java 46.7 % , Seguridad Informática 37.8 %. Así mismo las organizaciones solicitan una carrera universitaria en un 53.1 %, el 87.8 % evalúa el conocimiento técnico a los sustentes al puesto y el 80 % consideran fundamental e importante el idioma inglés.

2.1.3. Estudio Best Place To Code 2021

En el 2021, Software Guru, el medio y agencia de relacionamiento con desarrolladores de software líder en América Latina, publicó un estudio sobre las mejores empresas para trabajar en tecnología [3], considerando las empresas que se evaluaron y a las que se apegan a criterios confidenciales establecidos, sin recibir remuneración por considerarlas como las mejores evaluadas por los empleados.

Con base en las evaluaciones realizadas a finales del 2020, el ranking de empresas evaluadas como Best Place to Code, puede observarse en la tabla 2, el ranking está dividido en cinco categorías de acuerdo al tipo y tamaño de la empresa.

Tabla 2. Categorías de mejores empresas del 2020, de acuerdo al tipo y tamaño de la misma.

Categoría	Descripción de la categoría	Lista de Empresas
ISV o Startup	Empresas que construyen sus propios productos digitales, ya sea para vender o como parte de su core de negocio.	- Grow IT - Platzi - Creditas - Bitso - Contpaqi - OneCard - BITAM - Nu - Obok - Skydropx
Análisis del problema	Empresas de consultoría tecnológica y agencias digitales con 10 o menos desarrolladores.	- Roomie IT - OnePhase - Headspring Part of Accenture - Alluxi - Ordico
Diseño / desarrollo de solucione s	Empresas de consultoría tecnológica, desarrollo de software a la medida y team augmentation con entre 11 y 100 desarrolladores.	- Aviada - Simpat Tech - Enroute Systems - Estrasol - Michelada - Tango - AMK Technologies - Tacit Knowledge - Intelimétrica - DotNET - Scio Consulting - NT Group - Atalait - Montechelo - SERTI - Ensitech - Enkoder - Aptude
Uso de herramie ntas modernas	Empresas de outsourcing tecnológico e integración de sistemas, con más de 100 desarrolladores.	- Nova by Reboot - Grupo GFT - Svitla Systems - Luxoft - ITexico, an Improving company - Corporativo
Trabajo individual y en equipo	Empresas pertenecientes a sectores diversos que cuentan con una organización de tecnología interna para soportar su negocio.	- BBVA - SkillForce MX - Edenred

Best Place To Code. Es una iniciativa de Software Guru para reconocer a las empresas con las que se recomienda laborar en las áreas de software y tecnología de información, “Best place to code” se puede considerar un sello de calidad o marca registrada por Software Guru, con la que acreditan a las organizaciones que demuestran ser una opción atractiva para desarrolladores de software.

2.1.4. Reporte del Mercado de Hireline

La empresa Hireline como portal líder en empleos de tecnología en México, menciona que [4] el mercado de las TI en latinoamérica creció un 8.5% de acuerdo con datos de IDC (International Data Corporation), y afirman que ese sector va en aumento, a pesar de la emergencia sanitaria del COVID 19.

Debido a lo anterior, muchas de las industrias se vieron en la necesidad de transformar sus procesos a través del uso de herramientas de TI.

De acuerdo al reporte de mercado laboral de TI 2022 de Hireline, las necesidades de capital humano en la industria aumentaron en 88% en el 2021. Estimando que en México hay una necesidad importante aproximadamente de 140,000 vacantes del área de TI.

Las tecnologías más demandadas son: habilidades en la nube con la tecnología de Amazon Web Services y Microsoft Azure, teniendo un crecimiento importante, la tecnología GO, seguida por Kubernetes, marketing digital, Vue.js y React.

Go permite aplicaciones bajo la nube, así como el desarrollo de herramientas en línea de comandos que apoyan al soporte en los DevOps.

El mayor número de vacantes ofertadas fue en el 2022, con un 62% con ubicación en la ciudad de México, cabe mencionar que se considera la modalidad de home office (trabajo remoto). Es importante tener en cuenta a otros estados donde se solicitan vacantes, entre ellos se encuentran Jalisco, Nuevo León, Querétaro y el Estado de México.

De la oferta laboral, el 23.5% prefieren trabajar en modalidad de home office.

El lenguaje de programación más demandado es Go, Cobol, Swift, Ruby,Typescript, Delphi, SQL, C y C#.

Java Persistence API es el framework mejor pagado, seguido por Docker y SAS.

Es importante mencionar que una de las habilidades más demandadas son profesionales bilingües, sobre todo con dominio avanzado en inglés.

Es de suma importancia que los profesionales cuenten con experiencia laboral para lograr percibir un salario más alto.

Estos resultados ayudan a tomar decisiones de trascendencia.

2.2. Competencias profesionales a nivel nacional e internacional

ATRIBUTO DEL ACUERDO DE SEÚL	RESULTADOS DEL ACUERDO DE SEÚL PARA LOS GRADUADOS PROFESIONALES DE COMPUTACIÓN
Conocimiento para resolver problemas computacional es	Aplicar el conocimiento de los fundamentos de computación, el conocimiento de una especialización en computación y el conocimiento de matemáticas, ciencias y dominios apropiados para la especialización en computación a la abstracción y conceptualización de modelos computacionales a partir de problemas y requisitos definidos.
Análisis del problema	Identificar, formular, investigar literatura y resolver problemas informáticos complejos alcanzando conclusiones fundamentadas utilizando principios fundamentales de las matemáticas, las ciencias computacionales y las disciplinas de dominio relevantes.
Diseño / desarrollo de soluciones	Diseñar y evaluar soluciones para problemas computacionales complejos, y diseñar y evaluar sistemas, componentes o procesos que satisfagan necesidades específicas con la consideración adecuada de consideraciones de salud y seguridad públicas, culturales, sociales y ambientales.
Uso de herramientas modernas	Crear, seleccionar, adaptar y aplicar técnicas, recursos y herramientas informáticas modernas apropiadas para actividades computacionales complejas, con una comprensión de las limitaciones
Trabajo individual y en equipo	Funcionar eficazmente como individuo y como miembro o líder en equipos diversos y en entornos multidisciplinarios.
Comunicación	Comunicarse eficazmente con la comunidad computacional y con la sociedad en general sobre actividades informáticas complejas siendo capaz de comprender y escribir informes eficaces, diseñar documentación, realizar presentaciones eficaces y dar y comprender instrucciones claras.
Profesionalism o Informático y Sociedad	Comprender y evaluar cuestiones sociales, de salud, de seguridad, legales y culturales dentro de contextos locales y globales, y las consiguientes responsabilidades relevantes para la práctica informática profesional.
Ética	Comprender y comprometerse con la ética profesional, las responsabilidades y las normas de la práctica informática profesional.
El aprendizaje permanente	Reconocer la necesidad y tener la capacidad de participar en el aprendizaje independiente para el desarrollo continuo como profesional de la informática y computación.

Existen organismos que evalúan la calidad educativa y acreditan públicamente programas e instituciones a nivel nacional e internacional; uno de los elementos que valoran es el desarrollo de competencias en estudiantes y egresados.

A nivel nacional, los organismos más representativos para la acreditación de programas que forman profesionales en tecnología son el Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación (CONAIC) y el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI).

CONAIC es signatario del acuerdo de Seúl, el acuerdo más importante que reúne a las agencias acreditadoras especializadas en Computación e informática en el mundo. CACEI es signatario del acuerdo de Washington, acuerdo entre organismos responsables de acreditar programas de ingeniería de distintos países.

Las competencias o atributos de egreso que forman parte del marco de referencia del acuerdo de Seúl se pueden consultar en la tabla 3 [5]:

Tabla 3. Competencias Seoul Accord.

Las competencias o atributos de egreso que forman parte del marco de referencia del acuerdo de Washington se describen en la tabla 4 [6]:

Tabla 4. Competencias Washington Accord.

ATRIBUTO	AMPLITUD Y PROFUNDIDAD DEL CONOCIMIENTO
Conocimientos de ingeniería	Amplitud y profundidad del conocimiento
Análisis del problema	Complejidad del análisis
Diseño/Desarrollo de Soluciones	Amplitud y singularidad de los problemas de ingeniería, es decir, hasta qué punto los problemas son originales y hasta qué punto las soluciones han sido identificadas y codificadas previamente.
Investigación	Amplitud y profundidad de la investigación y experimentación.
Uso de herramientas modernas	Nivel de comprensión de la idoneidad de la herramienta.
El ingeniero y la sociedad	Nivel de conocimiento y responsabilidad.
Medio Ambiente y Sostenibilidad	Tipo de soluciones
Ética	Comprensión y nivel de práctica.
Trabajo individual y en equipo	Rol y diversidad del equipo.
Comunicación	Nivel de comunicación según tipo de actividades realizadas
Gestión de Proyectos y Finanzas	Nivel de gestión requerido para diferentes tipos de actividad.
El aprendizaje permanente	Preparación y profundidad del aprendizaje continuo.

Por otro lado, se estima que para 2025, 85 millones de puestos de trabajo podrían ser desplazados por un cambio en la división del trabajo entre los humanos y las máquinas, esto según datos del Informe sobre el Futuro de los Empleos del Foro Económico Mundial, que traza un mapa de los empleos y las habilidades del futuro [7]:

Figura 1. Competencias del Foro Económico Mundial

Competencias blandas o soft skills que solicita la industria de TI en los ecién egresados, de acuerdo con datos de encuesta de AMITI [2] son:

- Aprendizaje autónomo
- Comunicación oral y escrita
- Flexibilidad y adaptabilidad
- Inteligencia emocional
- Pensamiento crítico
- Resolución de problemas
- Responsabilidad en la actuación
- Toma de decisiones
- Trabajo en equipo
- Visión global sobre el impacto de la aplicación de soluciones

2.3. Impacto de la transformación digital en la demanda de profesionales De la mano con la transformación digital, las universidades han ido diseñando programas educativos que den respuesta a las necesidades tecnológicas y de la sociedad. Existen algunos puestos que tienen mayor demanda en el ámbito de las TI [4] [8] [9] [10] [11] [12], tales como:

Ingeniero de Software. Quienes se encargan del desarrollo, diseño y mantenimiento de aplicaciones y sistemas informáticos. Desempeñan un papel crucial en el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras y eficientes. Su habilidad para escribir código y comprender los requisitos de los usuarios es fundamental para el éxito de los proyectos.

Científico de Datos. Con el crecimiento exponencial de los datos generados por las empresas, los científicos de datos son responsables de analizar y extraer información valiosa a partir de estos datos. Utilizando técnicas avanzadas de análisis y aprendizaje automático para identificar patrones, tendencias y oportunidades de negocio. Facilitando procesos para la toma de decisiones estratégicas de las empresas.

A su vez, considerando que la ciberseguridad se ha convertido en una preocupación cada vez mayor para las organizaciones, se ha tenido un aumento en la demanda de profesionales en este campo. Los expertos en ciberseguridad son responsables de proteger los sistemas y datos de las empresas contra amenazas cibernéticas. Debemos estar protegidos para evitar violaciones de datos y garantizar la protección de la información confidencial.

Además de estos puestos, está el de Arquitecto de Soluciones, Especialista en Big Data, Administrador de Bases de Datos y Especialista en Inteligencia Artificial también son altamente demandados en la industria de las TI.

Cada uno de estos puestos requiere habilidades y conocimientos especializados en áreas específicas de la tecnología. Aunque lo veíamos como algo lejano, la pandemia ha venido a acelerar esta adopción de tecnologías emergentes en la mayoría de los procesos.

De la mano con los estudios revisados, los perfiles y competencias que más buscan las empresas son:

- Ingenieros y arquitectos de software [9]
- Perfiles en Java, .NET, Python y Javascript [4] [9] Perfiles con habilidades de la nube en AWS y Azure [4] Desarrollador back-end, desarrollador full-stack [10] [11] Desarrollo y administración de bases de datos [9[[10]
- Científicos de datos, desarrollo y administración de bases de datos, ingeniero big data [10]
- Ingenieros de pruebas de software [10] [11]

Aunado a esto, la proyección a 2025 de los puestos más demandados por las empresas de acuerdo con el Informe sobre el Futuro de los Empleos del Foro Económico Mundial [7] es:

Figura 2. 20 puestos de trabajo más demandados por la empresa.

3 Metodología

Para este trabajo, se utiliza la metodología propuesta por Adrion [13], que establece que el proceso de investigación en el ámbito de la ingeniería sigue las siguientes cuatro etapas:

1 Observar las soluciones existentes: busca detectar los problemas que se van a abordar a partir del estudio de las propuestas existentes.
2 Proponer una mejor solución: hacer una propuesta que supere las limitaciones detectadas.
3 Desarrollar la nueva solución: a partir del estudio anterior, plantear estrategias y llevarlas a cabo.
4 Evaluar la nueva solución: mostrar que la solución desarrollada supera los problemas que fueron detectados en la primera etapa de esta metodología.

Etapa 1. Observar las soluciones existentes.

Para la primera etapa propuesta en la metodología, se realizó una revisión de las organizaciones que agrupan a representantes de la industria de TI en México, esto con la finalidad de identificar a aquellos que requieren de capital humano especializado, se encontró que los principales organismos que los agrupan son:

Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información. (AMITI), que representa a las empresas de tecnología de México para impulsar la interacción dentro de la industria y facilitar la conexión entre la administración pública, la academia y con organismos empresariales nacionales e internacionales.

Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI), organismo en el que se afilian las personas físicas o morales establecidas legalmente tanto en la República Mexicana como en el extranjero, que se dedican habitualmente a actividades relacionadas con el sector electrónico, de telecomunicaciones o de Tecnologías de la Información.

Posteriormente, se identificaron los estudios realizados para analizar el comportamiento del mercado laboral de TI en México. encontrándose:

Estudio de Salarios Software Guru 2020 [1], que da un reporte de salarios en México por experiencia, ubicación geográfica, actividades y roles, nivel de estudios, de inglés, conocimientos técnicos y certificaciones.

Estudio sobre talento en TI [2], Comité de Capital Humano de AMITI-ANIEI, que habla sobre las competencias que requiere la industria de los profesionales de TI de las empresas afiliadas a dicha asociación.

Best Place To Code 2021 [3], que da a conocer las mejores empresas para trabajar de acuerdo a la opinión de los colaboradores y con base en una clasificación de tamaño organizacional.

Reporte del Mercado 2022 de Hireline [4], que habla del mercado laboral de TI en México, el reclutamiento y retención de talento TI y el análisis de salarios TI.

Etapa 2. Proponer una mejor solución.

Una vez revisadas las organizaciones y habiendo analizado los estudios, se planteó realizar una nueva encuesta enfocada en poder determinar las competencias que son necesarias en el capital humano de las carreras de TI y de esta forma, puedan responder a las necesidades en el sector industrial de tecnologías de información. Las preguntas de la encuesta AMITI-ANIEI [2] fueron planteadas buscando recolectar datos de la empresa y detectar competencias, roles y certificaciones de los profesionales en TI. Algunas de las preguntas clave que integran la encuesta son:

¿En qué carreras profesionales te enfocas para la búsqueda de talento?

¿Qué certificaciones se requieren que tengan los candidatos recién egresados?

Competencias que se requieren en tu empresa para las contrataciones de recién egresados: comunicación oral y escrita, pensamiento crítico, resolución de problemas, etc.

Competencia(s) específica(s) que consideras esenciales en el perfil del profesional técnico en tu empresa: Área de Matemáticas, Área de Programación e Ingeniería de Software, Área de Arquitectura de Computadoras, Área de Interacción Humano-Computadora-Inteligencia Artificial, Área de Redes, Área de Entorno Social, Área de Tratamiento de la Información, Área de Software de Base

Etapa 3. Desarrollar la nueva solución.

En cuanto a la tercera etapa, se realizó un diseño muestral que corresponde a un muestreo probabilístico basado en representantes de empresas y de gobierno que requieren de talento en Tecnologías de Información. Las personas encuestadas se seleccionaron buscando representación de las diversas empresas nacionales e internacionales de empresas enfocadas en el desarrollo de Tecnologías de Información.

Se solicitó a la Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información (AMITI) la distribución de una encuesta entre sus asociados, con el propósito de conocer las necesidades de competencias que requieren en el capital humano. Se recibieron 51 respuestas. Los resultados se pueden observar en la última fase de la metodología: evaluar la nueva solución, que se describe en el siguiente apartado.

4 Resultados

La encuesta se distribuyó y contestó por áreas técnicas operativas, direcciones de recursos humanos y CEOs de empresas miembro de AMITI.

Esta encuesta fue atendida por 51 empresas, con los objetivos: 1.-Conocer las competencias y habilidades de los perfiles profesionales requeridos por las empresas asociadas de AMITI, 2.- Tener una visión más amplia de las áreas de conocimiento emergentes más solicitadas en el capital humano, 3.- Conocer el estado actual de la vinculación entre las empresas socias de AMITI y las instituciones educativas.

De acuerdo con los resultados, se detectó que la mayoría de las contrataciones son de desarrollo e uso intensivo de las TI. El enfoque de las carreras profesionales contratadas en las empresas, y así mismo las necesidades de nuevos talentos están centrados en 79.6%

en Ingeniería en Informática (Perfil informática) , 63.3% Ingeniería de Software, 91.8% Ingeniería de Sistemas y otros relacionados con STEM (ciencias de la computación y matemáticas), otras ingenierías a las cuales les dan importancia son Ingenierías (Civil industrial, electrónica, etc), esto se observa en la figura 3.

Fig. 3 Enfoque de carreras de talento en TI que requieren las empresas [2]

La industria ha generado convenios con Instituciones Educativas, principalmente para generar Prácticas Profesionales (52.9%), Programa de Becarios (55.9%) y Servicio Social (26.5%). De ello, podemos comentar que aseveran que uno de los beneficios de esta vinculación es la atracción de talentos con las competencias que requieren en un 65.5%, la agilidad para encontrar el talento que se requiere (61.2%) y la participación del alumnado en la aplicación del plan de estudios dual con el sistema TecNM (Tecnológico Nacional de México).

El 80% de las empresas comentaron que es fundamental que el egresado domine el idioma inglés. Acerca de las certificaciones en los recién egresados, comentaron que es indispensable que cuenten con una certificación, preferentemente en SCRUM (51.1%), ITIL(48.9%), Microsoft (46.7%), Lenguaje Java (46.7%).

Se obtuvo como dato de los encuestados, que el 53.1% de ellos, si requieren profesionales con una carrera universitaria para la mayoría de los roles de su empresa.

Las competencias fundamentales que requieren de los recién egresados son: aprendizaje autónomo, la comunicación oral y escrita, la flexibilidad y adaptabilidad, la inteligencia emocional, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la responsabilidad en la actuación, la toma de decisiones, el trabajo en equipo y la visión global sobre el impacto de la aplicación de soluciones. Esto se observa en la figura 4.

Fig. 4 Competencias fundamentales para la industria en los recién egresados [2]

El 87.8% realiza una evaluación de conocimiento técnico a los candidatos a las distintas vacantes de la empresa.

Los mayores retos de la industria para establecer la vinculación entre las instituciones y la industria, son los siguientes (figura 5): 1.- Acceso para establecer alianzas, 2.- Comunicación difícil en instituciones que no cuentan con departamentos de vinculación y 3.- La complicación de los convenios a nivel legal, tiempos de respuesta y el seguimiento de los mismos.

Fig. 5 Actividades de vinculación academia-industria [2]

Los programas de estudio que se consideran de importancia son (figura 6): Desarrollo de Software (65.3%), Ciencia de Datos (51%), Ciberseguridad (44.9 %) e Internet de las Cosas (20.4%). Consideran que es importante que las instituciones de Educación cuenten con

programas de estudios relacionados con el desarrollo de software, ciencia de datos, ciberseguridad e internet de las cosas.

Fig. 6 Los Perfiles Profesionales y las competencias más solicitadas por la industria [2]

5 Conclusiones

Los perfiles profesionales y las competencias más solicitadas en la actualidad y hacia el futuro por la industria de TI son egresados de Ciencia de Datos, Ciberseguridad e Internet de las Cosas. El crecimiento en las tecnologías disruptivas ha avanzado de manera acelerada después del confinamiento en 2019, generando una necesidad emergente para continuar con las actividades en la industria y en la academia.

Con el análisis de los estudios presentados, así como la encuesta aplicada a miembros de AMITI, se puede validar que los tres nuevos perfiles profesionales por competencias propuestos por ANIEI-CONAIC (ciencia de datos, ciberseguridad e Internet de las cosas) son pertinentes y vigentes a corto y largo plazo. Aunque también resaltan varias tecnologías emergentes que son necesarias en los profesionales en TI, para este artículo solo nos centraremos en los perfiles profesionales indicados.

Este trabajo permitió unir esfuerzos entre la Industria (AMITI) y la academia (ANIEI), mismos que permitieron identificar las competencias requeridas y validar que los perfiles propuestos por ANIEI son de vanguardia. Se considera que uno de los beneficios de trabajar la vinculación entre academia e industria es poder tener de primera mano las necesidades en competencias y habilidades requeridas por las empresas, con ello, ANIEI-CONAIC pueden actualizar los perfiles del Modelo Curricular dando respuesta a las necesidades planteadas.

Este panorama permite a las instituciones conocer las competencias requeridas por los empleadores y definir estrategias para su incorporación en los programas de estudio. Uno de los resultados obtenidos, señala la importancia de que los egresados fortalezcan sus conocimientos principalmente en las áreas de Ciencia de Datos, Ciberseguridad e Internet de las Cosas (IoT) entre otros.

Referencias

[1] Software Guru (2022) Estudio de Salarios Software Guru 2022. Disponible en https://sg.com.mx/estudios/salarios/2020#:~:text=De%20acuerdo%20a%20 los%20 datos,de%20%2435%2C000%20pesos%20brutos%20mensuales.

[2] Asociación Mexicana de la Industria de las Tecnologías de Información (2022) Competencias y habilidades de los perfiles profesionales de los integrantes de AMITI. Disponible en: https://amiti.org.mx/publicaciones

[3] Software Guru (2021). Estudio Best Place To Code 2021. Disponible en: https://sg.com.mx/buzz/best-place-code-estas-son-las-mejores-empresas-para-trabajar-en-tecnologia-en-2021

[4] Hireline (2023) Reporte del Mercado Laboral de TI 2022. Disponible en https://hireline.io/mx/estudio-mercado-laboral-y-empleos-de-ti-mexico?year=2022

[5] Seoul Accord Secretariat- Institute of Engineering Education Taiwan, (2023).Seoul Accord Attributes. Disponible en: https://www.seoulaccord.org/document.php?id=79

[6] International Engineering Alliance (2023). Atributos del graduado y competencias profesionales. Disponible en: https://www.ieagreements.org/assets/Uploads/IEA-GAPC-v2021.1-Spanish.pdf

[7] World Economic Forum, (2020). The Future of Jobs Report 2020. Disponible en: https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020/

[8] Cortés, M. (2020) Los siete trabajos TI más buscados en México, según LinkedIn. Portal CIO.com.mx Disponible en https://cio.com.mx/los-siete-trabajos-ti-mas-buscados-en-mexico-segun-linkedin/

[9] IJALTI (2019) El IJALTI presenta su estudio de talento en la industria jalisciense de Tecnologías de la Información. Boletín. Disponible en https://www.ijalti.org.mx/2019/10/31/el-ijalti-presenta-su-estudio-de-talento-en-la-industria-jalisciense-de-tecnologias-de-la-informacion/

[10] Guevara, C.F. (2022) Crece demanda de profesionales de TI en México. Mural.

[11] Velarde Pelayo, M.A. (2021) Los puestos de trabajo tecnológicos de mayor demanda para 2022. Disponible en https://www.linkedin.com/pulse/los-puestos-de-trabajo-tecnol%C3%B3gicos-mayor-demanda-velarde-pelayo/?originalSubdomain=es

[12] LinkedIn (2022) Empleos en auge de LinkedIn 2022: los 15 puestos de mayor crecimiento en México. Disponible en https://www.linkedin.com/pulse/empleos-en-auge-de-linkedin-2022-los-15-puestos-/?originalSubdomain=es

[13] Adrion, W. (1993). *Research methodology in software engineering: summary of the Dagstuhl workshop on future directions on software engineering*. Software Engineering. (Notes 18), 1: 36-37.

Capítulo 19

Orientaciones de mejora al currículo del programa educativo: Licenciatura en Gestión de Negocios Digitales (LGND)

Arquímedes Arcega Ponce [1], Francisco Preciado Álvarez [2],
Oscar Mares Bañuelos [3], Fabian Ojeda Pérez [4], Enrique Macías Calleros [5]

[1, 2, 3, 4,5] Universidad de Colima, Facultad de Contabilidad y Administración
campus Tecomán, Km 40.1 autopista Colima-Manzanillo, La Estación,
Tecomán, Colima, 28930. México.

[1]pime@ucol.mx, [2] fpreciado0@ucol.mx, [3] oscar_mares@ucol.mx,
[4]fojeda@ucol.mx, [5]enrique_macias@ucol.mx

Resumen. La revisión curricular de un programa educativo es un proceso integral que implica evaluar, desarrollar e implementar cambios en un programa educativo de una institución educativa. Este proceso se realiza para mejorar el programa educativo, asegurando que esté alineado con los objetivos institucionales y las necesidades sociales que busca abordar. Se llevó a cabo un análisis minucioso que tuvo como objetivo orientar los esfuerzos para la revisión y mejora del PE de LGND. Los resultados obtenidos sirvieron como un primer planteamiento para la revisión curricular del PE de LGND.

Palabras clave: revisión curricular, programa educativo, negocios digitales, proyectos integradores, SCRUM.

1 Introducción

El presente trabajo de investigación tiene como punto de partida llevar a cabo una revisión al currículo del Programa educativo (PE) de Licenciado en Gestión de Negocios Digitales (LGND) fundamentado en un documento institucional “Manual para el diseño y actualización de planes de estudio de pregrado” que contiene los procedimientos necesarios para el diseño, actualización o reestructuración de programas, tanto de licenciatura, como de especialidad, maestría y doctorado.

Un aspecto clave de este manual es conducir a los comités curriculares a través del proceso de diseño curricular. El documento está dividido en cuatro apartados, cada uno corresponde a los capítulos que se prevé que contenga el documento curricular. En cada apartado se incluye una explicación de los

fundamentos teóricos del diseño, así como los procedimientos a desarrollar en cada una de las actividades que integran las etapas. Adicionalmente, al final de cada apartado encontrará los elementos que deberá contemplar el capítulo del documento curricular, según corresponda, con el título Productos esperados, con la intención de que los comités logren integrar el documento curricular completo de su plan de estudios. [1]

En consideración al documento anterior que incluye una propuesta metodológica, se llevó a cabo un análisis minucioso que tenga como objetivo orientar los esfuerzos para la revisión y mejora del PE de LGND. De este análisis se definieron tres orientaciones prioritarias encaminadas a revisar los resultados de aprendizaje, contenidos programáticos, competencias genéricas o especificas a desarrollar y horas asignadas. Los resultados obtenidos en este trabajo servirán como un primer planteamiento para la revisión curricular del PE de LGND.

2 Estado del arte

La revisión curricular de un programa educativo es un proceso integral que implica evaluar, desarrollar e implementar cambios en un programa educativo de una institución educativa. Este proceso se realiza para mejorar el programa educativo, asegurando que esté alineado con los objetivos institucionales y las necesidades sociales que busca abordar. Involucra la participación de diversos actores como estudiantes, docentes, egresados, evaluadores y empleadores, con el objetivo de garantizar la calidad y relevancia del currículo. [2]

La revisión curricular suele abarcar una fase de evaluación, seguida de un período de desarrollo que puede extenderse aproximadamente durante tres años. Durante esta etapa, se trabajan en modelos de currículo y evaluación, se realizan pruebas de componentes educativos y se recopilan comentarios de comités internos. Al finalizar, se elabora una guía de la asignatura que incluye el modelo de currículo, material de apoyo y se inicia el proceso de publicación y traducción. [3]

Es así como el programa educativo (PE) de Licenciado en Gestión de Negocios Digitales (LGND) se concibió como una innovación al PE de Licenciatura en Informática Administrativa (LIA), dentro del interés de la Universidad de Colima, de evolucionar en sus planes de estudio en el área económico-administrativa y de las tecnologías de la información en las Facultades de Contabilidad y Administración de Manzanillo y Tecomán.

Los trabajos para la revisión del PE de LIA se iniciaron agosto del 2014, al conformarse un comité curricular conformado por profesores y asesores pedagógicos de las Facultades de Contabilidad y Administración de Manzanillo y Tecomán. Como resultado del trabajo colegiado, en el mes de abril del 2015 fue presentado ante autoridades de la Dirección General de Educación Superior y en el mes de mayo del 2015 fue aprobado por el Consejo universitario para su oferta en los planteles antes mencionados. El documento curricular del PE de LGND se elaboró con los siguientes componentes: Un objetivo del currículo, perfil de egreso, campo ocupacional y el perfil del aspirante, así como una estructura curricular organizada en áreas del conocimiento.

Desde su oferta en 2015 en las Facultades de Contabilidad y Administración de Manzanillo y Tecomán, actualmente se tienen 4 generaciones de estudiantes que han egresado de Licenciado en Gestión de Negocios Digitales. Por consiguiente y de acuerdo con la normatividad universitaria, el PE de LGND está en condiciones de ser revisado y evaluado desde diferentes fuentes, por mencionar algunos: Seguimiento de egresados, resultados de examen de egreso EGEL CENEVAL, recomendaciones de organismos externos evaluadores; que en nuestro caso corresponde al Consejo de Acreditación en Ciencias Administrativas, Contables y Afines (CACECA), y estudio de empleadores.

3 Metodología aplicada

Orientación de mejora 1

Esta orientación está fundamentada en el modelo educativo de la Universidad de Colima, al ser este una fuente institucional que rige la planeación y el desarrollo de los procesos formativos, de investigación y de difusión cultural al interior de la Universidad de Colima. [4]

Dentro de sus objetivos se definen los siguientes lineamientos:

a) Asegurar la formación integral de los estudiantes.
b) Garantizar la calidad, pertinencia y relevancia de los planes y programas de estudios, así como la eficiencia de los procesos de enseñanza-aprendizaje.
c) Atender las tendencias y demandas del mundo contemporáneo.
d) Permitir a los planteles universitarios dirigir sus esfuerzos formativos en consonancia con el proyecto educativo y el logro de la misión institucional.
e) Facilitar los procesos de creación, reestructuración o actualización curricular, así como de los servicios educativos que ofrece la institución, en general.
f) Instrumentar el uso sistemático de estrategias centradas en el estudiante y el desarrollo de la competencia digital.

El currículo del PE de LGND especifica las estrategias centradas en el aprendizaje que serán utilizadas para el desarrollo de las competencias generales y específicas, así como también, se considerará la inclusión sistemática y transversal de temáticas ciudadanas y de responsabilidad social. [4]

En el plan de estudios del PE de LGND contempla las siguientes estrategias didácticas a lo largo del currículum:

1. Aprendizaje colaborativo
2. Metodología de casos
3. Aprendizaje cooperativo-multidisciplinar

Estrategias didácticas que han permitido la implementación del currículo del PE DE LGND.

Otro fundamento para esta propuesta de mejora en el currículo del PE de LGND se basa en el compromiso de asegurar la calidad educativa del PE de LGND. Para ello, en abril de 2020 se tuvo la primera visita de seguimiento y evaluación por parte del organismo externo acreditador CACECA. En este proceso evaluación se emitieron diferentes recomendaciones y observaciones que tienes que ser atendidas para una segunda visita de siguiente la cual está considerada en septiembre del 2023. Atender estas recomendaciones en su totalidad permitirá reconocer al PE de LGND como un PE de calidad educativa reconocida por un organismo externo.

En consideración a todo anterior, una propuesta de mejora al plan Licenciado en Gestión de Negocios Digitales está basada en la integración a lo largo del currículo de una opción estrategia didáctica denominada “aprendizaje basado en proyectos integradores”. Hoy es ampliamente aceptado por las teorías del aprendizaje que el conocimiento no se produce en el estudiante de afuera hacia adentro aprendiendo mecánicamente lo que se le

enseña ni tampoco es el descubrimiento de las verdades ocultas en la realidad. Éste es fruto de la interacción entre los significados que cada uno ya posee y las informaciones nuevas que le llegan del exterior. Este es el fundamento teórico de los proyectos integradores que articulan saberes de las diversas disciplinas que se estudian en el semestre, con la participación de varios docentes, alrededor de problemáticas comunes previamente elegidas y frente a las cuales las distintas disciplinas tienen algo que aportar y desde las cuales se plantean soluciones. [5]

Esta metodología de aprendizaje que se integre al PE de LGND favorecerá el aprendizaje significativo mediante la articulación de conocimientos de docentes y estudiantes; de teoría y práctica, de investigación, extensión y docencia; y de las propias dimensiones cognitiva, espiritual, afectiva y corporal del estudiante. Así como establecer mecanismos de vinculación con el sector productivo y social acordes con los objetivos curriculares, sin perder de vista los métodos de evaluación que se utilizarán para medir el alcance de estos objetivos. La forma en que se busca implementar la vinculación con el sector productivo y social es a través de proyectos integradores, utilizando la modalidad de estancias cortas. [6]

Por consiguiente, también se logrará atender una de las recomendaciones de un organismo evaluador externo (CACECA) al contar con los mecanismos que permita estrechar vínculos con los sectores sociales y productivos de la región ofreciendo soluciones a sus necesidades y problemáticas a través del desarrollo de los proyectores integradores.

Orientación de mejora 2

La concepción del programa educativo en Licenciado en Gestión de Negocios Digitales (LGND) se dio a partir de una primera propuesta de innovación al PE de Licenciatura en Informática Administrativa (LIA), de evolucionar en sus planes de estudio en el área económico-administrativa y de las tecnologías de la información en las Facultades de Contabilidad y Administración de Manzanillo y Tecomán. Ante el comité curricular del cual forme parte, se dieron opiniones de llevar a cabo solo una reestructuración del programa educativo vigente. Su actualización estaría fundamentada en referentes internos y externos. Los insumos para cada una de las etapas de diseño del programa educativo fueron seleccionados, analizados y colegiados de manera rigurosa, privilegiando en todo momento las fuentes reconocidas y autorizadas en cada una de las materias, asegurando con esto la pertinencia del programa educativo en su contexto local, nacional e internacional.

En una fase intermedia del diseño se determinó que era necesario un nuevo programa educativo contribuye a la transformación de la sociedad a través de una formación integral y de calidad de profesionales socialmente responsables para el impulso a la creación, aplicación y desarrollo de los negocios digítales. En la presentación ante un comité propuesto por la autoridad universitaria del nuevo programa educativo se hicieron algunas observaciones. Una de ella fue en el sentido de que el nombre del programa educativo propuesto no podía llevar las palabras tecnología de información debido a que las facultades que la proponían están orientadas hacia las ciencias administrativas y contables, y gestión de negocios. Las observaciones fueron atendidas, entre ellas la de la nomenclatura del nuevo programa propuesto que finalmente quedo como Licenciado en Gestión de Negocios Digitales (LGND).

No obstante, algunas de las inquietudes manifestadas por aspirantes a la licenciatura se dan con relación al campo ocupacional del profesionista en gestión de negocios digitales e inclusive estudiantes de semestres iniciales expresan su sentir también en ese sentido. Algunos de ellos expresan que al presentar sus prácticas profesionales o servicio social constitucional los empleadores no los ubican en alguna profesión determinada.

Otro aspecto para considerar en esta propuesta de mejora es con relación al examen general de egreso de licenciatura, EGEL CENEVAL, organismo externo que evalúa las competencias de una determina profesión, el cual no fue reconocido por el CENEVAL para su evaluación debido a que no tenían coincidencias con algunos de sus EGEL de licenciatura. Por lo que se tuvo que diseñar un examen de egreso interno.

Ante estas problemáticas se propone un cambio de nomenclatura en el PE de LGND que permita facilitar su ámbito de competencia profesional en el campo laboral y que fortalezca la identidad profesional de los estudiantes. Asi mismo, se propone hacer una revisión de programas educativos similares en universidades reconocidas a nivel nacional, tomando en cuenta perfil de egreso, campo ocupacional y nombre del programa educativo. Es importante señalar que la oferta de estos programas educativos corresponde a la oferta educativa de Facultad o unidades académicas en ciencias administrativas y contables.

Orientación de mejora 3

En la primera orientación, se considera la integración de la estrategia didáctica de proyectores integradores para fortalecer el alcance de las competencias genéricas y específicas que se quieren lograr en el PE de LGND. Su consideración en el currículo del PE de LGND requiere que se defina una metodología de desarrollo de proyectos. Por lo que es necesario definir una metodología facilite el desarrollo y evaluación del proyecto integrador.

La siguiente propuesta, corresponde a una mejora a la fase de implementación del currículo. Para ello, se ha tomado en cuenta las experiencias del Tecnológico Nacional de México (TNM) al señalar que la integración de la estrategia didáctica de protectores integradores al currículo ha permitido generar una nueva vía para que los estudiantes desarrollen competencias, lo que significa el deber de los estudiantes por contemplar oportunidades para aprender a actuar de forma integral y no individualizada, al abordar problemas en el contexto local y regional. Y es en ese sentido, la estrategia más integral para la formación mediante la articulación teórico-práctica y aplicación de los tres saberes (saber, saber hacer y saber ser) que pueden darse en forma simultánea o sucesiva. [7]

El desarrollo de un proyecto integrador se compone de etapas importantes que se describen a continuación:

A) Contextualización y/o diagnóstico. Se inicia la aproximación y reconocimiento de la realidad/situación objeto de estudio. Se parte de la definición del proceso y los métodos de investigación para la construcción de los instrumentos necesarios para capturar la información que permita realizar la descripción del ámbito, campo o escenario donde se lleva a cabo el proyecto integrador.

B) Fundamentación. Marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a

los estudiantes lograr la compresión de la realidad o situación del objeto de estudio, para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo. Integra los saberes disciplinares y lo constituyen las teorías científicas, conceptos relevantes o procesos y procedimientos requeridos para la resolución de problemas.

C) Planeación. Con base en el diagnóstico, en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del profesor; implica planificar un proceso de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar, los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.

D) Ejecución. Consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del profesor, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a formar. [7]

E) Evaluación. Es la última fase del desarrollo del proyecto integrador rica en interdisciplinariedad de saberes (saber conocer), producción e innovación (saber hacer) y experiencias (saber ser), fase que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesional, social e investigativo, siendo éste el espacio donde se realiza la evaluación del desempeño de las competencias a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar, se promueve el concepto de "evaluación para la mejora continua", la meta cognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes. Se lleva a cabo en tres dimensiones interdependientes: la autoevaluación, la coevaluación y la heteroevaluación.

F) Socialización. La comunicación y los procesos de divulgación son parte de la gestión de los proyectos integradores, es por ello necesario socializar los resultados de la aplicación de estos instrumentos con estudiantes, profesores y sociedad en general, a fin de darlos a conocer y conseguir mayor compromiso por parte de los actores para el reconocimiento de fortalezas y aspectos que requieran ser mejorados [5].

De esta manera, los proyectos integradores buscan resolver problemas del contexto, bien sean del sector social, productivos comerciales y/o de servicios, mediante la implementación de soluciones que incorporen las competencias de las diferentes asignaturas de cada programa de estudio. Al participar en proyectos integradores durante su formación profesional, el estudiante aprende a aprender, aplica conocimientos para la resolución de problemas, desarrolla actividades de investigación y tiene una visión interdisciplinaria. Estos proyectos constituyen experiencias vivenciales que permiten desarrollar las competencias específicas y genéricas. [7]

En esta misma orientación, durante el desarrollo de un proyecto, se identificó que el uso de las metodologías tradicionales en desarrollo de proyectos se enfoca más en aquéllos donde el problema es conocido y una solución al mismo está bien definida. En este entorno es fácil analizar, diseñar y ejecutar una solución. También es ideal si sabe que los requisitos que se establecen al principio del proyecto no van a cambiar. Por lo que a las metodologías tradicionales se le considera excesivamente rígidas. Esto se debe a que las metodologías tradicionales trabajan en forma de cascada, donde el proyecto se trabaja siguiendo esta forma, con una planificación a largo plazo y de manera global, provocando inactividades y cuellos de botella entre los involucrados.

En contraste con lo anterior, los proyectos integradores con un enfoque académico, requieren por su naturaleza de implementación ser más adaptativos y flexibles, en donde los cambios son eventos esperados durante el desarrollo de este y las propuestas de solución pueden variar dependiendo del entorno. En este sentido, se cuenta con un tipo de metodologías denominadas "ágiles" que permiten adaptar la forma de trabajo a las condiciones y objetivos del proyecto, consiguiendo flexibilidad e inmediatez en la respuesta para cambios en el proyecto y su desarrollo a las circunstancias específicas del entorno. En los métodos ágiles se van cumpliendo pequeños objetivos en periodos cortos de tiempo, lo cual permite retroalimentaciones parciales antes de la finalización total del proyecto.

La puesta en práctica de metodologías ágiles posee una serie de ventajas frente a las metodologías tradicionales, ya que además de posibilitar la gestión rápida y flexible de los cambios, permite la priorización de tareas según necesidades, la participación activa y directa por parte del cliente, que irá dando una retroalimentación a los resultados que se entreguen de forma progresiva, así como la autogestión del proyecto por parte del equipo de trabajo, lo que supone una gestión colaborativa [8]

Metodologías agiles para el desarrollo de proyectos integradores

En los últimos años, las metodologías ágiles para la gestión de proyectos han despertado creciente interés más allá del campo de la ingeniería de software. Se entiende por metodologías ágiles aquellas que permiten adaptar la forma de trabajo a las condiciones y objetivos del proyecto, al conseguir flexibilidad e inmediatez en la respuesta para amoldar el proyecto y su desarrollo a las circunstancias específicas del entorno. El dinamismo propio de la sociedad actual, así como su exigencia de innovación, producen una brecha creciente entre las habilidades de individuos y organizaciones para desarrollarse y prosperar, y los nuevos escenarios caracterizados por la incertidumbre en distintos contextos y con necesidades en permanente evolución. Un ejemplo de ello es el campo educativo.

El aprendizaje basado en proyectos integradores se presenta en varias disciplinas como una estrategia pedagógica óptima para ejercitar conocimientos a la vez que desarrollar habilidades, afrontando situaciones similares a las del mundo real no sólo en términos individuales sino también en la acción coordinada, al mismo tiempo que ofrece un escenario para facilitar la incorporación transparente de la tecnología dentro del proceso de trabajo, por sus virtudes para alcanzar el logro de los objetivos.

En contextos donde los requisitos son estables esto ha funcionado bien. Sin embargo, con la aceleración en el ritmo de evolución tecnológica de las últimas décadas, la aplicación de este enfoque en escenarios donde los cambios frecuentes no sólo son inevitables sino incluso deseables, y donde la capacidad de predecir el resultado y el momento es menos importante que garantizar la producción de valor genuino en el proceso, el modelo tradicional en cascada, predictivo, se ha revelado insuficiente. En la tabla 1, se muestra algunas de características más representativas de las metodologías tradicionales, así como de las metodologías agiles. [9]

Tabla 1. Comparación metodologías ágiles vs tradicionales

Tradicionales	Ágiles
Resistencia a los cambios	Preparados para cambios
Más roles	Pocos roles
Más artefactos	Pocos artefactos
Grupos grandes y distribuidos	Grupos pequeños, en el mismo sitio
Proceso controlado, con muchas normas y políticas	Procesos menos controlados, con pocos principios
Proceso rígido	Proceso flexible con adaptación
El cliente interactúa con el equipo de desarrollo	El cliente es parte del equipo de Desarrollo

Fuente: Recuperado de Kuz, A.,Falco, M,,Giandini, S.(2018). Comprendiendo la Aplicabilidad de Scrum en el Aula: Herramientas y Ejemplos.

Dentro de las metodologías ágiles, una de las más utilizadas en el ámbito educativo es el marco de trabajo Scrum. Esta metodología, sirve para el desarrollo ágil, iterativo e incremental, aunque puede extrapolarse a otros contextos como el educativo y ser combinada con la estrategia didáctica de proyectos integradores. Fomenta el trabajo colaborativo y en equipo, para poder obtener el mejor resultado de un proyecto. Se establece una temporalización y se fija la entrega por fases del proyecto final.

La incorporación al ámbito educativo de las metodologías ágiles como Scrum requiere una adaptación al contexto de la enseñanza, en general, y al de la institución educativa y las materias, en particular. De esta manera, se pretende las instituciones educativas han comenzado a utilizar Scrum para ayudar a los equipos de estudiantes a aprender más eficazmente, de una forma más agradable desarrollando en mayor medida sus capacidades y el trabajo colaborativo, fortaleciendo la actividad docente desde una visión más amplia y renovada [10]

Para los objetivos y fundamentos señalados en esta orientación, se propone adoptar el marco de trabajo Scrum como metodología ágil para ser incorporado dentro de una estrategia didáctica de aprendizaje basado en proyectos, por su simplicidad y sus importantes efectos para el aprendizaje en equipo y desarrollo de competencias transversales. Trasladando esta modalidad de aprendizaje a otras situaciones con objetivos diferentes, pero con igual necesidad de interacción grupal y contexto distribuido.

4 Conclusiones

Como resultado de este trabajo, se sugiere orientaciones para mejorar el programa de Licenciado en Gestión de Negocios Digitales (LGND). La primera orientación propone el uso del “aprendizaje basado en proyectos integradores” como una estrategia para fomentar el aprendizaje significativo. Este enfoque implica la colaboración entre disciplinas y la conexión entre teoría y práctica, además de establecer vínculos con el sector productivo y social. La segunda orientación sugiere un cambio en el nombre del programa para facilitar el reconocimiento profesional y fortalecer la identidad de los estudiantes. También propone comparar el plan de estudios con otros programas similares para asegurarse de que

esté alineado con las demandas del campo laboral. La tercera orientación sugiere el uso de Scrum, una metodología ágil, como parte de la estrategia didáctica de aprendizaje basado en proyectos. Scrum fomenta el trabajo en equipo y puede ser útil para el desarrollo de competencias transversales.

Cada orientación ofrece un enfoque diferente para mejorar el programa de Licenciado en Gestión de Negocios Digitales. En conjunto, estas orientaciones abordan aspectos importantes como la colaboración interdisciplinaria, el desarrollo de habilidades transversales y la conexión con el sector productivo.

Referencias

[1] Universidad de Colima. *Manual para el diseño y actualización de planes de estudio de nivel superior.* 2019.

[2] Díaz-Barriga, F., Lule, M., Pacheco, D., Saad, E. y Rojas, S. (1990).

[3] Metodología de diseño

[4] curricular para educación superior. México: Trillas.

[5] Hernández, P. (2003). La gestión del currículum: una experiencia determinante para lograr sus propósitos. En La gestión curricular: significados, prácticas y experiencias. (pp. 219- 229). México: UNIVA.

[6] Universidad de Colima. Modelo educativo- Plan institucional de desarrollo 2014-2017. 2016.

[7] López N. (2012). El proyecto Integrador: Estrategia didáctica para la formación de competencias desde la perspectiva del enfoque socioformativo. México: Gafra Editores.

[8] Dirección General de Educación Superior Tecnológica (2014). Proyectos integradores Para la formación y Desarrollo de Competencias Profesionales del Tecnológico Nacional de México. 2da. Edición. Ciudad de México. México. Editorial TNM.

[9] Dirección General de Educación Superior Tecnológica (2014). Proyectos integradores Para la formación y Desarrollo de Competencias Profesionales del Tecnológico Nacional de México. 2da. Edición. Ciudad de México. México. Editorial TNM.

[10] Martín, S. (2020). Aplicación de las Metodologías Ágiles al proceso de enseñanza-aprendizaje universitario. Revista d'Innovació Docent Universitària. (12), 62-73

[11] Yazyi, S.(2011). Una experiencia práctica de Scrum a través del aprendizaje basado en proyectos mediado por TIC en un equipo distribuido. Tesis de maestría. Universidad de Salamanca. Salamanca, España.

[12] [10 Kuz, A., Falco, M,Giandani, R. (2018). Comprendiendo la Aplicabilidad de Scrum en el Aula: Herramientas y Ejemplos. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Vol. 2 (21), 62-70. Universidad Nacional de la Plata. Buenos Aires, Argentina.

Capítulo 20

La pertinencia curricular en la formación de profesionales en la Licenciatura en Seguridad en Tecnologías de Información de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León

José Apolinar Loyola Rodríguez [1] Atilano Martínez Huerta [2] y Elsia Escamilla Salazar [3]

[1] Universidad Autónoma de Nuevo León – Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Avenida Pedro de Alba s/n, Ciudad Universitaria, 66455 San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México jose.loyolard@uanl.edu.mx

[2] Universidad Autónoma de Nuevo León – Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Avenida Pedro de Alba s/n, Ciudad Universitaria, 66455 San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México atilano.martinezhrt@uanl.edu.mx

[3] Universidad Autónoma de Nuevo León – Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Avenida Pedro de Alba s/n, Ciudad Universitaria, 66455 San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México elsia.escamillaslz@uanl.edu.mx

Resumen. Este artículo aborda la importancia de la formación de especialistas en tecnologías de la seguridad de la información en un contexto de rápida globalización económica y dependencia tecnológica de las organizaciones. Se destaca la necesidad imperiosa de proteger datos sensibles, transacciones financieras y capital intelectual en un entorno cada vez más expuesto a riesgos cibernéticos. Se examinan las demandas del sector empresarial en cuanto a estrategias de protección de datos y seguridad informática. Posteriormente, se analiza el plan de estudios y el perfil de egreso de la Licenciatura en Seguridad en Tecnologías de Información para determinar si las competencias profesionales adquiridas satisfacen las necesidades del mercado laboral en este campo. El estudio busca establecer una correlación entre las exigencias empresariales y la pertinencia del currículum universitario para formar profesionales capacitados en seguridad informática.

Abstract. This article addresses the importance of training specialists in information security technologies within the context of rapid economic globalization and technological dependence of organizations. It highlights the urgent need to protect sensitive data, financial transactions, and intellectual capital in an increasingly exposed environment to cyber risks. The demands of the business sector regarding data protection strategies and cybersecurity are examined. Subsequently, the curriculum and the graduate profile of the bachelor's degree in information technology security are analyzed to determine whether the professional competencies acquired meet the needs of the job market in this field. The study aims to establish a correlation between business requirements and the relevance of university curriculum in training professionals proficient in cybersecurity.

Palabras clave: Innovación, tecnología, conocimiento, ciberseguridad, educación.

1 Introducción

Este estudio examina el papel crucial de los especialistas en seguridad de la información en una era de rápida globalización económica. Centrándose en la imperiosa necesidad de proteger datos sensibles y transacciones financieras, evalúa cómo los programas académicos, especialmente la Licenciatura en Seguridad en Tecnologías de Información, se alinean con las demandas de la industria. Al correlacionar los requisitos empresariales con los currículos educativos, la investigación busca mejorar la preparación de profesionales competentes en ciberseguridad, asegurando su capacidad para abordar las amenazas digitales en constante evolución.

2 Estado del arte

Los métodos para el procesamiento y la transmisión de información utilizados hasta la primera mitad del siglo XX han dejado su espacio a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) a través de redes complejas y cada vez más extensas. El tipo de tecnologías que constituyen hoy la infraestructura de la información y comunicaciones impulsan cambios respecto al volumen y disponibilidad de la información, que se ha incrementado de manera vertiginosa. La información se constituye entonces en un medio de gran valía para las organizaciones; organizar, generar y proteger este activo requiere de una gran inversión, ya que de ello depende el grado de competitividad de las empresas y organizaciones.

Pero como resultado de esa creciente interconexión masiva y global, el tratamiento de la información se enfrenta a riesgos, los sistemas y las redes de información se han vuelto vulnerables ya que están expuestas a una mayor variedad de amenazas. Esto hace a su vez que surjan nuevos retos que deben abordarse en materia de seguridad, como un activo muy valioso que debe estar protegido.

La seguridad informática busca dar apoyo a los objetivos y misión de las organizaciones, a través de la protección de sus principales recursos y activos que son: la información, la tecnología que la soporta (software y hardware) y las personas que la utilizan o conocen a través de la selección y aplicación de protecciones adecuadas, manteniendo así el debido cuidado de sus recursos físicos, financieros, reputación y otros activos tangibles e intangibles. (Fernández, N., Maquera, H., & Mercado, R. 2011).

3 Problemática a resolver

La acelerada globalización de la economía ha impulsado el uso de la tecnología como parte fundamental en el desarrollo de las instituciones, lo que ha obligado a las organizaciones que actúan en diversos escenarios a sustentar su expansión sobre una infraestructura tecnológica con un amplio grado de integración en redes de comunicación y sistemas de información. El hecho es tan significativo que hoy en día es imposible concebir una organización sin el apoyo de esta tecnología. La aparición del internet junto con los sistemas informáticos ha generado tareas impensables en otros tiempos: transacciones bancarias, comercio y marketing electrónico, área de salud, así como el resguardo y la transmisión de información confidencial y estratégica para el desarrollo de las empresas. Por otra parte, la exposición continua de la red aumenta ante los avances de la tecnología y el uso de ella por parte de los usuarios involucrados, lo que genera una mayor cantidad de puntos vulnerables

que representan serios inconvenientes relacionados con la seguridad de la información; por eso a partir del siglo XXI la protección de datos se transforma en una imperiosa necesidad.

Esta exigencia en la protección de la información ha generado nuevas áreas de exploración que se expresan en la especialización de temas como legislación sobre el acceso a la información, implementación de nuevas políticas de seguridad empresarial e institucional y la preparación de profesionales expertos en el tema de seguridad de la información.

Impulsada por esta necesidad, el uso de las TIC dentro de las organizaciones ha creado nuevos dominios del conocimiento, de ahí que no resulte difícil comprender que uno de los capitales más importantes es la administración de la información, por lo que se impone la interrogante acerca de si las Instituciones de Educación Superior están formando a profesionistas con las competencias necesarias para protegerla, profesionistas especializados en temas de programación segura, diseños de políticas de seguridad de software, aplicaciones para la operación de la seguridad, el uso de plataformas digitales y el aseguramiento de datos y procedimientos para protección de la información.

El presente tema de investigación se centra precisamente en la formación de especialistas en tecnologías de la seguridad de la información, lo que plantea la necesidad de investigar en este documento cuáles son las necesidades y exigencias que el sector empresarial plantea como estrategias para proteger los datos de los usuarios, la seguridad de las transacciones económicas y la protección del capital intelectual.

Después de establecer las exigencias del sector empresarial en un segundo momento de la investigación, se realiza una revisión tanto del mapa curricular de la Licenciatura en Seguridad en Tecnologías de Información como del perfil de egreso, particularmente en la formación de competencias profesionales con el fin de establecer un estudio correlacional entre las necesidades del sector empresarial en el campo de seguridad informática y la pertinencia en el currículum para formar profesionistas capaces de dar respuesta a estas necesidades y exigencias.

4 Descripción de la investigación

El presente estudio analiza la pertinencia del currículum de la Licenciatura en Seguridad en Tecnologías de Información y sus alcances en la formación de estudiantes con las competencias profesionales necesarias para satisfacer las necesidades del sector empresarial en el ámbito de la seguridad informática. La investigación propone como punto de partida analizar los requerimientos específicos del sector productivo en materia de seguridad informática y en establecer la pertinencia del currículum de la Licenciatura en Seguridad en Tecnologías de Información en relación con las necesidades del sector productivo.

La investigación se desarrolla en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y específicamente en la Licenciatura en Seguridad en Tecnologías de Información de la Universidad Autónoma de Nuevo León. La Universidad Autónoma de Nuevo León es una institución de educación superior ubicada en el norte de México y se constituye como una de las instituciones más importantes del país.

El objetivo general del estudio es analizar los requerimientos específicos del sector productivo en materia de seguridad informática, para establecer la pertinencia del currículo

en la formación de Licenciados en Seguridad en Tecnologías de Información en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León; además se plantea cinco objetivos específicos: Diagnosticar las necesidades de formación en seguridad de la información del sector empresarial; analizar el trayecto formativo de los estudiantes de la Licenciatura; establecer la pertinencia del currículo de la carrera en relación con las exigencias del sector empresarial y analizar la formación en competencias profesionales de los estudiantes; y finalmente formular las condiciones de reflexión necesarias para orientar el rediseño del mapa curricular de la Licenciatura en Seguridad en Tecnologías de Información.

La técnica utilizada para el desarrollo de la presente investigación es el método Delphi que se incluye dentro de los métodos de prospectiva, que estudian el futuro, en lo que se refiere a la evolución de los factores del entorno tecno-socio-económico y sus interacciones. La decisión está sustentada en el hecho de que los estudios de pertinencia curricular se realizan con el objeto de hacer modificaciones ulteriores para adecuar programas de estudio que guían la formación de los estudiantes con el objetivo no solo de actualizarse, sino además de hacerlos capaces de enfrentar retos inéditos en futuros casi impredecibles, particularmente en el área de las tecnologías de la información. Linstone y Turrof [1] definen la técnica Delphi como: “un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo”

El método Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos, como es el caso de la presente investigación, a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas situaciones presentes y/o relacionadas con posibles escenarios del futuro. En este caso se les interroga sobre las exigencias del sector empresarial y la formación de los estudiantes para generar convergencias, categorías, símbolos, códigos, y/o significados que en un futuro próximo se convertirán en los fundamentos del diseño curricular de la carrera estudiada en la presente investigación

Las estimaciones de los expertos se realizaron en sucesivas rondas, en el caso de este trabajo se realizaron dos rondas anónimas, con propósito de tratar de conseguir consenso con la máxima autonomía por parte de los participantes. Para obtener la información de los especialistas, se determinó diseñar un cuestionario y una encuesta que se aplicaron de manera anónima y fueron enviadas por correo electrónico.

El primer cuestionario se diseñó con el propósito de recabar información sobre los siguientes aspectos:

a) Perfiles profesionales (5 ítems): Empresa donde labora; Giro de la empresa; Sector al que pertenece la empresa; Puesto que ocupa en la empresa; Antigüedad en el puesto.
b) Perfil académico (2 ítems): Grado de estudios; Licenciatura de la que egresó.
c) Vinculación entre las exigencias empresariales y la formación de profesionistas en el tema de seguridad de la información.

5 Conclusiones

Se concluye que los resultados obtenidos en el análisis de frecuencia de los ítems planteados para investigar si los estudiantes que egresan de la LSTI poseen las competencias necesarias para responder a las exigencias empresariales planeadas por los expertos. Por

otra parte, se expresa que los respondientes se posicionaron entre las respuestas de manera definitiva sí y probablemente sí, lo cual permite concluir que los empleadores consideran que el Programa Educativo de la Licenciatura en Seguridad en Tecnologías de Información de la FCFM de la UANL es, en buena medida pertinente con las necesidades del sector empresarial.

Los especialistas en seguridad de la tecnología de la información concluyeron, en un rango de más del 90 %, que actualmente en las empresas donde laboran existen procesos estratégicos relacionados con la seguridad informática, lo que permite por una parte, inferir la importancia que tiene la carrera en el contexto social económico y laboral; y por otra, valorar los procesos curriculares como el medio fundamental para formar profesionales capaces de responder a los retos que esta área requiere.

Otra conclusión importante es que los expertos consideran que no existen suficientes profesionales en este rubro ya que: faltan recursos humanos especializados en el área; existe una gran demanda de especialistas en el ramo y es una carrera de nueva creación, lo que también señala la importancia de la LSTI en el contexto socioeconómico y particularmente en el sector empresarial del estado y del país.

En cuanto a las sugerencias que fortalezcan la formación de estudiantes de la Licenciatura en Seguridad en Tecnologías de Información de la FCFM de la UANL: destacan que los estudiantes realicen prácticas desde el primer semestre, lo que se hace llamar educación dual; la inclusión de materias sobre habilidades gerenciales, comunicación efectiva y liderazgo; una formación de estudiantes bajo estándares internacionales. La información es importante en el sentido que brinda orientaciones y referencias en los futuros proceso de rediseño curricular de la carrera.

Desde la perspectiva de los expertos, las competencias que poseen en un alto grado los egresados de la LSTI, relacionadas con las exigencias del sector empresarial son las siguientes: Para responder a las exigencias de seguridad en redes; en Seguridad Perimetral; en Seguridad Física; para ser competentes en Base de datos; adecuada para enfrentar y resolver los problemas de Análisis de Riesgos de Seguridad; para conocer Leyes y Regulaciones relacionadas con la seguridad de la información. Con el objetivo de conocer las dimensiones subyacentes del instrumento aplicado, se realizó un análisis factorial con el método de extracción de componentes principales, rotación ortogonal varimax.

Como se puede observar en la siguiente tabla, los reactivos se agruparon en cuatro factores que explican el 78.376 de la varianza total. Cómo se obtuvieron, se interpreta en esta Tabla.

Tabla 3. Composición factorial

	Componente			
	1	2	3	4
Los estudiantes de la licenciatura poseen la formación necesaria para ser conocedores en el tema de Auditorías de Seguridad de la Información	.905			
La carrera de LSTI proporciona la formación adecuada para enfrentar y resolver los problemas de Análisis de Riesgos de Seguridad	.788		.403	
Los estudiantes de la licenciatura tienen la formación pertinente para ser competentes en temas de Protección de Datos	.758			
Los estudiantes de la licenciatura reciben la formación pertinente para ser competentes en Seguridad Física	.718	.334		.398
Los estudiantes de la licenciatura poseen las competencias necesarias en el tema de desarrollo de software seguro	.682	.521		
Los estudiantes de la licenciatura reciben la formación pertinente para ser competentes en Ciberseguridad	.632	.503		.388
Los estudiantes de esta carrera (LSTI) cuentan con la formación pertinente para ser competentes en Continuidad de Negocio	.575	.531		.315
Los estudiantes de la licenciatura reciben la formación pertinente para ser competentes en Seguridad en Aplicaciones	.517	.777		
Los estudiantes de la licenciatura reciben la formación pertinente en Hacking Ético		.727		
Los estudiantes de la licenciatura cuentan con las competencias necesarias en Gobierno de Seguridad de la Información		.696		
Los estudiantes de la licenciatura reciben la formación en competencias adecuada para responder a las exigencias de seguridad en redes		.659	.494	
Los estudiantes de la licenciatura reciben la formación pertinente para ser competentes en Criptografía	.515	.610	.353	
Los estudiantes de la licenciatura reciben la formación pertinente para ser competentes en el Diseño de Políticas	.606	.610		
Los estudiantes de la licenciatura reciben la formación pertinente para ser competentes en un Plan de Recuperación de Desastres	.555	.598		.419
Los estudiantes de la licenciatura reciben la formación pertinente para ser competentes en Base de datos seguras	.365		.823	
Los estudiantes de la licenciatura reciben la formación pertinente para conocer Leyes y Regulaciones relacionadas con la seguridad de la información		.542	.745	
Los estudiantes de esta licenciatura (LSTI) reciben la formación necesaria para ser competentes en Control de Acceso		.337	.687	.413
Los estudiantes de la licenciatura reciben la formación pertinente para ser competentes en temas de Respuesta a Incidentes	.480		.559	.516
Los estudiantes de la licenciatura reciben la formación pertinente para ser competentes en Seguridad Perimetral				.904
La LSTI forma adecuadamente a sus estudiantes en el tema de Concientización	.534			.600

Referencias

[1] H. Linstone y Turrof, M. El método Delphi, técnicas y aplicaciones. 1975

[2] Fernández, N., Maquera, H., & Mercado, R. (2011). DESARROLLO DE UN MODELO DE SEGURIDAD INFORMÁTICA. Prospectiva Universitaria, 8(2), 134-136.

Capítulo 21

Análisis de los referentes socio profesionales y epistemológicos en la reestructuración curricular del programa educativo de Licenciatura en Gestión de Negocios Digitales (LGND)

Arquímedes Arcega Ponce [1], Francisco Preciado Álvarez [2], Oscar Mares Bañuelos [3], Francisco Barreto Curiel [4], Cesar Eduardo Silva Valeriano [5]

[1, 2, 3, 4,5] Universidad de Colima, Facultad de Contabilidad y Administración campus Tecomán, Km 40.1 autopista Colima-Manzanillo, La Estación, Tecomán, Colima, 28930. México.

[1]pime@ucol.mx, [2] fpreciado0@ucol.mx, [3] oscar_mares@ucol.mx, [4]Francisco_barreto@ucol.mx, [5]silva_cesar@ucol.mx

Resumen. la fundamentación tiene la función de proporcionar la evidencia necesaria para respaldar sea esta una nueva propuesta educativa o una reestructuración a un programa educativo vigente. En esta investigación, solo se consideran los referentes socio profesionales y epistemológicos, que responden a la necesidad de garantizar que el programa formativo esté alineado tanto con las demandas del entorno profesional como con los principios teóricos que sustentan el campo del conocimiento. De tal manera que la restructuración del PE de LGND se considera pertinente para adecuar los planes y contenidos curriculares a las necesidades socio profesionales y tendenciales globales aquí señaladas, que serán de gran beneficio para la sociedad que la demanda.

Palabras clave: reestructuración curricular, programa educativo, referente socioprofesional, referente epistemológico, negocios digitales.

1 Introducción

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo documentar las diferentes etapas que comprenden el diseño curricular. La etapa de la fundamentación es un elemento central en todo proceso de diseño curricular, cuyo propósito es establecer las bases sólidas sobre las cuales se construirá el proyecto formativo. De acuerdo con Díaz-Barriga, la fundamentación se compone de estudios y evaluaciones previas que sustentan y justifican la creación o reestructuración de un programa académico, demostrando por qué dicha carrera es la más adecuada para abordar los problemas identificados en el contexto. [1]

Para llevar a cabo una fundamentación robusta, es necesario realizar estudios y evaluaciones que variarán según el tipo de diseño curricular que se esté abordando, ya sea una nueva creación, una actualización o una reestructuración. Para este trabajo de investigación, el tipo de diseño curricular previo a una autoevaluación curricular corresponde a una reestructuración del programa educativo de la licenciatura en Gestión de Negocios Digitales

(LGND). El comité curricular encargado de la reestructuración examinó minuciosamente aspectos que aseguren la pertinencia y viabilidad de la propuesta. La información obtenida sirvió como insumo para una fundamentación curricular alineada con los objetivos de la institución y las demandas del entorno educativo y profesional.

2 Estado del arte

En términos generales, la fundamentación tiene la función de proporcionar la evidencia necesaria para respaldar ya sea una nueva propuesta educativa o una reestructuración de un programa educativo vigente. Esta etapa se basa en investigaciones y estudios que justifican el plan de estudios sugerido, incorporando información sobre las tendencias actuales en el desarrollo y la enseñanza dentro del campo del conocimiento a nivel internacional, nacional y regional. Además, es esencial que la fundamentación destaque cómo el programa propuesto responde a las necesidades detectadas en el entorno y en la formación de profesionales en áreas específicas. [2]

En este análisis, respecto a la fundamentación de un plan de estudios en reestructuración, solo se consideran los referentes socioprofesionales y epistemológicos, que responden a la necesidad de garantizar que el programa formativo esté alineado tanto con las demandas del entorno profesional como con los principios teóricos que sustentan el campo del conocimiento.

El referente socioprofesional se centró en un análisis exhaustivo que abarca dos dimensiones clave: la social y la ocupacional-profesional, ambas con un enfoque prospectivo. Para llevar a cabo este análisis, se consultó una amplia gama de documentos de referencia a nivel internacional, nacional y regional. Entre estos documentos se incluyen la Agenda para el Desarrollo Sostenible, informes de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), Organización Internacional del Trabajo (OIT), así como informes del Banco

Mundial, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y el Foro Económico Mundial (FEM). Además, se consideraron planes y programas nacionales, como el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Sectorial de Educación, y el Programa Sectorial de Ciencia y Tecnología, así como planes estatales e institucionales de desarrollo. [3]

En el referente epistemológico, el análisis se enfoca en abordar la complejidad de las disciplinas y su interdependencia con otros aspectos y momentos de la praxis educativa. Este enfoque busca articular los principios lógicos y científicos que validan el conocimiento académico, explorando la relación dialéctica entre el pensamiento y la realidad. Esta revisión no solo se enfoca en la estructura interna de las disciplinas, sino también en la comprensión del proceso pedagógico. Dado que muchas profesiones integran conocimientos de diversas disciplinas, generalmente dentro del mismo campo científico, es esencial evaluar la práctica profesional en función de los cambios científicos y tecnológicos, las necesidades humanas y la particularidad del contexto. [4]

3 Metodología aplicada

Este documento se fundamenta en una investigación documental con un enfoque cualitativo, basada en la selección y el análisis crítico de diversas fuentes de información. A través de una lectura analítica, reflexiones científicas, se interpretan y recontextualizan documen-

tos generados con distintas finalidades. Este proceso de interpretación no solo otorga un nuevo significado a los textos, sino que también orienta el contenido hacia el tema central de esta investigación.

El conocimiento aquí construido emerge de la reinterpretación de saberes previamente establecidos y validados, lo cual permite mantener viva la tradición del pensamiento original. Desde una perspectiva hermenéutica, este enfoque facilita una lectura contemporánea que promueve el debate académico y la generación de nuevos aportes al desarrollo científico. Las propuestas presentadas, aunque sujetas a un cuestionamiento continuo, están orientadas a impulsar avances significativos en el ámbito educativo.

Referente socio profesional-repercusiones en el campo profesional para el que se está formando o se pretende formar.

Para el momento en que se creó el programa educativo de LGND, el fenómeno de la globalización se encontraba en su apogeo; sin embargo, hoy en día, la economía globalizada realmente está regresando a la regionalización. Es decir, la producción de las naciones, especialmente las más industrializadas, se han reagrupado en un mundo multipolar, o más específicamente en un mundo tripolar, de acuerdo con análisis políticos de diversos voceros nacionales e internacionales.

En el contexto nacional, regional y sobre todo local, las tendencias de la industria estaban encaminadas a que los recursos humanos preparados en las universidades lograran incidir en la competitividad de estas en virtud de convertirse en organizaciones de tipo global. Sin embargo, como se ha mencionado, fenómenos como la relocalización o nearshoring están reconfigurando los escenarios de las economías en todo el mundo, y en América del norte, del que forma parte nuestro país, no es la excepción.

En consecuencia, las características del contexto nacional, estatal y local presentes en el momento del diseño del plan de estudios del programa educativo (PE) de Licenciado en Gestión de Negocios Digitales (LGND) y en las que puede incidir el egresado de este programa, consideradas en el documento curricular, aún son las que se detallan a continuación y que, a la fecha, están vigentes.

En el contexto nacional, específicamente en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 del gobierno de México (2019), se señala que el sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas, que constituyen el 93%. Principalmente aquellas orientadas a: [5]

1. Creación de MiPymes y generación de empleos.
2. Impulsar el emprendimiento.
3. Desarrollo de competencias en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) e innovación para MiPymes.
4. Asesoría técnica.
5. Emprendimiento social y sostenibilidad.

En el Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027 del gobierno del estado de Colima, en el apartado de Agenda Digital, se establece el objetivo de avanzar hacia una sociedad de la información y el conocimiento inclusiva y sostenible, a través de las Tecnologías de la Información

y la Comunicación (TIC), que permita alinear los objetivos, políticas y acciones de manera transversal en esta materia, en todos los niveles de gobierno.

En dicha agenda, se identifican las siguientes políticas que aportan viabilidad y pertinencia al programa educativo en reestructuración:

1 Vinculación con los ODS de la Agenda 2030
2 Realizar un diagnóstico del uso de TIC en las MiPymes colimenses.
3 Implementar un programa de capacitación gerencial que promueva el uso y aprovechamiento de las TIC.
4 Capacitar a las MiPymes en los beneficios del uso de TIC, incluyendo la seguridad y protección de datos.
5 Desarrollar trámites y servicios gubernamentales en línea para el sector empresarial.
6 Promover el uso de herramientas digitales para la interacción de las empresas con el gobierno.
7 Desarrollar un programa para facilitar la obtención de crédito para la implementación de tecnologías de información en los procesos productivos y la prestación de servicios de las MiPymes.
8 Fortalecer y promover la cultura de la economía digital.
9 Incentivar a las empresas dedicadas al desarrollo de tecnologías de la información.

En resumen, quedando pendiente la actualización de la Agenda Digital, se puede apreciar que el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Colima 2021 – 2027 integra políticas económicas que particularmente derivan en programas, proyectos y líneas de acción claramente enfocadas a temas como innovación, emprendimiento, gobierno digital, comercio electrónico, uso de tecnologías, las cuales, en su conjunto, reflejan una clara pertinencia con el plan de estudios de Licenciado en Gestión de Negocios Digitales.

En el contexto internacional, los órganos rectores de Naciones Unidas (ONU) y sus organismos subsidiarios, así como las entidades de comercio,

han definido dentro de sus agendas los llamados ODS (Objetivos de Desarrollo Sustentable). De ellos se han considerado los relacionados con la seguridad agroalimentaria, el derecho al acceso a la salud y el acceso a la cultura y a la educación. Estos ODS, bajo una estrategia de la aplicación de proyectos de base tecnológica, involucran a profesionales de las Tecnologías de información (TI), como el programa de licenciatura en Gestión de Negocios Digitales. [7]

Fig.1 Objetivos de desarrollo sostenible ONU Fuente: ONU, ODS 2024

Cabe mencionar que, en la pasada acreditación ante COPAES por CACECA, en la DES FCAT se observó la importancia de la inclusión de los ODS por parte de la agenda de la ONU. Estos deben contemplar en los POA de las instituciones que así lo hayan decidido de acuerdo con los PIDE de las mismas, el cual es el caso de la Universidad de Colima.

Las tendencias del mercado laboral en la entidad, la región y el país

En nuestra entidad, Colima, una de las entidades con menos población en el país, se puede apreciar como lo marca la gráfica una tendencia creciente en la población económicamente activa, y por ende en la tasa de ocupación.

Fig.2 INEGI-DENUE Unidades económicas en el estado de Colima

ACTIVIDAD	(06) COLIMA	TOTAL
✚ (11) Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	215	215
✚ (21) Minería	58	58
✚ (22) Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	55	55
✚ (23) Construcción	417	417
✚ (31) Industrias manufactureras	1685	1685
✚ (32) Industrias manufactureras	494	494
✚ (33) Industrias manufactureras	906	906
✚ (43) Comercio al por mayor	1144	1144
✚ (46) Comercio al por menor	13305	13305
✚ (48) Transportes, correos y almacenamiento	749	749

Fuente INEGI-DENUE UE, 2024

En el estado de Colima se pueden distinguir claramente las vocaciones económicas que ya han sido diagnosticadas previamente por administraciones gubernamentales estatales.

Se reconoce una vocación agroalimentaria en el valle de Tecomán, Colima que se extiende desde Cerro de Ortega hasta Costa Alegre, en los límites del vecino estado de Jalisco. De acuerdo con SIAP-SAGARPA 2024, esta región es un bastión agroalimentario, incluso reconocido por la FAO, que a su vez pertenece a la región centro occidente una de las regiones más productivas en el país.

Otra de las vocaciones económicas claramente definidas es la logística del puerto de Manzanillo, uno de los puertos más importantes del pacífico mexicano. Actualmente, este puerto maneja aproximadamente 3, 000, 000 de contenedores, y contribuye con cerca del 45% del comercio hacia la zona centro occidente del país.

Este contexto, junto con las más de 38,000 unidades económicas en el estado de Colima de acuerdo con el DENUE-INEGI2024, refleja la magnitud de recurso humano calificado en todas las áreas del quehacer. En especial, destaca los profesionales de las Tecnologías de Información (TI), esenciales para impulsar competitivamente las actividades centrales de las organizaciones públicas y privadas en el estado.

Fig. 3 Evolución del empleo formal en el estado de Colima Fuente: data México, 2024

Se requiere, pues, una visión local con impacto global para atender las necesidades de capital humano que se requieren para incrementar la competitividad en el estado. De acuerdo con esto, dicha visión debe ser tomada como insumo para la reestructuración del PE de LGND.

Referente epistemológico

Los negocios digitales se constituyen en una herramienta para el cumplimiento de los objetivos de la agenda 2030, en la que la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), propone promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen actividades de emprendimientos, la creatividad y la innovación. [8]

Modelo de negocios digitales

En la actualidad, los modelos de negocios digitales se han convertido en una tendencia en constante crecimiento gracias al impacto que la tecnología tiene en el mundo empresarial. El objetivo principal de los modelos de negocios digitales es crear un sistema sostenible y escalable que permita a las empresas, independientemente de su tamaño, maximizar su alcance y rentabilidad. También se enfocan en el uso de tecnologías avanzadas para automatizar procesos y reducir costos, lo que les permite ofrecer precios más competitivos.

Los nuevos modelos de negocios digitales han abierto un abanico de posibilidades en el sector empresarial con las que han logrado satisfacer las demandas de los clientes y del mercado actual.

Transformación digital

La transformación digital se refiere a un proceso que tiene como objetivo mejorar una entidad, provocando cambios significativos en sus propiedades a través de combinaciones de tecnologías de información, computación, comunicación y conectividad. La adopción de tecnologías digitales para transformar la forma en que las empresas operan y crean valor es esencial para la supervivencia y el crecimiento en el entorno empresarial actual. Podemos definir la transformación digital como un conjunto de actuaciones orientadas a la mejora y modernización de los procesos, los procedimientos, los hábitos y comportamientos de las organizaciones y personas que, haciendo uso de las tecnologías digitales, mejoran la competitividad global de las administraciones públicas, las empresas y los ciudadanos, por ello

la transformación digital no debe verse como una estrategia para ganar competitividad sino como una adaptación que resultará imprescindible para la supervivencia. [9]

Tendencias Internacionales

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) destaca la necesidad de políticas que apoyen la digitalización de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs). En un uno de sus informes, se señala que las PYMEs que adoptan tecnologías digitales pueden aumentar su productividad hasta en un 20%. Por otro lado, el World Economic Forum (WEF) discute el crecimiento de las plataformas digitales y su impacto en la economía global, facilitando nuevos modelos de negocio como el comercio electrónico y el trabajo freelance.

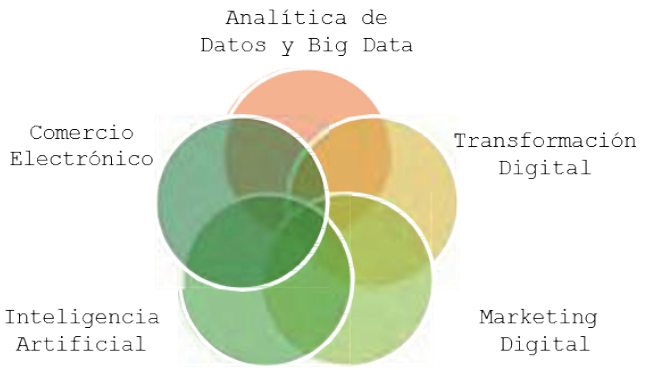
IDC informa sobre el auge de las plataformas de economía colaborativa y el papel de las plataformas digitales en conectar consumidores y proveedores. Según WEF, el valor de la economía de plataformas podría alcanzar los $60 billones para 2025.

Cabe destacar que en ambos organismos promueven la adopción de tecnologías verdes y prácticas sostenibles en los negocios digitales para abordar el cambio climático y reducir la huella de carbono. Según IDC, el gasto mundial en soluciones tecnológicas sostenibles alcanzará los $1 billón para 2025. La OCDE destaca que las empresas que adoptan prácticas sostenibles pueden mejorar su reputación y atraer a consumidores conscientes.

Por su parte, Forrester Research y Gartner analizan cómo la pandemia de COVID-19 aceleró la adopción del trabajo remoto y las herramientas de colaboración digital. Gartner predice que para 2025, el 70% de las reuniones empresariales se realizarán en plataformas virtuales. McKinsey & Company destaca las implicaciones a largo plazo del trabajo remoto en la cultura organizacional y la productividad, afirmando que las empresas que adopten modelos híbridos de trabajo tendrán una ventaja competitiva.

Estas tendencias muestran una transformación profunda y dinámica en el panorama empresarial y tecnológico de México, preparando el terreno para una mayor innovación y competitividad en la economía digital global.

Figura 4. Tendencias nacionales de las TI para los negocios digitales



Elaboración: Francisco Javier Barreto Curiel

4 Conclusiones

De acuerdo con los elementos y contexto analizado con relación a la oferta educativa que ofrecen las Instituciones de Educación Superior (IES) de nuestro país y del entorno global, tanto en los referentes socioprofesionales como epistemológicos, se determina que las tendencias en la preparación de perfiles de nivel superior han tomado como insumo clave la creciente necesidad de integrar una estrategia tecnológica en dichos perfiles. Esto se ha demostrado en experiencias de las economías más pujantes del mundo, donde esta estrategia proporciona ventajas competitivas a las naciones que la implantan.

En este sentido, la planeación de currículos de formación en carreras de base tecnológica, especialmente en tecnologías de información y comunicación (TIC), es cada vez más evidente en nuestro país y en las IES que ofrecen estos programas.

Por lo tanto, la restructuración del programa educativo de Licenciatura en Gestión de Negocios Digitales (LGND) se considera pertinente para adaptar los planes y contenidos curriculares a las necesidades socioprofesionales y tendenciales globales señaladas, lo que resultará en un gran beneficio social para la sociedad que la demanda.

Referencias

[1] Díaz-Barriga, F., Lule, M., Pacheco, D., Saad, E. y Rojas, S. (1990). Metodología de diseño curricular para educación superior. México: Trillas.

[2] Hernández, P. (2003). La gestión del currículum: una experiencia determinante para lograr sus propósitos. En La gestión curricular: significados, prácticas y experiencias. (pp. 219- 229). México: UNIVA.

[3] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2023). La definición y selección de competencias clave. USA: OCDE..

[4] Universidad de Colima. Modelo educativo- Plan institucional de desarrollo 2014-2017. 2016.

[5] [5]. Gobierno de México (2019). Plan nacional de desarrollo 2019-2024

[6] Gobierno del estado de Colima (2021). Plan estatal de desarrollo 2021-2027. Apartado V Agenda digital

[7] UNESCO. (2023). Ecosistemas de aprendizaje. Instituto para el aprendizaje a lo largo de toda la vida. https://www.uil.unesco.org/es/learning-ecosystems

[8] Pesantez, Z., & Moreira, E. (2020). Analysis of the digital business trend in the planning zone 8 of Ecuador. 36–42.

[9] Kraus, S., Schiavone, F., Pluzhnikova, A., & Invernizzi, A. C. (2021). Digital transformation in healthcare: Analyzing the current state-ofresearch. Journal of Business Research, 123, 557–567. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.030

Capítulo 22

Nueva tendencia de oferta educativa para una pertinencia y relevancia social en la Industria 4.0

Yolanda Moyao Martínez [1,] Carmen Cerón Garnica[1], Jorge Alejandro Fernández Pérez[2] y Beatriz Beltrán Martínez [1]

[1] Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-Facultad de Ciencias de la Computación, Av. San Claudio y 14 sur, Colonia San Manuel, Puebla, Pue., 72570. México

{yolanda.moyao, carmen.ceron, beatriz.beltran}@correo.buap.mx Benemérita

[2] Universidad Autónoma de Puebla- Instituto de Ciencias, Blvd Valsequillo s/n CU, Colonia San Manuel, Puebla, Pue., 72570. México
jorge.fernandez@correo.buap.mx

Resumen. Este artículo presenta un análisis exploratorio de las preferencias de entre once carreras de licenciatura y nueve carreras técnicas para alumnos de preparatorias públicas. Con este análisis de datos se pretende identificar patrones y preferencias de este grupo de alumnos, con el objetivo de comprender sus motivaciones o preferencias para la siguiente etapa educativa, se alinean con los perfiles más demandados por la Industria 4.0. Para ello, se recabó la información necesaria a través de cuestionarios aplicados a una muestra representativa de alumnos de treinta y dos diferentes preparatorias y bachilleratos del estado de Puebla. Los resultados revelan tendencias importantes y puntos clave respecto a las preferencias educativas. Este análisis se convierte en una herramienta útil para educadores e instituciones encargadas de las políticas educativas para la creación y mejora de programas académicos.

Palabras Clave: Análisis de datos, Cuestionario, Industria 4.0., Políticas educativas.

Abstract. In this paper, an exploratory analysis of the preferences among eleven bachelor's degrees and nine technical careers for public high school students is presented. With this data analysis, it is intended to identify patterns and preferences of this group or students, with the objective of comprehending how their motivations or preferences for the next educational stage, are aligned with the most demanded profiles for Industry 4.0. For that, the needed information was collected through questionaries applied to a representative sample of students of thirty-two different high schools and baccalaureate of the state of Puebla. The results reveal important trends and key points regarding to the educational preferences. This analysis becomes a useful tool for educators and institutions in charge of the educational policies for the creation and improvement of academic programs.

Keywords: Data analysis, Questionary, Industry 4.0, Educational policies.

1 Introducción

Los estudiantes de preparatoria o bachillerato se enfrentan a uno de los retos más difíciles e importante, pues tienen que elegir la licenciatura o carrera técnica en la que desean desem-

peñarse. Este puede verse comprometido por diversos factores como la influencia de otras personas, como amigos o conocidos, los intereses propios, las consideraciones financieras y el contexto educativo en el que se desenvuelven [3].

Existe una relación entre la elección de licenciaturas o carrera técnica y las necesidades actuales de las empresas y la sociedad en general, lo cual representa un aspecto clave para la planificación educativa. Los estudiantes se enfocan más a elegir carreas universitarias que les den las herramientas y habilidades competitivas y alineadas con los retos de la sociedad cada vez más tecnológica [7].

La Industria 4.0, la cual se caracteriza por el uso de las tecnologías emergentes, tales como la Inteligencia Artificial (IA), Internet de las cosas (IoT), Big Data y la automatización [4], demandas profesionales con perfiles cada vez más específicos y que se adapten a las nuevas necesidades, a través de habilidades y capacidades vinculadas a la tecnología e ingeniería [2].

Este estudio realiza un análisis exploratorio de datos, que tiene por objetivo explorar y comprender diversos aspectos relacionados con las preferencias de entre once licenciaturas y nueve carreras técnicas de una muestra de 9,465 alumnos de preparatorias o bachilleres del estado de Puebla. A través de datos recopilados de un conjunto de encuestas recopiladas de forma presencial, con el propósito de identificar patrones, tendencias y relaciones entre las diferentes variables, contribuyendo al desarrollo de programas educativos que respondan a las demandas de la sociedad 4.0 o Industria 4.0.

2 Estado del arte

En [8], [10], se presentan algunos resultados que muestran un fuerte interés entre las mujeres por disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y esto se ve reflejado, particularmente, porque ellas prefieren áreas que impactan fuertemente en salud y medio ambiente.

Otro estudio de [5] muestra que los hombres reflejan un alto interés por programas educativos que se inclinan más por la tecnología, la digitalización y la sostenibilidad como elementos alineados y además esenciales para potenciar las capacidades que les permitan adaptarse y afrontar las necesidades de un futuro laboral en constante cambio. Muestran que el análisis exploratorio de datos en aras de la creación o actualización de nuevos programas educativos es útil para la toma de decisiones y para guiar a los estudiantes durante la elección de la carrera de su preferencia [3], [6] y [1].

Hay algunos resultados como el que presenta [7], en el que se puede percibir que los estudiantes actualmente se enfocan más a elegir carreas universitarias que les den las herramientas y habilidades competitivas y necesarias para afrontar los retos de la Sociedad 4.0, los cuales, cada día son más demandantes y alineadas al uso de la tecnología.

3 Metodología utilizada

En esta sección se describen cada uno de los pasos necesarios para realizar el análisis exploratorio de datos, desde la recolección de datos hasta la interpretación de resultados.

Recolección y procesamiento de datos

Los datos fueron recopilados a través de un cuestionario y posteriormente, almacenados en un archivo llamado "carreraslimpio.xlsx", este incluye información sobre la edad, el género, semestre actual, institución a la que pertenece, los intereses de estudiantes en veinte licenciaturas, y una columna más para comentarios generales.

Se verificó que los valores para edad, género, semestre cursado, institución a la que pertenece y la preferencia por cada una de las veinte licenciaturas fueran de tipo numérico. Además, se realizaron algunas reducciones en los nombres asociados a cada una de las veinte carreras, debido a que los nombres son muy largos para ser mostrados en los gráficos.

También, se eliminaron algunos registros que no eran consistentes o que tenían respuestas con valores no pertenecientes al dominio permitido. El rango de edad solo va de 14 a 20 años, el valor para el género solo puede ser 1 para mujer, 2 para hombre, 3 para prefiero no decirlo, el semestre actual va del rango 1 a 6 y el valor de elección de alguna de las veinte licenciaturas solamente puede ser entre 1 y 5, valores representados en una escala de Likert, para lo cual, el nivel más alto de satisfacción se presenta por el número cinco. Para el análisis exploratorio se consideraron respuestas, cuyo valor fuera 4 o 5.

Representación gráfica y análisis exploratorio de los datos

Para el caso de una población conformada por 4,935 mujeres, 1,556 el equivalente al 6.8% eligieron la licenciatura en Ciencias de la vida, 1,411 el equivalente a 6.1% eligieron la licenciatura en Ciencias Ambientales, Biodiversidad y Cambio Climático, 1,396 el equivalente a 6.1% eligieron la Licenciatura en Promoción y Educación para la Salud, mientras que 1,283 el equivalente a 5.6% eligieron TSU en Arboricultura y 1,266 el equivalente a 5.5% eligieron TSU en Informática para la Salud. Esto se puede observar en la Fig. 1 y Fig. 2.

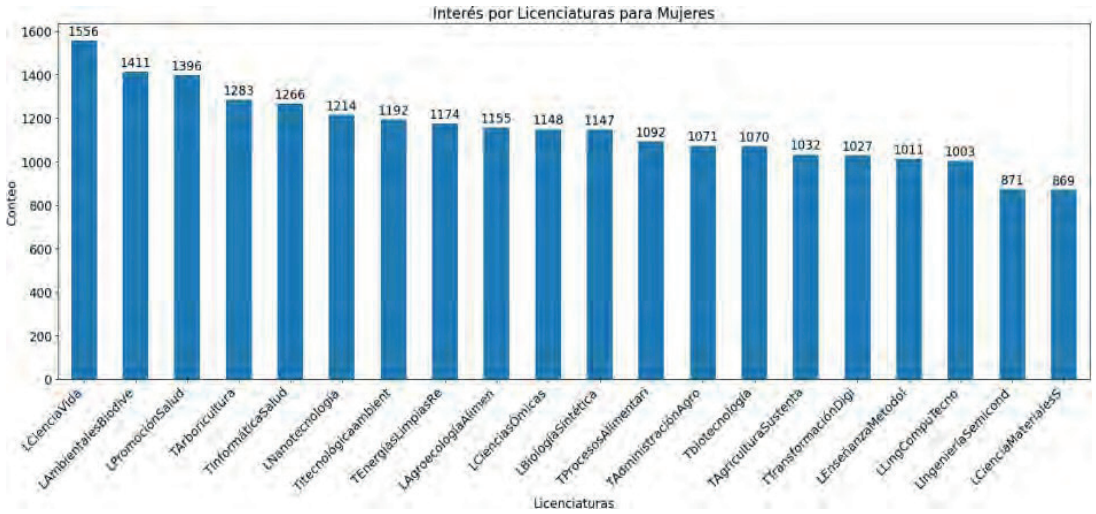


Fig. 1. Preferencia por carrera para mujeres.

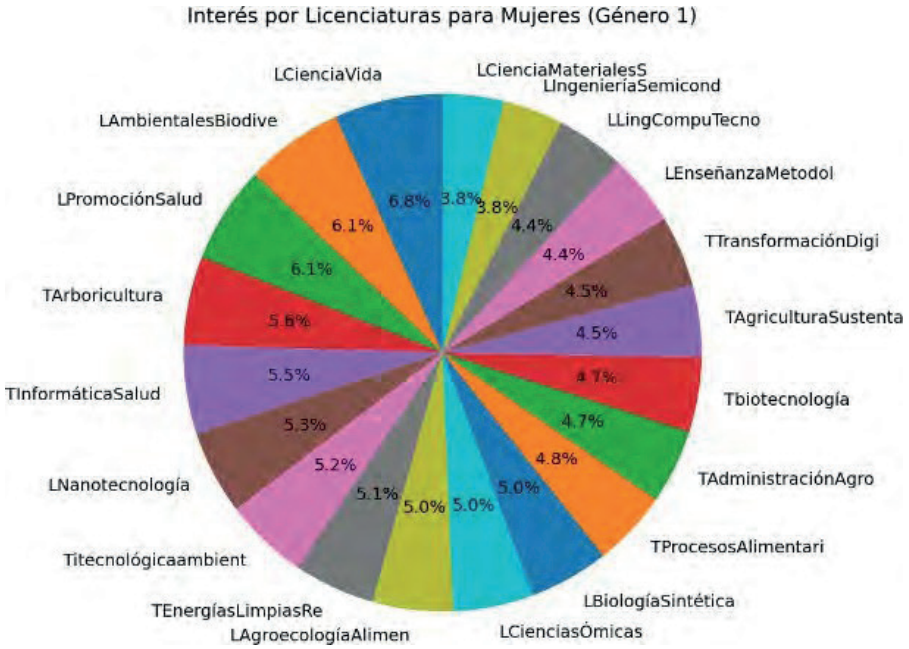


Fig. 2. Porcentaje de preferencia por carrera para mujeres.

Para el caso de una población conformada por 4,347 hombres, 1,418 el equivalente al 6.7% eligieron la Licenciatura en Nanotecnología, 1,305 el equivalente a 6.2% eligieron la Licenciatura en Lingüística Computacional y Tecnología, 1,246 el equivalente a 5.9% eligieron TSU en Energías Limpias y Renovables, mientras que 1,165 el equivalente a 5.5% eligieron TSU en Transformación Digital y 1,156 el equivalente a 5.5% eligieron TSU en Ingeniería tecnológica ambiental y sustentabilidad. Esto se puede observar en la Fig. 3 y Fig. 4.

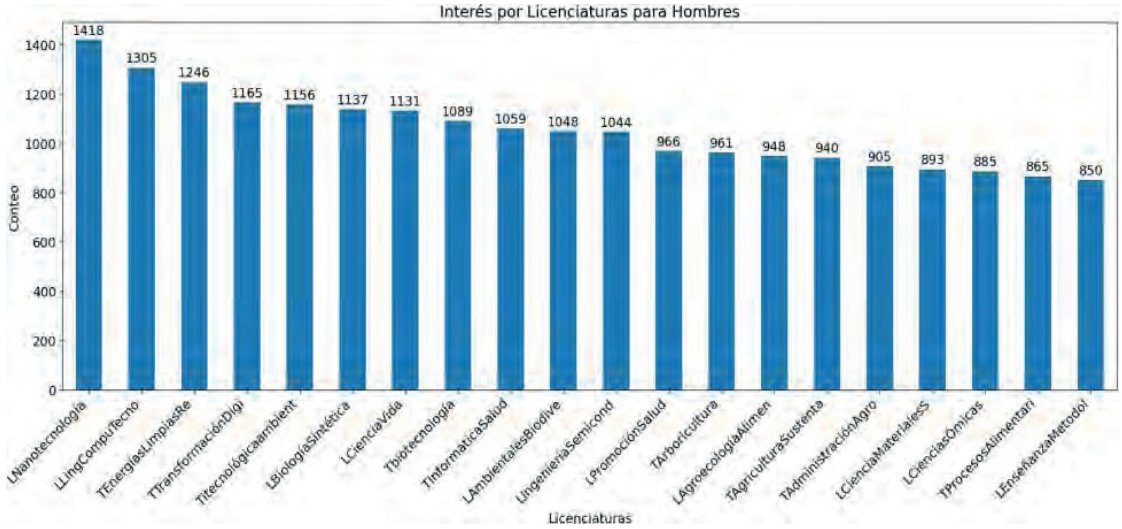


Fig. 3. Preferencia de carreras para hombres.

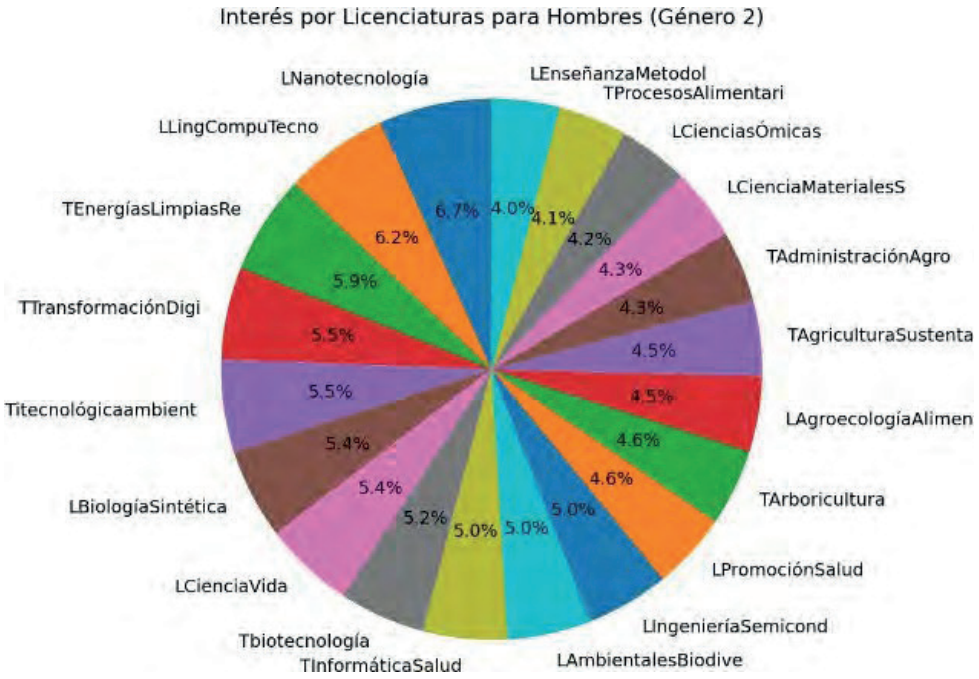


Fig. 4. Porcentaje de preferencia por carrera para hombres.

Con los resultados obtenidos y mostrados anteriormente, se puede inferir que tanto mujeres como hombres siguen una directriz común entre sus intereses, pues ambos tienen una fuerte tendencia hacía áreas de tecnología para el desarrollo sustentable y esto a pesar de que sus preferencias en general se dan desde un punto de vista un poco diferente. Esto se observa en la Fig. 5.

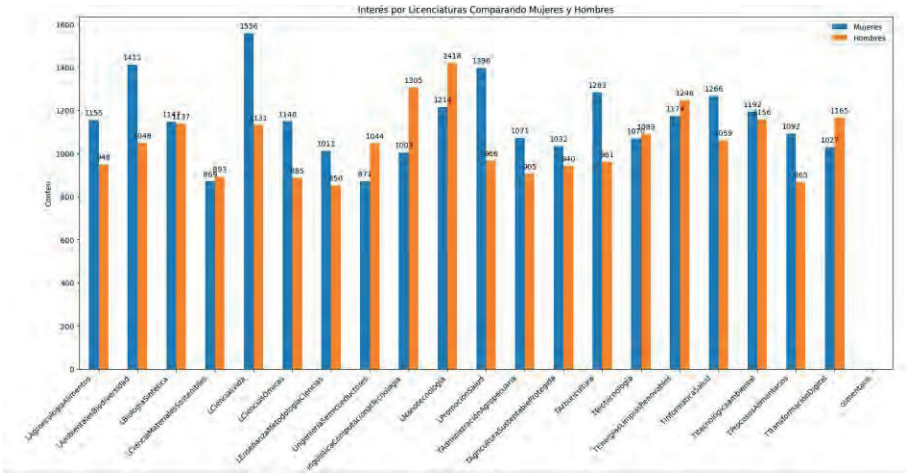


Fig. 5. Preferencia de carreras para mujeres y hombres.

En base al tema de preferencias para algunas licenciaturas, como parte de las preguntas del cuestionario aplicado a los estudiantes de preparatorio/bachiller, se tienen los comentarios y se obtuvieron los siguientes porcentajes: comentarios positivos:0.42, comentarios neutrales 99.49 y comentarios negativos: 0.08. A pesar de que el porcentaje para comentarios

positivos es de 0.42%, esto podría significar que si hay una aceptación entre los estudiantes acerca del tema de preferencias por las diferentes licenciaturas propuestas. Mientras que los comentarios negativos, apenas alcanzan un porcentaje de 0.08%.

4 Resultados

Los resultados obtenidos del trabajo evolución de las licenciaturas y carreras técnicas en Puebla, basado en el análisis exploratorio previamente mostrado, se muestran a continuación:

Se puede observar que, en base a los porcentajes obtenidos de preferencia para las primeras cuatro carreras, por parte de las mujeres, Licenciatura en Ciencias de la vida (6.8%), Licenciatura en Ciencias Ambientales, Biodiversidad y Cambio Climático (6.1%), Licenciatura en Promoción y Educación para la Salud (6.1%) y TSU en Arboricultura (5.6%), las mujeres tienen un fuerte interés por programas educativos que combinen áreas como biotecnología ambiental o informática aplicada a la biología y salud.

De igual forma, se observa que, en base a los porcentajes obtenidos de preferencia para las primeras cuatro carreras, por parte de los hombres, Licenciatura en Nanotecnología (6.7%), Licenciatura en Lingüística Computacional y Tecnología (6.2%), TSU en Energías Limpias y Renovables (5.9%) y TSU en Transformación Digital (5.5%), para los hombres son igual de importantes los programas educativos con una formación teórica, así como los programas educativos que les permitan una inserción inmediata en el ámbito laboral, pero con la adopción de habilidades prácticas.

Además, en el análisis exploratorio, para el caso de las mujeres, claramente, se ve reflejado un alto interés por programas educativos que tienen una tendencia a integrar variables de áreas tanto de biotecnología ambiental e informática aplicada a la biología y salud. En el caso de los hombres, se ve reflejado un alto interés por programas educativos que se inclinan más por la tecnología, la digitalización y la sostenibilidad.

Finalmente, se puede apreciar la necesidad urgente de la creación o adaptación de los programas educativos, para garantizar la integración de las nuevas habilidades y conocimientos que los profesionales requieren día a día, aunque es un gran reto, pero es indispensable para adaptarse e impactar en esta revolución de la Industria 4.0 (Cuarta Revolución Industrial).

5 Conclusiones y trabajo a futuro

Con los resultados obtenidos y mostrados anteriormente, se puede inferir que tanto mujeres como hombres siguen una directriz común entre sus intereses, pues ambos tienen una fuerte tendencia hacía áreas de tecnología para el desarrollo sustentable y esto a pesar de que sus preferencias en general se dan desde un punto de vista un poco diferente.

Es importante mencionar, que, en base a los patrones identificados en este análisis exploratorio, se puede ver la fuerte demanda de la actualización o creación de nuevos planes educativos que cubran las demandas de la Industria 4.0.

Por ello, se requiere que las organizaciones e instituciones educativas incorporen en sus programas habilidades que les permita a los profesionales, estar preparados para los

grandes retos, como automatizar los métodos industriales, a través del uso de las tecnologías emergentes y así estar listos para las nuevas oportunidades de trabajo.

A pesar, de que se han obtenido patrones y algunos resultados que favorecen la toma de decisiones, a través de este análisis exploratorio. Para futuros trabajos de investigación, sería favorable contar con algunas otras variables que pudieran tener un impacto significativo en la elección de alguna de las carreras propuestas.

Referencias

[1] Aragón Macías, L., Arras Vota, A. M. de G., Guzmán Ibarra, I. Realidad actual de la elección de carrera profesional desde la perspectiva de género. Revista de la Educación Superior, No. 49, Vol. 195, 35-54.

[2] https://doi.org/10.36857/resu.2020. 195.1250, 2020.

[3] Bertram, M. Future Skills: How to Prepare Students for the Digital Economy. Routledge, 2019.

[4] García, M., Sánchez, L. Factores determinantes en la elección de carrera universitaria entre estudiantes de preparatoria. Revista de Educación. No. 35, Vol. 2, 145-160, 2020.

[5] González, M. E., Cuadrado, F. La educación en la era digital: Perfiles y competencias para la sociedad 4.0. Editorial Universitaria, 2018.

[6] Jones, A., Brown, L. The impact of digitalization on career preferences among high school students. Journal of Educational Technology, No. 45, Vol 1, 67-80, 2020.

[7] Lee, J., Kim, H., Park, S. Predicting career choices of high school students using machine learning algorithms. International Journal of Artificial Intelligence in Education, No. 29, Vol. 3, 323-345, 2019.

[8] Real Roby, R. A., Mora Herrera, E. Y., Contreras Moscol, D.

[9] F. Hacia un futuro sostenible: El impacto transformador de la tecnología educativa en la educación superior. Revista de Tecnología Educativa, No. 4, Vol 2, 55-72.

[10] https://doi.org/10.37549/rte. 2024.v4n2a3, 2024.

[11] Smith, J., Williams, K., Johnson, L. Women in STEM: Interest and participation trends. Gender Studies Journal, No. 27, Vol. 4, 89-105, 2018.

[12] United Nations. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations. Recuperado de https://sdgs.un.org/2030agendaS, 2015.

[13] Wang, M. T., Degol, J. L. Gender gaps in STEM career interest: The role of science identity. International Journal of STEM Education, No. 4, Vol.1, 1-16, 2017.

Capítulo 23

Preparando Ingenieros en Tic's para el Futuro: Ciberseguridad y Gobernanza Digital en la Educación Superior

Hilda Díaz Rincón [1], José Antonio Navarrete Prieto [2], Eric Hernández Castillo[3], Claudia Ruiz Muñoz [4] , Jesús Cayetano Flores Mercado[5]

[1] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
hilda.dr@tlalnepantla.tecnm.mx
[2] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
jose.np@tlalnepantla.tecnm.mx
[3] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
eric.hc@tlalnepantla.tecnm.mx
[4] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
claudia.rm@tlalnepantla.tecnm.mx
[5] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
jesus.fm@tlalnepantla.tecnm.mx

Av. Instituto Tecnológico s/n Col. La Comunidad, Tlanepantla de Baz,
Estado de México, C.P. 54070

Resumen. La ciberseguridad se ha vuelto crucial en el desarrollo de sistemas digitales seguros. Este trabajo propone la actualización de los programas de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) del TecNM, incorporando temas de ciberseguridad en asignaturas clave de la formación técnica del plan de estudios. Basado en una revisión de normativas internacionales, eventos relevantes y un análisis comparativo de currículas, se justifica la necesidad de actualizar los programas de estudio. El objetivo es preparar a los futuros ingenieros en TIC para los desafíos del entorno digital actual.

Palabras clave: Ciberseguridad, Programa de Estudio, Tic´s, Gobernanza Digital.

Abstract. Cybersecurity has become crucial in the development of secure digital systems. This work proposes updating the Information and Communication Technology (ICT) programs at TecNM, incorporating cybersecurity topics into key technical training courses within the curriculum. Based on a review of international standards, relevant events, and a comparative analysis of curricula, the need to update the study programs is justified. The goal is to prepare future ICT engineers for the challenges of the current digital environment.

Keywords: Cybersecurity, Study Program, ICTs, Digital Governance.

1 Introducción

La globalización digital ha traído consigo un incremento significativo en la dependencia de las tecnologías de la información, lo que ha expuesto a las organizaciones a nuevos tipos de

amenazas cibernéticas. En 2023, el costo promedio de una brecha de datos aumentó a $4.45 millones de dólares, destacando la importancia de contar con profesionales que puedan prevenir y mitigar estos incidentes. Ante este escenario, es vital que los programas académicos de ingeniería en TIC adapten sus currículas para integrar competencias de ciberseguridad y gobernanza digital, preparando a los estudiantes para el futuro.

El Tecnológico Nacional de México (TecNM), como una de las redes más grandes de educación tecnológica en México, enfrenta el desafío de adecuar sus programas académicos para incluir contenidos especializados en ciberseguridad. En el marco de este trabajo, se realiza una revisión exploratoria que considera normativas internacionales, eventos de ciberseguridad en México, y un análisis comparativo con universidades tanto nacionales como internacionales. El objetivo es proponer la inclusión de temas relevantes en asignaturas que permitan a los estudiantes adquirir competencias en la protección de sistemas y redes. En este sentido, la integración de temas de ciberseguridad en las carreras de TIC´s es una prioridad para asegurar la formación de ingenieros capaces de proteger los activos digitales y mitigar riesgos en el entorno tecnológico actual.

La transformación digital está impulsando una creciente demanda de profesionales en TIC, impulsada por tendencias como la inteligencia artificial (IA), ciberseguridad, big data, internet de las cosas (IoT) y computación en la nube.

En México, el crecimiento de sectores como la industria tecnológica, Fintech, educación en línea y el gobierno digital genera oportunidades, pero también desafíos en términos de infraestructura, acceso a tecnologías y formación de talento especializado. Además, el Mercado Laboral demanda conocimientos avanzados en áreas como programación, análisis de datos, seguridad informática, gestión de redes, desarrollo de software y sistemas distribuidos que junto con habilidades blandas como resolución de problemas, pensamiento crítico y trabajo en equipo solicitan a los egresados de las carreras de Ingeniería. Donde la gobernanza digital implica la gestión y supervisión de sistemas informáticos con un enfoque ético y regulado, por lo que los ingenieros en Tics deben adquirir habilidades en la implementación de políticas de seguridad, gestión de riesgos y auditoría de sistemas de información, lo cual fortalece su capacidad de trabajar en organizaciones que requieren altos niveles de protección de datos. Por lo que la rápida evolución tecnológica exige una constante revisión y actualización de los planes de estudio siendo crucial alinear la oferta educativa con las demandas del mercado y las nuevas tecnologías emergentes.

2 Estado del Arte

El Incremento de ciberataques: Según Cybersecurity Ventures, se estima que el costo global de los cibercrímenes alcanzará los 10.5 billones de dólares anuales para 2025 [1]. Fortinet reportó que México sufrió más de 156 mil millones de intentos de ciberataques en 2022, siendo uno de los países más afectados en Latinoamérica [2]. Según el reporte de McAfee (2023), los ataques automatizados que usan Inteligencia Artificial (IA) han aumentado en un 35% en el último año, mientras que la seguridad en blockchain se ha convertido en un área crítica con pérdidas estimadas en más de $3 mil millones de dólares debido a vulnerabilidades en plataformas blockchain [3]. La Oficina de Estadísticas Laborales de EE.UU. proyecta un crecimiento del 35% en empleos de analistas de seguridad de la información entre 2021 y 2031, mucho más rápido que el promedio [4]. La Estrategia Nacional de Ci-

berseguridad de México: Implementada en 2017, la cual busca fortalecer las capacidades nacionales en ciberseguridad y promueve la educación y capacitación en este campo [5].

Demanda de habilidades específicas: LinkedIn reportó en 2021 que las habilidades más solicitadas incluyen gestión de riesgos, seguridad en la nube y respuesta a incidentes [6]. De acuerdo con el Foro Económico Mundial del 2023, las profesiones relacionadas con ciberseguridad se encuentran dentro de las diez profesiones con mayor demanda global, con un crecimiento esperado del 50% en los próximos cinco años

Integrar ciberseguridad en la educación superior es crucial para preparar a los futuros ingenieros en la protección de datos y activos digitales. De acuerdo con el Cybersecurity Curricula 2017, los programas educativos deben incluir componentes de seguridad desde los primeros semestres de la formación, con módulos especializados en seguridad de redes, desarrollo de software seguro, criptografía y auditoría de sistemas [7] (ACM/IEEE, 2017).

Gartner señala que más del 80% de las universidades de Estados Unidos y Europa han actualizado sus programas de TIC en los últimos dos años para incluir componentes de ciberseguridad como respuesta a la demanda de la industria y a los marcos regulatorios más estrictos [8]. (Gartner, 2023).

El desarrollo y la evolución de normas internacionales y la implementación de estrategias de protección frente a amenazas cibernéticas. Uno de los estándares más importantes es la ISO/IEC 27001[9] (ISO, 2018), que define las directrices para la gestión de la seguridad de la información. Complementariamente, el NIST Cybersecurity Framework [10] (NIST, 2018) ofrece un enfoque integral para la protección de infraestructuras críticas, utilizado en sectores como el gobierno, la salud y la banca.

En términos de evolución global, la demanda de expertos en ciberseguridad ha aumentado considerablemente en la última década. Según el informe de (ISC)² en 2022, existe una brecha de más de 3 millones de profesionales en ciberseguridad a nivel mundial, lo que subraya la necesidad urgente de programas educativos que preparen a futuros profesionales para enfrentar amenazas como malware, phishing, ransomware, y ataques de ingeniería social [11].

En el contexto de la educación superior, la integración de la ciberseguridad en los programas académicos ha tomado relevancia a nivel global. A nivel educativo, universidades como el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y la Universidad de Stanford han actualizado sus programas para incluir temas avanzados de ciberseguridad, abarcando áreas como desarrollo seguro, cifrado de datos, y gestión de riesgos. En 2023, la Universidad de California en Berkeley lanzó su programa de Máster en Ciberseguridad, en el que incorporan un enfoque interdisciplinario, integrando derechos digitales, criptografía avanzada y ciberresiliencia [12] (UC Berkeley, 2023). Además, con el incremento del uso de servicios en la nube, las universidades como Stanford y MIT han integrado cursos específicos sobre seguridad en la nube y cómo proteger datos almacenados en plataformas como AWS y Microsoft Azure [13] (Stanford, 2023).

Los marcos normativos como la ISO/IEC 27001 y el GDPR son fundamentales en ciberseguridad, ya que establecen estándares para la protección de datos y la privacidad. Herramientas como OWASP ZAP y Metasploit son ampliamente utilizadas en la educación para enseñar pruebas de penetración y análisis de vulnerabilidades.

Eventos en México como Infosecurity México y el Congreso Nacional de Ciberseguridad han subrayado la importancia de la educación en ciberseguridad para enfrentar las crecientes amenazas a infraestructuras críticas. Estos eventos han enfatizado la necesidad de formar profesionales en auditoría de sistemas, desarrollo seguro y gestión de riesgos cibernéticos, destacando la importancia de integrar estos temas en las currículas de instituciones como el TecNM.

3 Metodología

La metodología utilizada fue de carácter exploratorio, basada en una revisión documental de normativas internacionales, como la ISO/IEC 27001 y el NIST Cybersecurity Framework, además de informes industriales que destacan la creciente necesidad de formación en ciberseguridad. También se realizó un análisis comparativo de currículas en universidades internacionales como el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y la Universidad de Stanford, así como en instituciones mexicanas, incluyendo el Tecnológico de Monterrey y la Universidad Anáhuac, entre otras, que se detallan más adelante.

Además, se consideraron las conclusiones obtenidas en eventos de ciberseguridad realizados en México, como Infosecurity México y el Congreso Nacional de Ciberseguridad (CNCS), donde expertos en la materia resaltaron la importancia de contar con programas educativos actualizados en ciberseguridad con un enfoque interdisciplinario.

Como parte de las normativas se encuentran las siguientes:

ISO/IEC 27001: Es uno de los estándares más importantes a nivel internacional para la gestión de la seguridad de la información. Define los requisitos para establecer, implementar y mantener un sistema de gestión de la seguridad de la información (SGSI) que garantice la protección de los activos digitales. Su relevancia en la educación superior radica en la necesidad de que los futuros profesionales de TIC estén capacitados para implementar estos marcos normativos en las organizaciones [14] (ISO, 2018).

NIST Cybersecurity Framework: Creado por el National Institute of Standards and Technology (NIST) de EE.UU., este marco ofrece directrices para la identificación, protección, detección, respuesta y recuperación de incidentes de seguridad cibernética. Al ser ampliamente adoptado en el sector público y privado, su inclusión en la educación técnica de TIC es esencial para preparar a los estudiantes para trabajar en ambientes que requieran altos niveles de seguridad [15] (NIST, 2018).

GDPR (Reglamento General de Protección de Datos): Aunque se trata de una normativa europea, el GDPR establece directrices clave sobre la protección de datos personales y la privacidad, que son esenciales para cualquier profesional de TIC, especialmente en un contexto de globalización digital [16] (Comisión Europea, 2016).

La industria de la ciberseguridad genera informes anuales que proporcionan datos sobre las amenazas emergentes, los sectores más afectados y las estrategias de defensa más efectivas. Estos documentos no solo son valiosos para analizar tendencias globales, sino también para contextualizar las demandas de la educación técnica en México. Entre los informes destacados, se encuentran:

IBM's Cost of a Data Breach Report: El informe de 2023 resalta cómo el costo promedio de una brecha de seguridad ha alcanzado los $4.45 millones de dólares, lo que subraya la importancia de formar profesionales capacitados para prevenir y gestionar incidentes de seguridad digital [17] (IBM Security, 2023).

Cybersecurity Workforce Study de (ISC)²: Este estudio destaca la creciente brecha entre la oferta y la demanda de profesionales en ciberseguridad, con un déficit de más de 3 millones de profesionales a nivel global (ISC², 2022). Esta información refuerza la necesidad de ajustar los planes de estudio en TIC para satisfacer las demandas del mercado laboral en ciberseguridad.

Fortinet Threat Landscape Report: Este informe cubre las tendencias de amenazas en México y América Latina. Fortinet reporta un número significativo de intentos de ciberataques en México, lo que convierte al país en uno de los más vulnerables de la región. De acuerdo con el informe de 2022, México experimentó más de 156 mil millones de intentos de ciberataques, lo que refuerza la necesidad de formar profesionales capacitados para defender infraestructuras críticas (Fortinet, 2022).

En México, diversos eventos de ciberseguridad se han consolidado como plataformas clave para discutir los desafíos y avances en la protección de los activos digitales. Estos eventos han reunido a expertos de la industria, académicos y representantes del gobierno, y proporcionan una fuente valiosa de conocimiento y experiencias prácticas. Algunos de los eventos más relevantes incluyen:

Infosecurity México: Es el evento de ciberseguridad más grande de México, celebrado anualmente en la Ciudad de México. Este evento reúne a expertos internacionales y nacionales para discutir sobre las amenazas cibernéticas más recientes, las tecnologías emergentes, y las mejores prácticas para proteger la información y los sistemas críticos. En el evento de 2023, se destacó el creciente interés en la protección de infraestructuras críticas y la importancia de la formación continua de profesionales en TIC.

CNCS (Congreso Nacional de Ciberseguridad): Organizado por la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana en la Ciudad de México, este congreso ha reunido a líderes del sector público y privado para discutir la ciberseguridad en áreas como la protección de datos, la ciberdefensa y la gestión de riesgos. Expertos de instituciones como el Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI) han subrayado la necesidad de formar especialistas en ciberseguridad que entiendan el marco regulatorio local y global [17] (CNCS, 2023).

Cybersecurity Summit México: Este evento ha atraído a expertos de toda Latinoamérica y se ha centrado en la ciberseguridad empresarial y gubernamental. En la edición de 2023, se discutieron temas como la inteligencia artificial y su impacto en la ciberseguridad, además de la importancia de adoptar normativas como ISO/IEC 27001 para mejorar las estrategias de defensa en el país.

Además de los eventos mencionados, las entrevistas y la consulta con expertos en ciberseguridad que han participado en estas conferencias proporcionan una visión crítica de las necesidades del mercado laboral y las competencias que deben adquirir los futuros profesionales de TIC en México. Entre los temas discutidos con los expertos se incluyen:

La creciente importancia de ciberseguridad en la nube.

La necesidad de que los egresados de carreras en TIC posean certificaciones reconocidas internacionalmente, como CISSP o CEH, para mejorar su competitividad en el mercado.

La demanda de expertos en seguridad en infraestructuras críticas y gobernanza digital, áreas que requieren conocimientos avanzados en normativas como ISO 27001 y GDPR.

El Análisis Comparativo de Currículas incluye el estudio de los contenidos temáticos de ciberseguridad en las carreras de TIC´s. En México este sigue siendo un reto donde instituciones como el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) han implementado programas específicos de ciberseguridad, actualizando sus currículas para enfrentar los desafíos del entorno digital global.

El IPN ha introducido cursos especializados en ciberseguridad dentro de sus programas de ingeniería. Destacan asignaturas como Seguridad Informática y Criptografía, que cubren tanto los fundamentos teóricos como la implementación práctica de seguridad en redes y sistemas. Además, el IPN ha implementado laboratorios de ciberseguridad, donde los estudiantes pueden simular ataques y defensas utilizando herramientas como Kali Linux y Wireshark.

La UNAM ha integrado un programa especializado de Ciberseguridad en su Facultad de Ingeniería y la División de Educación Continua. Este programa aborda temas avanzados como la protección de infraestructuras críticas, la seguridad en la nube y el análisis forense digital. La UNAM también ofrece certificaciones en ciberseguridad, permitiendo a sus estudiantes obtener credenciales internacionales como Certified Information Systems Security Professional (CISSP).

En la UAEM, la Facultad de Ingeniería ha incorporado cursos de Seguridad de la Información y Gestión de Riesgos Tecnológicos, donde los estudiantes aprenden a implementar normativas como ISO/IEC 27001. También han comenzado a trabajar en proyectos de investigación enfocados en ciberseguridad, fomentando la creación de soluciones locales frente a las amenazas cibernéticas en el contexto mexicano.

Las instituciones privadas en México, como el Tecnológico de Monterrey (ITESM), la Universidad Anáhuac y la Universidad Iberoamericana, han implementado sólidas estrategias en ciberseguridad, enfocándose en áreas como seguridad informática, auditoría de sistemas y gestión de riesgos cibernéticos.

El ITESM ha establecido una Ingeniería en Seguridad Informática y Redes, con un enfoque práctico que incluye certificaciones reconocidas internacionalmente, como Certified Ethical Hacker (CEH) y Certified Information Systems Security Professional (CISSP). El ITESM también ofrece laboratorios especializados donde los estudiantes pueden aplicar técnicas de ciberdefensa y realizar simulaciones de ataques.

La Universidad Anáhuac ofrece programas de ciberseguridad dentro de su Facultad de Ingeniería, con asignaturas específicas como Seguridad en Sistemas de Información y Ciberseguridad y Protección de Datos. Además, la universidad ha lanzado diplomados especializados que permiten a los estudiantes adquirir conocimientos avanzados en temas de seguridad de la información y el cumplimiento normativo.

La Universidad Iberoamericana se enfoca en la gestión de riesgos cibernéticos, ofreciendo programas de posgrado en ciberseguridad que integran los aspectos normativos y operativos de la seguridad informática. La Ibero también cuenta con alianzas estratégicas con organizaciones del sector, lo que permite a sus estudiantes participar en proyectos reales de investigación y prácticas profesionales.

El análisis comparativo con instituciones educativas internacionales muestra cómo universidades de prestigio, como el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y la Universidad de Stanford, han integrado ciberseguridad de manera avanzada en sus currículos de ingeniería. Estas instituciones se destacan por ofrecer programas y certificaciones en áreas como el desarrollo seguro de software, gestión de riesgos y seguridad en la nube. Además, utilizan herramientas de última generación, como OWASP ZAP y Metasploit, y cuentan con laboratorios de ciberseguridad para simulaciones de ataques y defensas.

El MIT ha establecido una serie de programas especializados en ciberseguridad en su Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Computación. Su enfoque interdisciplinario permite que los estudiantes desarrollen competencias técnicas y de gestión, preparándolos para roles de liderazgo en la protección de infraestructuras críticas y la prevención de ciberataques. Además, el MIT ofrece certificaciones en cloud security y machine learning aplicadas a la ciberseguridad, integrando tecnología emergente en el campo.

La Universidad de Stanford ofrece un enfoque robusto en ciberseguridad a través de programas de grado y posgrado. Estos programas están diseñados para capacitar a los estudiantes en criptografía, gestión de vulnerabilidades, y análisis forense digital. Stanford también proporciona acceso a laboratorios de ciberseguridad donde los estudiantes realizan pruebas de penetración y análisis de amenazas en entornos controlados, facilitando una formación práctica en la gestión de incidentes de seguridad.

En el Reino Unido, la Universidad de Oxford ha integrado ciberseguridad en su programa de Computer Science, con un enfoque en seguridad informática aplicada y la protección de la privacidad de los datos. Oxford ha sido pionera en la investigación sobre seguridad en inteligencia artificial, integrando temas de ética digital y gobernanza de TI en sus planes de estudio. Además, colabora con empresas tecnológicas globales para proporcionar a sus estudiantes proyectos de investigación en ciberseguridad, fortaleciendo la vinculación con el mercado laboral.

Como parte de estos análisis, se revisaron todos los programas de estudio de la carrera de Ingeniería en TIC’s, los cuales no han sido actualizados en más de 10 años, afectando la inclusión de los egresados en el mercado laboral. Además de integrar temas como ciberseguridad, gobernanza digital y seguridad informática, es fundamental actualizar los contenidos, bibliografía, prácticas, competencias y estrategias didácticas, así como los objetivos, para alinearlos con las nuevas necesidades de las organizaciones y las tecnologías emergentes en el entorno global, asegurando una formación acorde con la demanda actual.

4 Resultados

En comparación con las instituciones privadas y públicas, el TecNM tiene la oportunidad de implementar programas similares, aprovechando la infraestructura de su red de campus. Basado en este análisis, se recomienda que el TecNM:

Actualice sus currículas para incluir dentro de sus asignaturas temas especializados que incluya las tecnologías emergentes y de seguridad informática la cual incluye la ciberseguridad.

Implemente laboratorios de ciberseguridad en sus campus, permitiendo a los estudiantes adquirir experiencia práctica en la protección de infraestructuras críticas.

Ofrezca certificaciones internacionales como CEH o CISSP, aumentando la competitividad de los egresados en el mercado laboral.

El análisis permitió seleccionar asignaturas dentro del plan de estudios que pudieran beneficiarse directamente de la inclusión de temas de seguridad. Entre las seleccionadas están Ingeniería de Software, Desarrollo Web, Auditoría en Tecnologías de la Información, entre otras, donde los contenidos de ciberseguridad pueden integrarse de manera natural, mejorando el perfil de egreso de los estudiantes. El análisis de currículas permitió ver cómo universidades como el MIT integran ciberseguridad en asignaturas técnicas y aplicadas, con énfasis en proyectos prácticos y casos de estudio de la vida real [11].

La ciberseguridad debe ser un eje transversal en la formación de los estudiantes de TIC, por lo que, considerando los análisis realizados, se proponen la inclusión de temas referentes a ciberseguridad y gobernanza digital. Siendo la propuesta la integración de contenidos de ciberseguridad en las siguientes asignaturas para garantizar que los egresados cuenten con competencias sólidas:

Ingeniería de Software: Se incluirán conceptos de desarrollo seguro, enfocados en identificar y mitigar vulnerabilidades desde el diseño del software (ISO/IEC 27034). Los estudiantes aprenderán a implementar prácticas de codificación segura y pruebas de penetración.

Taller de Ingeniería de Software: Prácticas sobre testing de seguridad en aplicaciones, identificación de vulnerabilidades y uso de herramientas como OWASP ZAP y Metasploit para la realización de pruebas de penetración y análisis de riesgos.

Negocios Electrónicos I y II: Aquí se abordarán temas relacionados con la protección de datos en transacciones electrónicas, implementando medidas de seguridad como encriptación y autenticación de doble factor para garantizar la integridad de la información.

Administración de Proyectos: Incluir marcos de referencia para la gestión de riesgos de ciberseguridad en proyectos tecnológicos, basados en la metodología PMBOK y COBIT.

Desarrollo Web: Implementación de prácticas de desarrollo seguro, como la protección contra ataques SQL injection y Cross-Site Scripting (XSS), asegurando que los estudiantes comprendan la importancia de la seguridad en aplicaciones web.

Desarrollo de Aplicaciones Móviles: Incluir la protección de aplicaciones móviles mediante técnicas de cifrado de datos, autenticación segura y gestión de permisos de usuario, así como asegurar la transferencia de datos sensibles.

Bases de Datos Distribuidas y Taller de Bases de Datos: Los estudiantes aprenderán a proteger bases de datos utilizando prácticas de encriptación, control de acceso y monitoreo de actividades sospechosas.

Tecnologías Inalámbricas: Se integrarán módulos sobre seguridad en redes inalámbricas, incluyendo la configuración segura de Wi-Fi y la prevención de ataques como el Man-in-the-Middle.

Sistemas Operativos I y II: Se añadirán temas sobre el refuerzo de la seguridad en sistemas operativos, con un enfoque en hardening de servidores y la implementación de políticas de seguridad a nivel de sistema.

Ingeniería del Conocimiento: El enfoque en la ciberseguridad de sistemas inteligentes, aplicando técnicas como la encriptación y la protección de datos en sistemas de inteligencia artificial.

Auditoría en Tecnologías de la Información: Esta asignatura abordará auditorías de seguridad informática, basadas en marcos normativos como ISO 27001 y GDPR, para evaluar y gestionar el cumplimiento de los estándares de seguridad.

5 Conclusiones

La inclusión de temas de ciberseguridad y gobernanza digital en la currícula de las carreras de TIC´s no es solo una necesidad académica, sino una respuesta a la creciente demanda de profesionales capacitados en este campo. De acuerdo con el Foro Económico Mundial (2023), las habilidades relacionadas con la ciberseguridad son fundamentales para la estabilidad de la economía digital. Además, la implementación de marcos internacionales de seguridad, como ISO/IEC 27001, asegura que los estudiantes estén preparados para enfrentar las amenazas emergentes en entornos corporativos y gubernamentales. Con un enfoque en la protección de activos digitales y la implementación de normativas internacionales, los egresados estarán capacitados para desempeñarse en roles clave en el ámbito de la seguridad informática y la gestión de riesgos digitales.

6 Recomendaciones Futuras

Actualización continua de los programas de estudio: Revisar y ajustar los contenidos cada 3 años para adaptarse a las nuevas amenazas y avances tecnológicos en ciberseguridad incluyendo la actualización y generación de nuevas especialidades.

Establecimiento de laboratorios de ciberseguridad: Implementar laboratorios especializados en todos los campus del TecNM para que los estudiantes practiquen pruebas de penetración y análisis forense digital, ya que en México no existes laboratorios especializados en las instituciones educativas públicas que apoyen a las organizaciones para cualquier situación referente a la Ciberseguridad y Seguridad Informática.

1 Vinculación con la industria: Desarrollar alianzas con empresas tecnológicas para facilitar prácticas profesionales y proyectos de investigación que refuercen las competencias de los estudiantes.

2 Certificaciones internacionales: Facilitar la obtención de certificaciones como CISSP o CEH para mejorar las credenciales de los egresados en el mercado global.

3 Estas recomendaciones aseguran que el TecNM siga el ritmo de las tendencias mundiales en ciberseguridad y educación tecnológica.

Referencias

[1] Cybersecurity Ventures, "Cybercrime To Cost The World $10.5 Trillion Annually By 2025," 2020. [Online]. Available: https://cybersecurityventures.com

[2] Fortinet, "Informe de Amenazas en América Latina y el Caribe," 2022. [Online]. Available: https://www.fortinet.com

[3] (ISC)², "Cybersecurity Workforce Study," 2022. [Online]. Available: https://www.isc2.org/Research/Workforce-Study

[4] U.S. Bureau of Labor Statistics, "Information Security Analysts," 2022. [Online]. Available: https://www.bls.gov

[5] Gobierno de México, "Estrategia Nacional de Ciberseguridad," 2017. [Onine]. Available: https://www.gob.mx

[6] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, "Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares." [Online]. Available: https://www.diputados.gob.mx

[7] LinkedIn, "Emerging Jobs Report," 2021. [Online]. Available: https://www.linkedin.com

[8] IDC, "Gasto en Seguridad de la Información en América Latina," 2022. [Online]. Available: https://www.idc.com

[9] International Organization for Standardization, "ISO/IEC 27001 Information security management." [Online]. Available: https://www.iso.org

[10] National Institute of Standards and Technology, "Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity," 2018. [Online]. Available: https://www.nist.gov/cyberframework

[11] Massachusetts Institute of Technology, "Cybersecurity program details," 2023. [Online]. Available: https://professional.mit.edu/programs/cybersecurity

[12] International Information System Security Certification Consortium, Inc. [(ISC)²], "Certifications." [Online]. Available: https://www.isc2.org

[13] IBM Security, "Cost of a Data Breach Report," 2021. [Online]. Available: https://www.ibm.com/security/data-breach

[14] European Union Agency for Cybersecurity (ENISA), "European Cybersecurity Skills Framework," 2020. [Online]. Available: https://www.enisa.europa.eu

[15] ACM & IEEE Computer Society, "Cybersecurity Curricula 2017," 2017. [Online]. Available: https://www.acm.org

[16] Tecnológico de Monterrey, "Ingeniería en Seguridad Informática y Redes." [Online]. Available: https://tec.mx/es

[17] Stanford University, "Cybersecurity and Cloud Security Programs," 2023. [Online]. Available: https://online.stanford.edu/courses/cybersecurity-program

[18] University of Oxford, "Computer Science with Cybersecurity," 2023. [Online]. Available: https://www.ox.ac.uk

Capítulo 24

Diseño Curricular de Ingeniería en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos para la UICUI, apoyado en el modelo curricular de la ANIEI.

Karina Balderas Pérez [1], Ana Maria Citlali Díaz Hernández [2], Gastón Valencia Miramontes[3].

[123] Universidad de Ixtlahuaca CUI, Km 1 Carretera Ixtlahuaca - Jiquipilco, Ixtlahuaca Estado de México, 50740. México.
karina.balderas@uicui.edu.mx, citlali.diaz@uicui.edu.mx, gaston.valencia@uicui.edu.mx

Resumen. La Universidad de Ixtlahuaca CUI A.C. (UICUI), busca mantenerse a la vanguardia de la educación superior en un mundo globalizado, donde la tecnología impacta todos los ámbitos de la sociedad. Para lograrlo, la Escuela Profesional de Ingeniería ha desarrollado un nuevo plan de estudios que integra conocimientos sobre Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos, basado en una investigación que incluye análisis comparativos de las demandas actuales y futuras del mercado laboral, tendencias educativas, encuestas a egresados y empleadores, así como el análisis del contexto, tomando como referencia los modelos curriculares de la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de Información (ANIEI); reconociendo la necesidad de adaptar los perfiles de egreso que actualmente se ofertan a las exigencias actuales. El plan de estudios enfatiza el desarrollo de competencias clave, habilidades y destrezas en el perfil de egreso, esperando que esta iniciativa fortalezca el posicionamiento de los egresados en el mercado laboral y contribuya al progreso social.

Palabras Clave: Inteligencia Artificial, Ciencia de Datos, ANIEI, plan de estudios, modelos curriculares, Diseño Curricular.

Abstract. The University of Ixtlahuaca CUI A.C. (UICUI) seeks to remain at the forefront of higher education in a globalized world, where technology impacts all areas of society. To achieve this, the School of Engineering has developed a new curriculum that integrates knowledge of Artificial Intelligence and Data Science, based on research that includes comparative analysis of current and future demands of the job market, educational trends, surveys of graduates and employers, as well as contextual analysis, using the curriculum models of the National Association of Institutions of Education in Information Technologies (ANIEI) as reference; recognizing the need to adapt the current graduate profiles to current demands. The curriculum emphasizes the development of key competencies, skills, and abilities in the graduate profile, expecting that this initiative will strengthen the positioning of graduates in the job market and contribute to social progress.

Keywords: Artificial Intelligence, Data Science, ANIEI, curriculum, Curriculum Design.

1 Introducción

En un mundo globalizado, marcado por la constante evolución y desarrollo tecnológico que impacta en todos los ámbitos de la sociedad, la Universidad de Ixtlahuaca CUI A.C. tiene como uno de sus principales objetivos mantenerse a la vanguardia de la educación superior; al tiempo que se adapta a las demandas del mercado laboral y, por supuesto, a las necesidades de la sociedad; es por ello que un equipo de colaboradores de la Escuela Profesional de Ingeniería ha desarrollado el diseño curricular integrando un perfil para la Licenciatura de Ingeniería en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos, a fin de ampliar la oferta académica en esta casa de estudios y responder a las necesidades entorno.

Para ello, se ha planteado el ejercicio exhaustivo de indagación e investigación, que ha permitido diseñar nuevas propuestas educativas que atiendan las necesidades en cuanto a fuerza laboral que requiere la industria y la sociedad. Este ejercicio indagatorio, permite a la Universidad de Ixtlahuaca CUI, reconocer las mejoras necesarias al proceso formativo en un campo disciplinar específico y formalizar estas intenciones en un documento general para la mejora del proceso de aprendizaje: nos referimos al plan de estudios.

En 2023, a partir de un análisis comparativo de las necesidades formativas en materia de educación en el ámbito tecnológico y con la aplicación de encuestas a egresados y empleadores, se infirió en la necesidad de presentar una propuesta de plan de estudios y retarnos a incorporar las recientes innovaciones acordes con las tendencias educativas, que respondan a las demandas del estudiantado en coincidencia con la dinámica de generación del conocimiento en el tiempo presente.

La política educativa a nivel nacional e internacional insta a gobiernos e instituciones educativas a adecuar los perfiles de egreso de sus programas educativos para alinearlos con las demandas cambiantes del mercado y la sociedad. Por ello, para identificar estas necesidades, se ha empleado un análisis comparativo que ha permitido conocer y recuperar las buenas prácticas que emplean otras instituciones educativas nacionales e internacionales para afrontar estos retos en todo el mundo, encontrando una amplia perspectiva sobre los desafíos actuales en la educación en Inteligencia Artificial (IA) y Ciencia de Datos.

La investigación realizada, revela la necesidad de incorporar los nuevos perfiles por competencias y los modelos curriculares propuestos por la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información (ANIEI) a fin proponer un nuevo plan de estudios que responda a las demandas del mercado, considerando el fortalecimiento del pensamiento crítico, la alfabetización digital, el diseño de nuevos entornos, la ética en el uso de las formas de inteligencia artificial y el procesamiento masivo de datos, por mencionar algunas.

La Universidad de Ixtlahuaca CUI no se limita a impartir conocimientos; su meta es formar graduados comprometidos y activos, capacitados para cambiar su entorno y promover el desarrollo sostenible de sus comunidades. Este nuevo plan de estudios refleja el firme compromiso de la institución con la calidad educativa y el crecimiento integral de sus estudiantes. Estamos seguros de que esta iniciativa fortalecerá el posicionamiento de nuestros egresados en el mercado laboral y será un impulso para el progreso de la sociedad en general.

2 Estado del Arte

2.1. Contextualización de la profesión.

La Ciencia de Datos, una derivación de la estadística, se enfoca en el análisis de datos grandes y complejos (Muñoz, 2021); mientras que la Inteligencia Artificial se centra en la creación de máquinas inteligentes. Ambas disciplinas han experimentado un aumento significativo en la demanda desde principios del siglo XXI. La fusión de estas áreas en una Licenciatura en Ingeniería en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos busca integrar y complementar sus conocimientos. Mientras que la Ciencia de Datos se encarga del procesamiento de datos utilizando herramientas estadísticas, la Inteligencia Artificial transforma estos datos en información útil mediante el análisis masivo de datos y la inteligencia de negocio (DataScientest, 2022).

La Universidad Iberoamericana (Camarillo, 2023) indica que la Ingeniería en Ciencia de Datos es una disciplina cuya demanda creció considerablemente a partir del año 2000; y la Ingeniería en Inteligencia Artificial también presentó más demanda, por lo que ambas carreras como ingenierías son relativamente nuevas y surgen a principios del siglo XXI.

Los primeros programas de Ingeniería en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial comenzaron a aparecer en la década del 2000, basados en los programas existentes de Ciencia de la Computación e Ingeniería de Software, pero incorporaron nuevos cursos y materias que abordaban las necesidades específicas de la Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial.

Para el año 2019, la ANIEI en su estudio sobre los nuevos perfiles profesionales en TI destacó la importancia de que las Universidades creen o rediseñen planes de estudio que consideren las tendencias más importantes en el sector de las tecnologías de información y comunicación (TIC), identificando las competencias que demanda la industria 4.0, para incorporar planes de estudio que permitan desarrollar paulatinamente dichas competencias. Como resultado de esta investigación, se perfilaron los nuevos roles profesionales que se propone sean atendidos por las instituciones educativas: Ingeniero en Datos/Ciencia de Datos, Ingeniero en Ciberseguridad/Seguridad de la Información e Ingeniero en Internet de las Cosas (Sánchez Guerrero, y otros, 2019).

Estos nuevos roles, y los propuestos por Herranz (2023): Ingeniero en Machine Learning, Desarrolladores y Arquitectos en IA, Científico de Datos o Desarrolladores de Business Intelligence; responden a la demanda de profesionales capaces de construir sistemas inteligentes, diseñando y empleando algoritmos y modelos para obtener información o patrones de comportamiento que apoyen a la toma de decisiones en tiempo real, impulsando un aprendizaje autónomo. Esta demanda de profesionales competentes da origen al perfil de Ingeniero en Ciencia de Datos, como señala (Graciana Rucci, 2022), quien destaca la importancia de estos expertos en la creación, uso e implementación de herramientas y técnicas para la recolección y análisis de datos masivos para apoyar a las organizaciones públicas y privadas en su toma de decisiones, productividad y eficiencia, en respuesta a las tendencias tecnológicas y propias de sus sectores. Por lo tanto, los Ingenieros en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos son responsables del diseño, desarrollo, implementación y mantenimiento de sistemas inteligentes que utilizan datos para resolver problemas complejos y ayudan a las empresas y a la sociedad en general, a tomar decisiones más informadas, mejorar la eficiencia, incluso a reducir costos.

Lo anterior se alinea con los hallazgos de la encuesta sobre El Futuro del Empleo (Forum, 2023), que analiza también el impacto esperado para la adopción tecnológica en el mercado laboral, la cual muestra que el Análisis de Datos (Big Data) y la Inteligencia Artificial, son dos tecnologías con el potencial para generar empleos en los próximos cinco años. Adicionalmente, el Informe de Empleos Emergentes en México (Linkedin, 2022), mostró que la profesión con mayor demanda en el sector tecnológico fue Especialista en Inteligencia Artificial. Por su parte, el análisis de la firma Talent Solutions (ManpowerGroup, 2021) confirma los 5 puestos de trabajo que serán más ofertados debido a la digitalización de los negocios, entre ellos: Analista Científico de Datos, Especialista en Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático, así como Especialista en Big Data.

La demanda de profesionales en estos campos está en aumento, como lo demuestran estudios y encuestas que resaltan la importancia de estos roles en el mercado laboral actual y futuro. Los Ingenieros en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos deben poseer habilidades técnicas sólidas, así como comprender las implicaciones éticas, legales y sociales de su trabajo. Además, necesitan dominar áreas como matemáticas, estadística, arquitectura de computadoras, redes, programación y diseño de interfaces intuitivas. Estas competencias les permiten diseñar, desarrollar e implementar sistemas inteligentes que ayuden a resolver problemas complejos y a mejorar la eficiencia en diversas áreas de las organizaciones.

2.2. Carreras afines

La Licenciatura de Ingeniería en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos surge como una respuesta a la creciente demanda de profesionales altamente capacitados en estas áreas. Este plan de estudios no solo proporciona una comprensión profunda de los principios teóricos en los que se basan las innovaciones en la materia, también brinda habilidades para la aplicación de algoritmos y técnicas para el aprendizaje automático y el análisis de grandes volúmenes de datos. En este sentido, es importante conocer aquellas carreras que han sido base para el diseño de esta nueva propuesta curricular, y que, en gran medida, son planes de estudio que presentan la afinidad más completa respecto a la propuesta curricular que se presenta.

De acuerdo con Alvarado (2023) algunas de las carreras afines al profesional de Ingeniería en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos son las siguientes:

- Ingeniería de Software: es una disciplina que se centra en el diseño, desarrollo, mantenimiento y evaluación de software. Los Ingenieros de Software utilizan sus conocimientos en matemáticas, programación, algoritmos y bases de datos para crear software que sea eficiente, confiable y seguro.
- Ingeniería en Ciencias de la Computación: es una disciplina que se centra en el estudio de la información y los algoritmos. Los científicos de la computación utilizan sus conocimientos en matemáticas, lógica, programación y teoría de la computación para resolver problemas complejos.
- Ingeniería en Ciencia de Datos: es una rama de las ciencias de la computación, que se ocupa del análisis de datos en grandes cantidades (Big Data), utilizando nuevas tecnologías de machine learning para el procesamiento de datos.
- Ingeniería en Inteligencia Artificial: este plan de estudios se centra en crear perfiles para la creación de máquinas inteligentes. Utilizan sus conocimientos en matemáticas, lógica, programación y aprendizaje automático para desarrollar sistemas que pueden aprender y adaptarse a su entorno.

- Ingeniería en Machine Learning: el aprendizaje automático es una rama de la IA que se centra en el desarrollo de algoritmos que pueden aprender de los datos sin ser explícitamente programados. Los especialistas de esta rama utilizan sus conocimientos en matemáticas, estadística y programación para desarrollar algoritmos de aprendizaje automático que pueden resolver problemas complejos.

3 Metodología

Para hacer el diseño curricular y el desarrollo del Plan de Estudios de consideraron los siguientes aspectos;

3.1. Oferta

En los últimos años, en México se ha generado una creciente demanda de profesionales especializados en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos.

Estas disciplinas están registrando un alto impacto en diversos sectores, desde la salud y la industria hasta la educación y la investigación. Ante esta necesidad imperante, universidades del país han diseñado currículos específicos para formar futuros expertos de estas áreas emergentes. A continuación, se presenta un diagnóstico de las instituciones educativas que ofertan programa similar o afín en el campo de estudio que se propone.

Instituciones Privadas que ofrecen el Plan de Estudios en México

El Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), la Universidad Iberoamericana (UIA), la Universidad Panamericana (UP) y la Universidad Tecnológica de México (UNITEC), destacan entre las universidades privadas que ofrecen los planes de estudio de: Licenciatura en Ciencia de Datos, Ingeniería en Ciencia de Datos y Matemáticas, Ingeniería en Ciencia de Datos, Ingeniería en Inteligencia Artificial e Ingeniería en Ciencia de Datos, respectivamente.

Instituciones Públicas que ofrecen el Plan de Estudios en México

En lo que concierne a las instituciones públicas, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ofrece el programa de Licenciatura en Ciencia de Datos, así como la Licenciatura en Ciencias de la Computación con énfasis en la Inteligencia Artificial. El Instituto Politécnico Nacional (IPN) ofrece el plan de estudios de Ingeniería en Inteligencia Artificial y de Licenciatura en Ciencia de Datos. Así también, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) ofrece la Licenciatura en Inteligencia Artificial.

La información, indica la importancia de ofertar estudios en el campo de la INGENIERÍA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CIENCIA DE DATOS, MODALIDAD ESCOLARIZADA, en el Estado de México, específicamente en la región norte del Estado, en el municipio de Ixtlahuaca. Debido a que la demanda de especialistas en éstas áreas está en aumento a nivel mundial, tendencia que también se refleja a nivel nacional, la región norte del Estado no debe quedar rezagada en términos de oferta educativa acorde a las necesidades y tendencias actuales del mercado laboral; pues, al ofrecer un plan de estudios enfocado en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos, se brinda a los aspirantes la oportunidad de acceder a formación de calidad sin tener que trasladarse a otras localidades fuera de la

región, lo que facilita el acceso a la educación superior y contribuye a reducir las brechas de acceso y oportunidades educativas de la población escolar del municipio y alrededores.

Además, la incorporación de este plan de estudios tendría un impacto positivo en el desarrollo económico y tecnológico de la zona norte del Estado, ya que la formación de especialistas en estas áreas impulsa la innovación y competitividad en diversos sectores industriales, lo que contribuye a la generación de oportunidades de empleo y al crecimiento económico regional. El plan de estudios 2024 de la Licenciatura en INGENIERÍA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CIENCIA DE DATOS, MODALIDAD ESCOLARIZADA es un serio esfuerzo para lograr lo anterior.

3.2. Demanda

Para la población potencial de ingreso a Licenciaturas del campo específico de formación en Tecnologías de Información y Comunicaciones, agrupamiento al que pertenece la Ingeniería en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos, en el ciclo escolar 2022-2023, en el Estado de México, 171 instituciones educativas ofertaron el plan de estudio de Licenciaturas del campo específico de formación en Tecnologías de Información y Comunicaciones; de las cuales 61 instituciones fueron del sector privado y 110 instituciones del público; lo que sugiere un interés significativo por parte de los estudiantes en adquirir formación en áreas relacionadas con la tecnología y la informática. Además, en el mismo periodo se registraron 23,928 solicitudes de nuevo ingreso a estas licenciaturas; de las cuales, 17,670 solicitudes se realizaron en la modalidad escolarizada, 5,686 solicitudes se recibieron en la modalidad mixta y 572 solicitudes de nuevo ingreso se registraron en la modalidad no escolarizada; lo que demuestra una alta demanda por parte de los estudiantes interesados en cursar programas de estudio en el campo de las TIC en el Estado de México. (ANUIES, 2020-2023).

En este contexto, la incorporación de la Licenciatura en Ingeniería en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos en el Estado de México se presenta como una medida necesaria para responder a la alta demanda de formación en áreas especializadas de las TIC. Este programa de estudios no solo contribuirá a cubrir las necesidades educativas de los estudiantes interesados en este campo, sino que también proporcionará las habilidades y conocimientos necesarios para impulsar el desarrollo tecnológico y económico de la región. Además, al ofrecer una formación especializada en áreas emergentes como la Inteligencia Artificial y la Ciencia de Datos, se preparará a los estudiantes para acceder a oportunidades laborales en sectores clave de la economía digital, contribuyendo así al crecimiento y la competitividad del Estado de México en el contexto nacional e internacional. (ANUIES, 2020-2023)

3.3. Cobertura

En el Estado de México, la educación superior ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, reflejando el creciente interés de la población en obtener una formación universitaria. En particular, las licenciaturas en el campo de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones han ganado relevancia debido a la demanda creciente de profesionales capacitados en este sector en constante evolución. En 2020, el Estado de México reporta un egreso de la licenciatura de 2.1 M personas o 17% del total de la población de 15 años y más, dato que se traduce en una demanda potencial de los servicios de

educación en el nivel superior, específicamente en los estudios de Licenciatura. (Secretaría de Economía, 2023).

A pesar de los avances realizados, aún existen desafíos en términos de acceso y equidad en la educación superior en el Estado de México, especialmente en lo que respecta a la oferta de programas especializados en TIC como lo es la licenciatura en Ingeniería en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos. Es fundamental trabajar en la expansión de la cobertura educativa y en la mejora de la calidad de la enseñanza en este campo, para garantizar que los aspirantes del nivel educativo tengan la oportunidad de acceder a una formación de calidad que los prepare para los desafíos del mundo digital, y contribuya al desarrollo económico y social de la región.

3.4. Proyecto Educativo de la UICUI

La Universidad de Ixtlahuaca CUI, aplica los principios humanistas y constructivistas para la formación de bachilleres, profesionales y posgraduados.

El centro del Modelo Educativo es el estudiante en su totalidad, ubicando y considerando su intelecto, valores, razón, emociones, afecto, aptitudes, actitudes y habilidades, desde una visión holística y multidimensional como ser humano. Su logro requiere del compromiso fundamental de nuestra

Universidad al ofrecer el acompañamiento diferenciado y experiencias formativas para cada etapa de su trayectoria, desde su ingreso hasta la culminación exitosa de un programa académico. De tal manera que el estudiante es el actor principal del proceso educativo, al participar en la construcción de su aprendizaje y en su desarrollo integral (tal cual se expresa en nuestro Proyecto Educativo Institucional), de forma activa y responsable, dentro y fuera del aula, al tiempo que el docente facilita que se desarrolle el conocimiento.

Recuperado de, Universidad de Ixtlahuaca CUI,
https://newsite2018.uicui.edu.mx/index.php/inicio/proyecto-educativo

4 Resultados

Derivado de la investigación realizada se presenta la siguiente propuesta que forma parte del diseño curricular:

4.1. Objetivo General del Plan de Estudios.

Desarrollar cuadros profesionales de Ingeniería en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos con sólidos fundamentos teóricos y habilidades prácticas, capacitados para diseñar, implementar y optimizar soluciones innovadoras en diversos campos, promoviendo la ética y la responsabilidad social en el uso de tecnologías emergentes, para abordar los desafíos globales y contribuir al avance científico y tecnológico de la sociedad.

4.2. Perfil de Ingreso

El perfil de ingreso para el Ingeniero en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos, busca estudiantes con una combinación de habilidades técnicas, conocimientos previos y características personales que indiquen una afinidad natural con la tecnología y la resolución de problemas en las organizaciones.

Habilidades:

1. Apto para entender y aplicar conceptos matemáticos, ya que implica análisis y resolución de problemas matemáticos.
2. Capaz para analizar problemas de manera lógica y descomponerlos en componentes manejables, con el fin de aprender lenguajes de programación.
3. Conocedor de conceptos básicos en ofimática, sistemas operativos y fundamentos de programación.
4. Curioso, intelectual y con disposición para aprender de manera autodidacta, ya que la tecnología evoluciona constantemente.
5. Hábil en comunicación efectiva, ya que deben explicar conceptos técnicos de manera clara a las personas.

Actitudes y Valores:

1. Ser apto para abordar problemas complejos y encontrar soluciones efectivas y eficientes.
2. Resiliente frente a desafíos y disposición para adaptarse a nuevas tecnologías y métodos.
3. Comprometido con estándares éticos en el manejo de datos y en la creación de soluciones informáticas.

4.3. Perfil de Egresado

El egresado de Ingeniería en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos será un profesional experto en proponer soluciones innovadoras a las organizaciones al desarrollar, implementar y aplicar algoritmos, modelos y metodologías de Inteligencia Artificial, a través del aprendizaje automático, automatización inteligente, tecnologías emergentes y cómputo en la nube que garanticen óptimos niveles de servicio para el tratamiento, análisis y evaluación de almacenes de datos con fines de interpretación descriptiva y predictiva.

El egresado tendrá que:

Contar con los siguientes conocimientos distintivos:

1 En cuanto a la aplicación y análisis de métricas financieras para definir la viabilidad económica de los proyectos.
2 En lo concerniente a la comprensión matemática y estadística en la aplicación de algoritmos inteligentes para el análisis descriptivo y predictivo de los almacenes de datos.
3 En relación a las tecnologías y métodos para comprender el funcionamiento de los sistemas digitales y electrónicos para integrar plataformas de arquitectura de hardware y tecnologías de la información.
4 Acerca del reconocimiento y operación de hardware relacionado a sistemas embebidos basado en arquitecturas de computadoras para el manejo y procesamiento de datos e información digital.
5 Sobre la comprensión, análisis y modelado de diversas métricas de desempeño en los sistemas de información, en relación con la infraestructura.
6 En torno a los diferentes enfoques de programación entre los que destacan: programación estructurada, por objetos y eventos, lógica o inferencial y patrones de voz.
7 En cuanto a las metodologías para la gestión de datos masivos para la toma de decisiones con enfoque en la inteligencia de negocios.

En relación al desarrollo de sistemas de información basados en inteligencia artificial para el autoaprendizaje, el control predicativo y reconfiguración de modelos de algoritmos de control. Las siguientes habilidades y destrezas:

1 Experto en la administración de proyectos de implementación tecnológica con el uso de metodologías de gestión y buenas prácticas de tecnologías de información.
2 Competente en la aplicación de metodologías de gestión de procesos de negocio alineadas de forma estratégica para generar propuestas de solución a problemáticas organizacionales.
3 Egresado capaz de proponer mecanismos y técnicas para el análisis del desempeño de la infraestructura tecnológica a fin de optimizar el rendimiento de las telecomunicaciones.
4 Apto para utilizar mecanismos de aseguramiento de la información y de redes garantizando los servicios de seguridad dentro y fuera de las organizaciones.
5 Hábil en la configuración de redes públicas y privadas aplicando buenas prácticas de administración para garantizar criterios de calidad en el servicio.
6 Crítico en la aplicación de métodos y técnicas de análisis y diseño de sistemas de información, así como en la configuración de ambientes de servicios de cómputo.
7 Creativo e innovador de modelos de negocio electrónicos alineados a las tendencias emergentes y/o disruptivas.
8 Competente en el uso de instrumentos, actuadores y equipos para proponer soluciones a procesos de Inteligencia Artificial para adquisición, procesamiento y análisis de datos.
9 Operador de técnicas de ciencia de datos para el tratamiento de altos volúmenes de información para el uso y la gestión.
10 Calificado en el uso de herramientas tecnológicas para el análisis y procesamiento de datos.
11 Especialista en la operación de aplicaciones avanzadas que implican procesamiento de

lenguaje natural y visión por computadora integrándose en soluciones tecnológicas que respondan a las necesidades actuales de las organizaciones.

12 Capaz de desarrollar entornos y algoritmos inteligentes de predicción, reconfiguración y procesamiento basados en Inteligencia Artificial enfocada a la ciencia de datos.
Experto en el uso de herramientas para la adquisición, tratamiento y análisis de información a través de la Inteligencia Artificial para interactuar con su entorno proponiendo soluciones innovadoras a problemáticas del procesamiento de datos.

Y muestre, en el ejercicio profesional, las siguientes actitudes:

1 Valoración de las implicaciones de la ética en la construcción y uso de las herramientas de inteligencia artificial en entornos virtuales y naturales.

2 Espíritu emprendedor en servicios especializados e innovadores desarrollando soluciones en el ámbito tecnológico y vanguardista que promuevan una transformación positiva orientada a la construcción de una comunidad que fomente el trabajo decente, la salud y el bienestar del ser.

3 Liderazgo influyente, aspiracional y reflexivo que promueve el crecimiento económico de su entorno en pro de una vida satisfactoria.

4 Sensibilidad en la toma decisiones estratégicas orientado a la mejora continua en las organizaciones, con conciencia crítica basado en el conocimiento de su entorno, desarrollando soluciones tecnológicas para la industria e infraestructura.

5 Fomento de la convivencia entre personas a través de la comunicación oral y escrita tanto en español como en inglés.

6 Promoción de la cultura de paz y la educación de calidad en su entorno, desarrollando su esfera humana y contribuyendo con su comunidad.

7 Sentido ético y comprometido con la responsabilidad social, la dignidad humana y los derechos humanos desde el ejercicio de su profesión: encauzado a la igualdad de oportunidades y la justicia.

8 Instinto nato en la comprensión de patrones que anticipan posibles explicaciones y/o soluciones a los problemas industriales, tecnológicos y operativos incentivando alianzas estratégicas en beneficio de las organizaciones.

9 Trabajo colaborativo e integrado a equipos multidisciplinarios que colaboran de forma activa en la consecución de objetivos comunes.

4.4. Propuesta curricular

Para el desarrollo del perfil profesiográfico se ha tomado como referencia los nuevos perfiles profesionales por competencias propuestos por el ANIEI, en específico el perfil de Ingeniero en Datos y las 13 competencias específicas que plantea, las cuales han sido integradas en el perfil de egreso y en las unidades de aprendizaje que conforman el plan de estudios de esta propuesta curricular.

El Plan de Estudios 2024 de la Licenciatura en Ingeniería en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos, es un programa flexible (núcleo obligatorio y núcleo optativo) de estudios profesionales integrado de nueve ciclos, con una organización curricular semestral y de cuatro años, un semestre. Con una duración de 21 semanas efectivas de clase, se considera una carga horaria semanal promedio de treinta y seis horas con mediación docente y la

proyección de las actividades de estudio independiente presenta variantes en función de la naturaleza de cada asignatura. Su distribución puede ser verificada en el mapa curricular y responde a la asignación de carga horaria y crediticia indicada por la normativa.

En total, el Plan de Estudios 2024 de la Licenciatura en Ingeniería en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos, modalidad escolarizada, considera una carga horaria bajo conducción docente de 6,615 horas; una carga horaria de manera independiente de 5260.5 horas; y, una carga de 747 créditos totales. Las cantidades globales indicadas, consideran la suma de carga horaria y crediticia de asignaturas obligatorias y optativas.

4.5. Matriz de unidades de perfil

Para la ponderación de los temas de estudio de acuerdo a las áreas de conocimiento establecidas por ANIEI, se ha realizado el cálculo con respecto al perfil E. Ciencia de Datos, los cuales se observan en la tabla 1.

PONDERACIÓN POR ÁREA - PERFIL E					
N.P.	Área del conocimiento	Suma Horas	Propuesta curricular	ANIEI	Diferencia
1	Entorno Social	588	9.76	10	0.24
2	Matemáticas	1386	23.00	25	2.00
3	Arquitectura de Computadoras	273	4.53	5	0.47
4	Redes	336	5.57	5	-0.57
5	Programación e Ingeniería de Software	1449	24.04	20	-4.04
6	Software de Base	315	5.23	5	-0.23
7	Tratamiento de Información	1134	18.82	20	1.18
8	Interacción Hombre - Máquina	546	9.06	10	0.94
	TOTALES	6027	100.00	100	

Tabla 1. Ponderación por Área de Conocimiento – Perfil E

5 Conclusiones

La demanda de profesionistas especializados en área específicas de la informática y computación como son la Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos requiere que las organizaciones e instituciones educativas nacionales trabajen en nuevos diseños curriculares que respondan a las necesidades del mercado laboral y del entorno.

Si bien se han realizado propuestas sobre ello es necesario seguir trabajando en ello, ya que se observa la necesidad de un perfil profesional orientado a la Inteligencia Artificial en los perfiles profesionales propuestos por la ANIEI, e incluso la valorar el desarrollo de perfiles híbridos como es el caso de esta propuesta, la cual busca satisfacer la necesidad de profesionistas competentes en estos ámbitos.

También se ha observado que en nuestro contexto son contados los especialistas en el área, lo cual lleva a reflexionar sobre la imperiosa necesidad de la formación continua y es-

pecialización del personal docente que colabora en la institución a fin de poder hacer frente a la nueva dinámica que implica la operación del plan de estudios propuestos.

Otro reto es la infraestructura necesaria para el desarrollo de los contenidos de cada unidad de aprendizaje que conforman el plan de estudios (que si bien la Universidad de Ixtlahuaca CUI se ha comprometido con su adquisición), desde la perspectiva de física, técnica y tecnológica se ha requerido de una adecuación de espacios y será necesaria la formación y capacitación del personal técnico y docente sobre el dominio en su aplicación y uso.

Finalmente durante el desarrollo de los contenidos temáticos de las unidades de aprendizaje fue posible plasmar tópicos que infieren el conocimiento de ambas áreas de estudio, lo cual ha representado un reto ya que buscamos cubrir las necesidades de formación disciplinar necesarias para cumplir con el perfil de egreso; el trabajo y colaboración de las academias fue imperioso para detallar el mapa curricular, carga horaria y contenidos; compartiendo puntos de vista y llevando a una detección de necesidades desde la perspectiva docente, dando como resultado un plan de estudios actualizado, innovador, de vanguardista con un enfoque empresarial hacia el tratamiento de la información.

Referencias

[1] Alvarado, L. (2023). Carreras para trabajar con inteligencia artificial. *Poliverso*. Obtenido de https://www.poli.edu.co/blog/poliverso/carreras-trabajar-inteligencia-artificial

[2] ANUIES. (2020). *Anuario estadístico de educación superior.* (Vols. Ciclo escolar 2018-2019). Obtenido de http://www.anuies.mx/gestor/data/personal/anuies05/anuario/Anuario_E ducacion_Superior_2018-2019.zip

[3] ANUIES. (2021). *Anuario estadístico de educación superior* (Vols. Ciclo escolar 2018-2019). Obtenido de http://www.anuies.mx/gestor/data/personal/anuies05/anuario/Anuario_E ducacion_Superior_2019-2020.zip

[4] ANUIES. (2022). *Anuario estadístico de educación superior* (Vols. Ciclo escolar 2018-2019). Obtenido de http://www.anuies.mx/gestor/data/personal/anuies05/anuario/Anuario_E ducacion_Superior_2019-2020.zip

[5] ANUIES. (2023). *Anuario estadístico de educación superior* (Vols. Ciclo escolar 2018-2019). Obtenido de http://www.anuies.mx/gestor/data/personal/anuies05/anuario/Anuario_E ducacion_Superior_2019-2020.zip

[6] Camarillo, L. H. (2023). La IBERO inaugura su Ingeniería en Ciencia de Datos. *Comunicación Institucional de la Universidad Iberoamericana Ciudad de México*.

[7] Carrera, S. (2012). *Las Nuevas Tecnologías de Información y el cambio necesario en la administración Pública en México.* Obtenido de https://infotec.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1027/259/1/P%C3%A1ginas-SCRP-Una%20agenda%20digital%2C%20telecomunicaciones%20y%20TI%2 0en%20M%C3%A9xico.pdf

[8] DataScientest. (2022). Inteligencia Artificial: definición, historia, usos, peligros. *DataScientest*. Obtenido de https://datascientest.com/es/inteligencia-artificial-definicion

[9] Forum, W. E. (2023). *Future of Jobs Report 2023.* World Economic Forum. Obtenido de https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/

[10] Graciana Rucci, L. E. (2022). La ciencia de datos: ¿qué nos puede decir sobre la demanda de habilidades en el mercado de trabajo? *Factor Trabajo*. Obtenido de https://blogs.iadb.org/trabajo/es/la-ciencia-de-datos-que-nos-puede-decir-sobre-la-demanda-de-habilidades-en-el-mercado-de-trabajo/

[11] Herranz, F. (2023). Los 12 perfiles de Big Data e Inteligencia Artificial que más demanda la industria 4.0. Industry Talks. Obtenido de https://industrytalks.es/los-12-perfiles-big-data-e-ia-que-mas-demanda-la-industria-4-0/

[12] Linkedin. (2022). Informe de Empleos Emergentes en México. Obtenido de https://es.linkedin.com/pulse/los-puestos-de-trabajo-tecnol%C3%B3gicos-mayor-demanda-velarde-pelayo

[13] ManpowerGroup. (2021). Talent Solutions. Obtenido de https://blog.manpowergroup.com.mx/crece-la-demanda-de-habilidades-tecnologicas-en-mexico

[14] Muñoz, R. S. (2021). El origen y evolución de la Ciencia de Datos (Data Science). *Fundación para la Investigación Social Avanzada*.Obtenido de https://isdfundacion.org/2021/07/02/el-origen-y-evolucion-de-la-ciencia-de-datos-data-science/

[15] Sánchez Guerrero, L., Lira Cortés, J., Rodríguez Abitia, G., Aguas García, N., García Gaona, A., & Álvarez Rodríguez, F. (2019). Nuevos perfiles profesionales en TI: caso ANIEI. *Twenty-fifth Americas Conference on Information Systems*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Guillermo-Rodriguez-Abitia/publication/335568502_Nuevos_perfiles_profesionales_en_TI_caso_ANIEI-New_professional_profiles_in_IT_case_of_ANIEI_-_Emergent_Research_Forum_ERF_paper/links/5d6d8e4e45851508860973 f7/Nuevos-perfiles-profesionales-en-TI-caso-ANIEI-New-professional-profiles-in-IT-case-of-ANIEI-Emergent-Research-Forum-ERF-paper.pdf

[16] Secretaría de Economía (2023). Data México. Educación y empleo. Obtenido de https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/mexico#edu cation-and-employment

Capítulo 25

Estrategias de divulgación del programa de Ciencias Computacionales de UABC

Alma Rocío Cabazos Marín, Juan C Tapia Mercado, Eloísa García Canseco, Adrián Enciso Almanza, José Ángel González Fraga

Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Transpeninsular Ensenada-Tijuana No. 3917, Colonia Playitas,

Ensenada, B.C., México arocio@uabc.edu.mx, juan@uabc.edu.mx, eloisa.garcia@uabc.edu.mx, aenciso@uabc.edu.mx, angel_fraga@uabc.edu.mx,

Resumen. En este trabajo se presentan diferentes estrategias para la promoción del programa educativo de ciencias computacionales de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). La promoción no solo se enfoca en la formación académica, sino también en la divulgación científica, con iniciativas como la Semana de Ciencias, talleres interactivos y participación en eventos nacionales. Se promueve especialmente la participación de niños y jóvenes, buscando inspirar vocaciones científicas. La metodología incluye actividades lúdicas y presenciales, como juegos lógicos y talleres de programación, así como la utilización de herramientas tecnológicas actuales. Además, se fomenta la difusión mediante medios como el podcast "Hablemos de Ciencias". Estas iniciativas buscan no solo transmitir conocimiento, sino también cambiar la percepción hacia la ciencia, demostrando su relevancia y entretenimiento.

Palabras clave: Ciencias Computacionales, Divulgación de la Ciencia, Semana de Ciencias.

1 Introducción

El programa educativo Licenciatura en Ciencias Computacionales inicia su operación en 1986 en la Facultad de Ciencias, siendo uno de los primeros programas de computación en la Universidad Autónoma de Baja California. Las ciencias computacionales constituyen una disciplina que cambia y evoluciona vertiginosamente, donde la sociedad es cada vez más dependiente de estas tecnologías. Esto se ve y se vive diariamente en el uso del correo, el comercio electrónico, los bancos de datos de área mundial o Big Data, en la utilización de nuevos medios para poder realizar la educación a distancia, en la aplicación de eficientes algoritmos para visualización de estructuras moleculares complejas, o en el desciframiento del código genético humano, la inteligencia artificial, por mencionar solamente algunas de las actividades ligadas a las ciencias de la computación [1].

La educación superior enfrenta el desafío de innovar en respuesta a la Cuarta Revolución Industrial. Los estudiantes necesitan habilidades avanzadas, creatividad y la capacidad de resolver problemas con tecnologías emergentes. El Programa de Ciencias Computacionales promueve ideas educativas innovadoras, facilita el aprendizaje continuo y forma individuos éticos, conscientes del medio ambiente y comprometidos con su comunidad.

2 Metodología

Las actividades de divulgación en ciencias computacionales forman parte del programa de difusión y divulgación de la ciencia y la tecnología de la Facultad de Ciencias de la UABC. El programa busca consolidar la apropiación de la ciencia, tecnología e innovación en la sociedad bajacaliforniana, con especial énfasis en niñas, niños y jóvenes, para inspirar vocaciones científicas a través de comunidades interactivas. Las comunidades interactivas permiten que los estudiantes se apropien del conocimiento, lo compartan con sus pares y familiares, fortaleciendo la sociabilidad y los lazos familiares. Estas actividades, presentadas de manera lúdica, no solo potencian habilidades y optimizan el aprendizaje, sino que también desafían la idea de que la ciencia es inaccesible o aburrida. El objetivo es cambiar esta percepción, demostrando que la ciencia es relevante, útil y, de hecho, entretenida.

El lenguaje en los espacios presenciales da lugar al contacto humano no solo por medio de palabras sino también por las expresiones corporales, expresadas a través de gestos, posturas o movimientos [2]. El aprendizaje en escenarios presenciales crea las condiciones necesarias para una sana convivencia. La falta de contacto social y las desigualdades en el uso de TIC experimentadas en el confinamiento por la pandemia del COVID 19 son el principal motivo para trabajar la difusión y la divulgación, donde se propicie motivar al estudiante a acercarse a la ciencia y la tecnología, particularmente hacia la experimentación, mediante la dinámica de aprendizaje por medio de talleres y demostraciones científicas.

La metodología utilizada para la promoción del programa educativo de Ciencias Computacionales se basa en diversas actividades utilizando talleres y demostraciones interactivas realizadas tanto dentro como fuera de la institución.

3 Actividades realizadas

3.1. La semana de ciencias

La Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) ha liderado la difusión y divulgación científica por más de cuatro décadas. Un destacado ejemplo es la Semana de Ciencias, un evento anual dirigido a todo público, abarcando todos los sectores y niveles educativos de la sociedad. Su objetivo es comunicar la relevancia de la investigación que se realiza en nuestra institución. A través de los trabajos presentados, se resalta la ciencia como motor del desarrollo tecnológico, enfatizando su potencial en la producción de bienes y servicios para la comunidad. En la semana de ciencias se promueve una dinámica de aprendizaje activa, involucrando a alumnos y profesores de diversos programas educativos, en donde se ofrecen obras de teatro, tanto guiñol como científicas, y senderos interpretativos en el campus. Las visitas guiadas a laboratorios, demostraciones científicas y capacitaciones a profesores que enriquecen este proceso. En promedio se reciben alrededor de 15,000 estudiantes de la región.

3.2. Cuerpo Académico de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias

En el año 2022, el cuerpo académico de enseñanza y divulgación de las ciencias responde a la convocatoria emitida por la Sociedad Mexicana de Física (SMF) en la cual invita a participar divulgadores, profesores, investigadores y estudiantes que quieran dar a conocer temas de ciencia y tecnología, de actualidad o interés, para el público no especializado, in-

teresados en unir esfuerzos para promover el acceso universal al conocimiento, a participar en las Jornadas Nacionales de Física (JNF).

La participación implica realizar actividades de comunicación pública de la ciencia y tecnología mediante comunidades interactivas presenciales o digitales que permitan explotar con éxito nuevas ideas educativas, así como facilitar el aprendizaje a lo largo de la vida y la formación de personas capaces de pensar e interactuar de manera responsable, con valores, ética, conscientes del medio ambiente y solidarios con su comunidad.

La participación del cuerpo académico de enseñanza y divulgación de las ciencias consiste en visitar escuelas de educación básica y media superior de forma bimestral para realizar actividades para promover el programa de ciencias computaciones. Algunas de las actividades que se realizan son las siguientes:

3.2.1. Juegos lógicos

En la figura 1 se muestra una serie de juegos populares en los cuales interviene la resolución lógica de problemas, por ejemplo: cubo Rubik, torres de Hanoi, rompecabezas dimensionales, resolución de grafos utilizados en las actividades para cultivar el razonamiento lógico. En estos se plantean retos a los estudiantes que van desde resoluciones básicas hasta avanzadas, permitiendo que descubran los algoritmos y heurísticas de resolución apropiadas para cada tipo de problema.

Fig. 1. Juguetes utilizados para las actividades de juegos lógicos.

3.2.2. Presentación de Legos Mindstorms

A través de visitas a escuelas de diversos niveles educativos, el proyecto “Legos como herramienta de aprendizaje” permite introducir a los estudiantes en el mundo de los algoritmos, el pensamiento computacional y la construcción de robots.

Los estudiantes tienen la oportunidad de aprender sobre los componentes de los Mindstorms, incluyendo motores, y diversos sensores para interactuar. Al entender cómo funcionan estos componentes, los estudiantes pueden interactuar con algunos proyectos de forma lúdica. Un ejemplo destacado es un vehículo controlado por Bluetooth con un control remoto de PlayStation, programado en Python. Este proyecto demuestra cómo se pueden combinar diferentes tecnologías para crear algo nuevo y emocionante, figura 2.

Un proyecto que ha captado la atención de los estudiantes es el robot que arma y soluciona el cubo de Rubik. Este robot no sólo resuelve el cubo de Rubik de manera eficiente, sino que también permite a los estudiantes competir contra él, añadiendo un elemento de diversión y emoción al aprendizaje.

Estos y otros ejemplos demuestran la versatilidad de los Legos como herramienta de aprendizaje. No sólo permiten a los estudiantes aprender sobre ciencia y tecnología, sino que también les dan la oportunidad de ser creativos, resolver problemas y pensar de manera crítica.

Fig. 2. Robots Lego.

3.3. Programa de servicio social “Aprende Ciencias de la Computación Jugando”

El programa de servicio social “Aprende Ciencias de la Computación Jugando” [3], financiado anualmente desde 2016 por la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Servicio Social de la UABC. Este programa busca introducir a estudiantes de educación básica y media superior en los fundamentos de las ciencias de la computación a través de talleres didácticos y lúdicos, con una participación activa de estudiantes universitarios como prestadores de servicio social. Las actividades anuales del programa se dividen en dos áreas:

3.3.1. Actividades desconectadas

Son aquellas que no requieren el uso de equipos de cómputo [4]. Incluyen la enseñanza de números binarios y su aplicación en ciencias computacionales, así como juegos de mesa que introducen las instrucciones básicas de programación.

3.3.2. Enseñanza de la programación

La figura 3 muestra algunas herramientas que se emplean como Scratch y OMIBOT para los estudiantes de los primeros años de primaria, así como plataformas didácticas como Makey Makey y Sphero para demostrar cómo la programación se conecta con el mundo real mediante actividades que incluyen circuitos programables y robots. Para los estudiantes de secundaria y últimos años de primaria, se utilizan Karel el Robot, mientras que, en el nivel de preparatoria, los talleres incluyen desarrollo del pensamiento computacional y programación en lenguaje C++.

Fig. 3. Actividades del proyecto aprende ciencias de la computación jugando.

3.4. Concursos

También se impulsan concursos, preparación para la Olimpiada Mexicana de Informática [5], organización de congresos y realización de conferencias mensuales a estudiantes de preparatoria. Todas estas iniciativas buscan captar la atención de los estudiantes y facilitar el aprendizaje lúdico de conceptos abstractos. Estos eventos no sólo despiertan la curiosidad de los jóvenes en ciencia y tecnología, sino que también promueven estas áreas como opciones profesionales.

3.5. Hablemos de Ciencias, Podcast UABC Radio

Hablemos de Ciencias es un programa de difusión y divulgación científica de la Facultad de Ciencias de la UABC del campus Ensenada [6]. Es un proyecto que inicia en 2021 con el objetivo de dar a conocer a la comunidad bajacaliforniana los trabajos de investigación que realizan los docentes en temas relevantes en las áreas de: Biología, Matemáticas, Física, Ciencias Computacionales, así como temas multidisciplinarios que manejan las ciencias aplicadas.

4 Resultados

El cuerpo académico enseñanza y divulgación de las ciencias, en su participación en las Jornadas Nacionales de Divulgación, ha realizado talleres y demostraciones científicas en 18 escuelas desde jardín de niños hasta escuelas preparatorias de la región, incluyendo público en general.

Además, desde el regreso a las actividades presenciales se han atendido 20 escuelas del estado.

La semana de ciencias se diversificó, incluyendo actividades en línea durante la pandemia del COVID-19 para llegar a convertirse en una Ciber Semana de Ciencias.

Cada miércoles se presenta un Podcast en el programa de radio UABC. Algunos de los temas comentados son los siguientes: Envejecimiento activo con apoyo de las TIC, Minería de Datos pt.2, Chats de Inteligencia Artificial, Neurociencia cognitiva aplicada a la

robótica, Machine Learning, Procesamiento del lenguaje natural en el área de Inteligencia artificial, lenguajes de programación, Computación Visual, etcétera. Hasta el momento se han realizado 150 podcast.

5 Conclusiones

El programa educativo de Ciencias Computacionales de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) ha implementado diversas estrategias efectivas para su promoción y difusión. A través de la Semana de Ciencias, talleres interactivos, concursos y el uso de medios tecnológicos como el podcast "Hablemos de Ciencias", se ha logrado no solo transmitir conocimientos académicos, sino también fomentar el interés y la curiosidad en la ciencia y la tecnología entre niños y jóvenes. Las actividades lúdicas y prácticas, como los juegos lógicos y los talleres de programación, han demostrado ser herramientas valiosas para hacer la ciencia accesible y atractiva. Estos esfuerzos no solo contribuyen al aprendizaje y desarrollo de habilidades tecnológicas, sino que también cambian la percepción de la ciencia, mostrándola como relevante y entretenida. La participación del cuerpo académico en eventos nacionales y la implementación de proyectos de servicio social subrayan el compromiso de la UABC con la formación de individuos éticos y conscientes de su entorno, preparados para los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial. Estas iniciativas integrales no solo potencian la educación en ciencias computacionales, sino que también inspiran vocaciones científicas y fortalecen la comunidad educativa en Baja California.

Referencias

[1] Programa Educativo de Ciencias Computacionales 2017-2 de la UABC.

[2] Aguilar F. Del aprendizaje en escenarios presenciales al aprendizaje virtual en tiempos de pandemia. Estudios Pedagógicos, vol.46 no.3 Valdivia 2020.

[3] Garc ía-Canseco, E., García, F. J., Almanza, A. E., Sarabia, A. G., & Fraga, J. A. G., Luna-Hernández, V. Aprende ciencias de la computación jugando: experiencias y resultados de un proyecto de servicio social en Baja California. Pensamiento Computacional en México, 73. 2021.

[4] Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., & Grimley, M. Computer science unplugged: School students doing real computing without computers. New Zealand Journal of applied computing and information technology, 13(1), 20-29. 2009.

[5] Olimpiada Mexicana de Informática. URL http://www.olimpiadadeinformatica.org.mx.

[6] Podcast Hablemos de Ciencias. URL Hablemos de Ciencias | UABC Radio.

Capítulo 26

Desafíos de las Estudiantes en los PE de la Facultad de Telemática

Sara Sandoval Carrillo[1], Margarita Glenda Mayoral Baldivia[2], Alejandra Guadalupe Cortés López[3], Laura Daniela Velador Jiménez[4], Jessica Judith Rojas Torres[5]

[1]Universidad de Colima, sary@ucol.mx.

[2]Universidad de Colima, mglenda@ucol.mx.

[3]Universidad de Colima, acortes_lopez@ucol.mx.

[4]Universidad de Colima, lvelador@ucol.mx.

[5]Universidad de Colima, jrojas5@ucol.mx.

Resumen. En la Facultad de Telemática de la Universidad de Colima, se evidencia una marcada disparidad de género en el aprovechamiento y uso de la tecnología entre hombres y mujeres. Esta brecha puede tener un impacto significativo en la participación de las mujeres en el proceso de aprendizaje y colaboración en proyectos académicos. La falta de igualdad en el acceso y la utilización de la tecnología puede limitar las oportunidades en desarrollo profesional y académico de las mujeres en este campo. Se aplicó una encuesta para identificar la situación que enfrentan las alumnas al compartir las aulas con un número mayor de hombres a diferencia de otras disciplinas. Las mujeres, aunque representan una proporción significativa de la población estudiantil en la Facultad de Telemática, enfrentan desafíos particulares en su interacción con la tecnología, desde la elección de programas de estudio hasta la colaboración en proyectos académicos. Las mujeres enfrentan obstáculos que limitan su pleno aprovechamiento de los recursos tecnológicos disponibles; estos obstáculos incluyen desde estereotipos de género arraigados hasta una falta de acceso igualitario a recursos y oportunidades.

Palabras clave: Tecnologías, Participación, Equidad de Género, Estereotipos, Recursos.

Abstract, At the Faculty of Telematics of the University of Colima, there is a marked gender disparity in the use and uptake of technology between men and women. This gap can significantly impact women's participation in the learning process and collaboration academic projects. The lack of equality in access to and use of technology can limit women's opportunities for professional and academic development in this field. Women, although representing a significant proportion of the student body at the Faculty of Telematics, face particular challenges in their interaction with technology, from choosing study programs to collaborating on academic projects. Women face obstacles that hinder their full utilization of available technological resources; these obstacles range from entrenched gender stereotypes to unequal access to resources and opportunities.

Keywords: Technology, Participation, Gender Equity, Stereotypes, Resources.

1 Introducción.

El objetivo general es identificar los desafíos que enfrentan las mujeres en los programas educativos de la Facultad de Telemática de la Universidad de Colima. En la Facultad de Telemática actualmente se ofertan dos programas educativos (PE): Ingeniería de Software e Ingeniería en Tecnologías del Internet, con una población total de 606 estudiantes, de los cuales 484 son hombres y 122 son mujeres; en la Ingeniería de Software 84 son mujeres y 309 hombres; en la Ingeniería en Tecnologías del Internet 38 son mujeres y 175 hombres. [1]. Debido a estos datos resultó interesante identificar los desafíos de las mujeres quienes decidieron cursar este tipo de programas. Para ello, se analizarán las experiencias y necesidades de las mujeres en su proceso de aprendizaje, proponiendo estrategias efectivas para superar la brecha de género.

La brecha de género en tecnología puede atribuirse a una variedad de factores, que van desde estereotipos de género arraigados y sesgos inconscientes hasta barreras estructurales y culturales en entornos educativos y laborales. Estos factores pueden influir en las decisiones de las mujeres para ingresar y permanecer en campos tecnológicos, así como en la percepción de sus habilidades y capacidades dentro de esos campos. La mayoría de las chicas piensan que estas disciplinas son demasiado difíciles para ellas, al igual que no son capaces de comprender o superar, y eso no debe ser un obstáculo. Pero no más que otras carreras como medicina o derecho por poner un ejemplo. El porcentaje no puede ser más desolador, son alrededor de 2 ingenieras por cada 8 ingenieros en cada grupo y esta brecha existente no es precisamente el resultado de diferencias en la capacidad intelectual.

Es fundamental abordar la disparidad de género en el uso de la tecnología en el ámbito académico para garantizar la igualdad de oportunidades y promover la inclusión en el proceso educativo. Al comprender los desafíos específicos que enfrentan las mujeres en la Facultad de Telemática, se podrán diseñar estrategias efectivas que contribuyan a un ambiente académico más diverso e inclusivo. [2].

Los desafíos que se identificaron en la encuesta aplicada a las estudiantes de nuevo ingreso son:

Estereotipos y modelos por seguir: Los estereotipos son las ideas, cualidades y expectativas que la sociedad atribuye a mujeres y hombres, son representaciones simbólicas de lo que las mujeres y hombres deberían ser y sentir. Son ideas excluyentes entre sí que al asignarnos una u otra reafirman un modelo de feminidad y otro de masculinidad. [3].

Conductas discriminatorias: Práctica cotidiana que consiste en dar un trato desfavorable o de desprecio inmerecido. [4].

Autopercepción: Características propias, atributos, cualidades, defectos, capacidades, limites [5].

Microagresiones: son interacciones o comportamientos sutiles, intencionales o no intencionales que comunican prejuicios. Las personas pueden experimentar marginación debido a su raza, género, religión u orientación sexual. Estos comentarios, interacciones, lenguaje corporal u otros comportamientos hacen que una persona o grupo se sienta menos valiosa que otra persona o grupo. [6].

Miedo a ambiente preponderantemente masculino: La percepción de un ambiente puede ser una barrera significativa para las mujeres. [7].

Ansiedad Social: También conocida como fobia social, se caracteriza por un intenso miedo o ansiedad en situaciones sociales donde la persona puede ser evaluada o juzgada por otros. Además de ser un desafío significativo que puede afectar la participación y el éxito de las mujeres en estas disciplinas. [8].

La equidad de género en el acceso a recursos tecnológicos y la existencia de políticas claras respecto a ello pueden contribuir a que las mujeres sepan responder a los desafíos que se les presenten, es esencial para garantizar un entorno académico justo, donde todas las personas puedan desarrollar su máximo potencial. Además, cerrar esta brecha preparará a las mujeres para carreras exitosas en campos tecnológicos y fomentará una sociedad más inclusiva y equitativa.

El fomento de la participación equitativa de mujeres en los campos tecnológicos no solo reduce la brecha de género, sino que también contribuye a una sociedad más inclusiva y diversa. Al brindar igualdad de acceso a recursos y oportunidades en tecnología, se promueve el desarrollo de habilidades críticas, se impulsa la innovación y se fortalece el crecimiento económico y social. Las instituciones educativas juegan un papel clave en la promoción de esta equidad, creando entornos donde todas las personas puedan prosperar y contribuir al progreso colectivo. [9].

Las iniciativas para promover un cambio en la innovación, la tecnología y la educación deben adoptar un enfoque de género, lo que incluye desarrollar herramientas y servicios digitales para atender las necesidades de las mujeres y niñas, especialmente para su educación, salud, empoderamiento económico y participación en la vida pública, y garantizar que tengan acceso a la alfabetización digital a lo largo de toda su vida; crear políticas digitales con perspectiva de género, de forma que se eliminen las barreras que impiden el acceso a la tecnología a todas las mujeres y niñas; fomentar una política de tolerancia cero frente a la violencia de género que se produce en el mundo digital y garantizar que las entidades de los sectores públicos y privados den prioridad a su prevención y eliminación. [10].

Las mujeres se sienten más atraídas por las carreras de cuidado y orientadas a las personas porque estas ocupaciones son coherentes con los roles de género femeninos y los objetivos asociados a estos roles. Además, las carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) generalmente no se perciben como útiles a los demás o como de impacto social positivo, y esto se ve como un obstáculo para atraer a las mujeres a estas carreras. [11] [12].

El empoderamiento de las mujeres en la tecnología es esencial para cerrar la brecha de género y promover la igualdad de oportunidades. Alentamos a todas las mujeres a considerar una carrera en tecnología y aprovechar las oportunidades disponibles para ampliar sus habilidades y conocimientos. [13].

2 Metodología

Para este trabajo, se aplicó una investigación de tipo cualitativo y cuantitativo, que considera una serie de preguntas dirigidas a estudiantes de nuevo ingreso a la Facultad de

Telemática. Algunas preguntas abiertas que permiten conocer su experiencia de forma personalizada.

Las estudiantes elegidas como muestra para esta investigación son alumnas de la Facultad de Telemática cursando alguno de los dos PE, abarcando a las de reciente ingreso y áreas de especialización dentro del campo de la telemática. Este enfoque buscó capturar la diversidad de experiencias de las alumnas en su elección de carrera.

El proceso de recolección de datos se llevó a cabo en varias fases:

Diseño de encuesta: Con el objetivo de obtener una comprensión por parte de las mujeres en la Facultad, para asegurar la calidad y relevancia de las preguntas. Esta encuesta fue probada con un grupo reducido de las investigadoras, quienes realizaron fases de prueba para identificar áreas de mejora.

Dirigida a estudiantes de primer semestre: Se realizó con las estudiantes de primer semestre para investigar sus motivos al elegir una carrera relacionada con la tecnología y cómo tomaron esta decisión. Se les preguntó sobre sus experiencias previas con la tecnología y su motivación para elegir una carrera en telemática. Se puso especial atención en las posibles influencias familiares, educativas y sociales que las llevaron a esta elección, así como en las expectativas que tienen sobre su formación tecnológica.

Distribución de la encuesta: La encuesta fue distribuida de forma electrónica mediante la plataforma Google Forms. Esta herramienta fue seleccionada por ser gratuita, práctica e intuitiva. Google Forms permitió un diseño flexible de preguntas, con opciones de respuesta múltiple, texto abierto, y escalas de valoración, lo que facilitó la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos.

Google Forms: Se utilizó esta plataforma para la creación y distribución de las encuestas, debido a su facilidad de uso y capacidad para recopilar datos de manera eficiente. Además, permite analizar los datos de forma automática, lo que facilitó la organización de las respuestas y su posterior análisis.

Para tener una mejor distribución en la solicitud de respuesta, se generó un QR que permitiera aplicarse a las alumnas de forma ágil. Se les citó en un aula para dar una charla sobre su incorporación a la Facultad de Telemática y se pidió dar respuesta a la encuesta.

Esta metodología integral, que combina herramientas cuantitativas y cualitativas, permitió un análisis detallado y profundo del uso de la tecnología por parte de las mujeres en la Facultad de Telemática, proporcionando una base sólida para la identificación de estrategias que promuevan una mayor equidad y participación en el entorno académico

Resultados experimentales

Se obtuvo un total de 11 respuestas a la encuesta realizada. Aunque es una muestra relativamente pequeña, se pudieron obtener algunas ideas iniciales sobre la situación generalizada. Considerando que la totalidad de nuevo ingreso es de 56 estudiantes, las 11 respuestas representan el 20% de la población.

El 80% de las aplicantes, son estudiantes de universidad pública y el 20% de universidad privada. La mayoría de ellas tenía conocimientos básicos del área de tecnología, sin embargo, mencionaron tener disposición por aprender un poco más.

La encuesta contiene10 preguntas, de las cuales es importante resaltar las que de alguna manera nos aportan estrategias para afrontar los desafíos encontrados:

Representación femenina: Una de las preguntas clave es: "4- ¿En algún momento, la poca representación femenina en las Ingenierías fue obstáculo para elegir tu carrera?". Esta pregunta ayuda a entender si la brecha de género existente afecta la decisión de las mujeres para ingresar a la carrera.

Experiencia en un ambiente mayoritariamente masculino: La pregunta "7-En base al tiempo que llevas en la Facultad de Telemática, ¿cómo ha sido tu experiencia estudiando en un programa educativo donde la mayoría de los estudiantes son hombres?" proporciona información acerca de cómo se sienten las estudiantes en este entorno.

Barreras y obstáculos: La pregunta "6- ¿Tuviste algún tipo de barrera (social, familiar, económica) cuando decidiste estudiar en la Facultad de Telemática?" ayuda a identificar los desafíos específicos que enfrentan las estudiantes.

Sugerencias para promover la igualdad: La pregunta "9- ¿Qué medidas crees que deberían implementarse para promover la igualdad de género en tu carrera?" proporciona ideas directas de las estudiantes sobre cómo mejorar la situación.

En general, es posible mencionar que después de aplicada esta encuesta, se tuvieron datos importantes que resaltan los desafíos que se deben atender para lograr mayor seguridad en la pertenencia de las estudiantes de la Facultad de Telemática.

En los resultados de las alumnas de nuevo ingreso, es posible resaltar su respuesta que en trabajos futuros permitan diseñar estrategias para abordar diversas situaciones de mejora. Se mencionarán algunas estadísticas generadas de su respuesta a continuación.

Entre algunas opciones que se pueden mencionar que fueron las razones que las orilló a elegir esta carrera, se incluyen: que las áreas de oportunidad laboral pueden ser mayores, es un área que tiene buen futuro, es una carrera bien remunerada, entre otros. Así mismo, el 63.63% dicen que la poca representación femenina en las ingenierías no es un obstáculo para elegir este tipo de estudio. El miedo se hace presente cuando ellas dicen que les dio temor pensar que no iban a encontrar alguna mujer en su salón y que la mayoría de los estudiantes eran hombres.

Es notable que 4 de 11 estudiantes (36.4%) indicaron que la poca representación femenina fue un obstáculo para elegir su carrera. Aunque el 63.6% (7 de 11) no lo consideró un obstáculo, el porcentaje que sí lo hizo es significativo y merece atención. 63.64% de las encuestadas indicaron que no tienen un modelo a seguir en el campo de la ingeniería, mientras que el 36.36% sí tiene un modelo a seguir. La mayoría de las estudiantes (81.8%) no experimentaron barreras significativas al decidir estudiar en la Facultad de Telemática. Sin embargo, 2 estudiantes (18.2%) sí enfrentaron algún tipo de barrera, lo cual merece una investigación más profunda para entender y abordar estos obstáculos. Un 90.91% no ha experimentado discriminación o trato diferencial, mientras que un 9.09% sí lo ha experimentado.

El leer algunos comentarios en sus respuestas, hace ver que han recibido expresiones como de que “tú no eres para esta carrera”, “está muy difícil” y se convierte en limitación para sus decisiones al elegir el área de estudio y su motivación decae, tomando otro rumbo de futuro.

Como parte de sus experiencias, resalta que no han tenido inconvenientes para adaptarse a sus grupos, han tenido apoyo por sus compañeros para sentirse integradas y han sentido una igualdad de género para participar en clase. Sienten confianza el saber que también ellas pueden participar en actividades del área y compartir los mismos gustos les hace sentir esa pertenencia en su PE.

Es relevante conocer como se hace necesario el fomentar la difusión de la representación femenina que participa actualmente en los programas STEM y cómo han logrado llegar a donde están. Conocer cuáles son las barreras que se presentan podrían dar pie a saber en lo que es posible centrar otros estudios de apoyo para incrementar la participación de las estudiantes en esta y otra Facultad de la misma área. Son pocas las estudiantes que han experimentado discriminación actualmente en la Facultad y eso nos habla de que se tiene un ambiente cordial en los programas educativos donde predomina la cantidad de estudiantes del género masculino.

3 Conclusiones

La presente investigación ha permitido identificar que se dan desafíos que son posibles de superar y de afrontar. Resalta que hay trabajo por hacer para abonar en reducir la brecha en el porcentaje de mujeres en las áreas de estudio STEM.

La brecha de género en el uso de la tecnología en la Facultad de Telemática de la Universidad de Colima es un problema real que impacta negativamente en el aprovechamiento y desarrollo académico de las mujeres. A través de la recolección de datos, se ha evidenciado que las estudiantes se encuentran con obstáculos que van desde la falta de acceso igualitario a recursos tecnológicos hasta la persistencia de estereotipos de género que limitan su plena participación en el entorno académico. Es fundamental implementar estrategias efectivas para contribuir a cerrar esta brecha, no solo garantizando la igualdad de acceso a la tecnología, sino también promoviendo un cambio cultural que elimine los sesgos de género. Las instituciones educativas, como la Facultad de Telemática de la Universidad de Colima, juegan un papel crucial en este proceso, proporcionando un entorno inclusivo que fomente la participación equitativa de las mujeres en el ámbito tecnológico. Y permitiéndoles sentirse en un ambiente de colaboración y equidad.

Al promover la equidad de género en el uso de la tecnología, no solo se favorece el desarrollo académico y profesional de las mujeres, sino que también se impulsa la innovación, la diversidad y el progreso social. Es imperativo continuar con la implementación de políticas que garanticen un acceso justo y equitativo a la tecnología, fomentando así una mayor participación de las mujeres en carreras tecnológicas y contribuyendo a una sociedad más inclusiva y equitativa.

La Educación no discrimina, por el contrario, beneficia a hombres y mujeres y conduce a relaciones más igualitarias entre ellos. Es necesaria la igualdad del acceso a la educación para que más mujeres se conviertan en agentes de cambio.

Los desafíos no son solo de las estudiantes de nuevo ingreso sino de todas y cada una de las chicas que forman parte de los programas STEM y que en alguna ocasión han experimentado algún tipo de barrera para su escalonamiento.

Referencias

[1] Informe de Labores de la Facultad de Telemática (2024). Formato Impreso.

[2] Vista de Las mujeres y las ingenierías. (n.d.). https://revistas.um.es/iqual/article/view/448641/301781

[3] Estereotipos de Género. (n.d.). Inmujeres. https://campusgenero.inmujeres.gob.mx/glosario/terminos/estereotipos-de-genero

[4] De La República Epn, P. (n.d.). Conductas de discriminación. gob.mx. https://www.gob.mx/epn/es/articulos/conductas-de-discriminacion

[5] Ruich, M. R. I., & Ruich, M. R. I. (2017, June 13). LA PERCEPCIÓN DE UNO MISMO Y LA MIRADA DEL OTRO: ¿CÓMO SOY?, ¿QUIÉN SOY?, ¿DE QUIÉN SOY? 1 | Temas de Psicoanálisis. Temas De Psicoanálisis. https://www.temasdepsicoanalisis.org/2014/07/17/la-percepcion-de-uno-mismo-y- la-mirada-del-otro-como-soy-quien-soy-de-quien-soy-1/

[6] Virginia Department of Health. (2022). Microaggressions: A guide to addressing them. https://www.vdh.virginia.gov/content/uploads/sites/196/2022/02/Microagression- SP-color-poster.pdf

[7] Communications, "Así es la brecha de género en el mundo STEM," BBVA NOTICIAS, Feb. 09, 2023. [Online]. Available: https://www.bbva.com/es/asi-es-la-brecha-de-genero-en-el-mundo-stem/

[8] E. De Rosa Alabaster, "Ansiedad social: cómo el miedo a relacionarse impacta en la calidad de vida," Infobae, Aug. 03, 2023. [Online]. Available: https://www.infobae.com/salud/2023/08/03/ansiedad-social-de-que-forma-el- miedo-a-relacionarse-impacta-en-la-calidad-de-vida/

[9] UNESCO, "UnescoPhysicalDocument," UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253479

[10] "La igualdad de género requiere la participación de las mujeres en la tecnología y la innovación," Noticias ONU, Mar. 18, 2023. https://news.un.org/es/story/2023/03/1519487

[11] J. M. Barth, S. Dunlap, and K. Chappetta, "The influence of romantic partners on women in STEM majors," Sex Roles, vol. 75, no. 3–4, pp. 110–125, Feb. 2023, doi: 10.1007/s11199-016-0596-z. https://doi.org/10.1007/s11199-016- 0596-z

[12] De la Cruz, C. (2024, March 05) "Las carreras STEM, una profesión donde las mujeres se van abriendo camino | Soziable," Soziable, de https://www.soziable.es/futuro/las-carreras-stem-una-profesion-donde-las-mujeres-se-van-abriendo-camino

[13] A. Murias, "Empoderar a las mujeres en el mundo de la tecnología," Digital House, Mar. 26, 2024.https://www.digitalhouse.com/blog/rompiendo- barreras-empoderar-a-las-mujeres-en-el-mundo-de-la-tecnologia/

Sección IV.
E-learning

Capítulo 27

Laboratorio Virtual basado en Web para Operaciones con Recta Numérica Visual

Rubén Peredo Valderrama [1] Iván Peredo Valderrama [2]

[1] Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional,
Av. Juan de Dios Bátiz S/N esquina con Miguel Othón de Mendizábal, México,
D.F., 07738. México rperedo@ipn.mx

Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N
el Rosario el Marqués, México, Querétaro, CP. 76240.
ivan.peredo@upq.edu.mx

Resumen. La presente propuesta muestra un laboratorio virtual basado en Web para operaciones con Recta Numérica de manera Visual. Las computadoras podrían ser la innovación tecnológica más importante hasta el momento, la aparición de la Internet, y la Web, han posibilitado la Educación Basada en Web. El laboratorio busca llevar a cabo experimentos a través de la Internet/Web de conceptos para operaciones con recta numérica. Hay necesidad de herramientas educativas de calidad en México. La propuesta en el Front-End se basó en el modelo de componentes para desarrollar la Interfaz de Usuario (User Interface, UI por sus siglas en inglés), en el Back-end se basó en el framework Spring Boot para implementar el patrón arquitectónico Modelo Vista Controlador (Model View Controller, MVC por sus siglas en inglés). El laboratorio tiene varios módulos para el desarrollo de contenido digital educativo didáctico de apoyo a la enseñanza de operaciones en la recta numérica visual.

Palabras clave: Laboratorio Virtual basado en Web, Componentes, MVC, Recta Numérica.

1 Introducción

Existe una gran necesidad por herramientas innovadoras de calidad didácticas educativas en todos los niveles educativos. Recientemente se ha abierto una discusión acerca de la calidad de los nuevos libros de texto, señalando diferentes puntos de vista. También se menciona que la infraestructura educativa tiene muchos rezagos [1].

El tema del proceso de enseñanza/aprendizaje es complejo en términos generales en cualquier tema, pero hay una materia en especial que destaca para muchos estudiantes y son las matemáticas, en muchas instituciones se suelen apoyar de software para mejorar su entendimiento como: sistemas de cómputo numérico con entornos de desarrollo integrados, software de cálculo orientado a matemáticas y estadística, graficadoras, hojas de cálculo, etc., la utilización de este tipo de software busca apoyar a los estudiantes en su entendimiento de conceptos difíciles, en algunos casos mostrar la representación gráfica del problema puede ayudar en su entendimiento, pero si los costos de software especializado son altos en muchos casos se puede buscar alternativas de código libre [2]. Pero en muchos

casos los usuarios se tendrán que adaptar al software, y no al revés, como por ejemplo hay que adaptarse al idioma, no existe personalización, etc.

El libro para el maestro de matemáticas primer grado de la Secretaría de Educación Pública (SEP) es una guía con propuestas didácticas para incentivar el aprendizaje de las matemáticas. Se busca crear una cultura que favorezca: trabajo colaborativo, reflexión, discusión organizada y respetuosa, etc. Se proporcionan sugerencias durante las lecciones, buscando que los alumnos adquieran conocimientos y el desarrollo de habilidades que posibiliten mejorar sus aprendizajes. Hay recomendaciones didácticas específicas por lección, describiendo puntos fundamentales de la lección y su intención didáctica, además de ser una guía, apoyando a los estudiantes extendiendo actividades para asegurarse de que los estudiantes aprendan. El pensamiento matemático es importante, ya que es una herramienta importante en nuestras vidas, desde los aspectos cotidianos, científicos, tecnológicos, etc., además ayuda a organizar, y estructurar el pensamiento. Las matemáticas apoyan la transición del razonamiento informal a un pensamiento de conceptos y procedimientos sofisticados, fundamentado con argumentos y justificaciones fundamentadas. El aprendizaje de las matemáticas permite ver las cosas de manera diferente, y acercarse a los diferentes fenómenos para poder comprenderlos. La propuesta establece que todos los niños tienen la capacidad de aprender matemáticas de manera compleja, para poder utilizarlas en múltiples contextos de forma ingeniosa, planteando preguntas y problemáticas propias. El aprendizaje de las matemáticas tiene que ir más allá de memorizar, para aprender es necesario hacer matemáticas, lo que implica: resolución de problemas, hacer preguntas y construir significados.

El aprendizaje de diversos temas, conceptos y procedimientos matemáticos. El aprendizaje matemático implica vivir experiencias que ayuden la construcción de conceptos, además es necesario disponer de espacios para reflexionar sobre las experiencias, apoyado con alguien más experimentado que sirva de guía en la revisión, repaso y recuento de lo realizado, es recomendable la reflexión para comentar y consolidar lo aprendido, evaluar hasta donde se ha llegado y hacia donde nos dirigimos.

El libro menciona 8 mitos, enfocándonos nosotros en el mito 7: usar material concreto indica que el trabajo no es avanzado, la construcción del conocimiento en matemáticas es un proceso reiterativo de acciones, desde lo concreto, pasando por lo simbólico y abstracto, y viceversa. Por lo cual es recomendable tener modelos y ejemplos concretos, una y otra vez, cambiando y sin dejar a un lado el trabajo simbólico, general y abstracto. El libro de matemáticas de primer grado de primaria tiene tres ejes, enfocándonos en el primero denominado: número, algebra y variación, teniendo dos temas, enfocando nuestra propuesta en el segundo tema denominado: adición y sustracción [3].

Los nuevos libros de texto gratuitos para primero de primaria tienen como finalidad la formación de personas conscientes, con habilidades desarrollables, aplicables a diversas situaciones concretas a lo largo de su vida, más allá de aprender conceptos. El primer grado de primaria abarcan las importantes habilidades de: lecto escritura, la noción de suma y resta, etc. [1]. Anteriormente se ha mostrado la importancia de la noción y concepto de la suma y resta, partiendo desde una idea vaga hacia un concepto más formal, siendo estos temas fundamentales para ejes y temas subsecuentes. Los nuevos libros de texto gratuito de matemáticas de primero de primaria, buscan un cambio de paradigma tanto para estu-

diantes como para los docentes, yendo más allá de la memorización de las matemáticas, siendo un objetivo digno de mención, pero lamentablemente a pesar del elogiable objetivo se encuentra limitados parcialmente por los contenidos didácticos proporcionados por los mismos libros de texto gratuitos, careciendo de contenidos didácticos digitales interactivos de apoyo para la resolución de problemas.

Los Laboratorios Basados en Web (Web Based Laboratory, WBL por sus siglas en inglés), en los últimos años han cobrado cada vez más importancia al proveer: animaciones multimedia, simulaciones y emulaciones; para diferentes tipos de experimentos en ambientes virtuales, complementado la práctica de cursos presenciales hasta cursos totalmente en línea. Los WBL también tienen las ventajas inherentes del paradigma de Educación Basada en Web (Web Based Education, WBE por sus siglas en inglés): disponibles a cualquier hora, en cualquier lugar, y pueden adaptarse al ritmo de los estudiantes. Por todo lo anteriormente mencionado los WBL son excelentes herramientas de apoyo en todo tipo de cursos, y con diferentes modelos.

La propuesta actual busca ser una herramienta digital de apoyo para enseñanza práctica de sumas y restas con una recta numérica visual, que posibilite disminuir la complejidad en la creación de contenidos didácticos digitales interactivos del tema a los profesores, donde los estudiantes puedan interactuar y probar los ejercicios didácticos digitales interactivos dinámicos. La población de estudiantes objetivo a la que va dirigida la presente propuesta abarca desde el kínder hasta el cuarto grado de primaria, ya que en el kínder se llevan a cabo una sumas y restas muy básicas, incrementando progresivamente la complejidad en los subsiguientes grados, hasta que en cuarto grado de primaria se llevan a cabo sumas y restas con múltiples dígitos.

2 Estado del Arte

Existen diferentes iniciativas de herramientas digitales de apoyo a la enseñanza de sumas y restas en la Internet/Web. La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) cuenta con varias propuestas en línea, seleccionamos una desarrollada por la Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia (CUAIEED) de la UNAM denominada: Suma y resta con números enteros [4], lamentablemente las mismas son limitadas, cuenta con un buen contenido Web abarcando la suma y resta de enteros con signo, además de una sección de autoevaluación con un conjunto de preguntas autovaluables preestablecidas, y una sección de ejercicios auto evaluables preestablecidos. Otra iniciativa importante es la iniciativa de la academia Khan que abarca múltiples temas, incluida la suma y resta, seleccionamos: Sumas básicas (video) | Sumas y restas [5], los elementos fundamentales para su contenido Web son los videos, los cuales contienen diferentes multimedios, se tiene una sección de preguntas y una transcripción del video, con una serie de ejercicios auto evaluables preestablecidos, en algunos casos se tienen imágenes ilustrativas estáticas asociadas a un ejercicio auto evaluable preestablecido, esta iniciativa es una buena opción, pero a pesar de todo limitada en cuanto a interactividad, creación de contenido digital interactivo, con una limitada práctica para los estudiantes.

GeoGebra es una iniciativa muy interesante como herramienta de apoyo en múltiples temas en general, y en particular de las matemáticas. Seleccionamos de GeoGebra:

Suma y resta, cuenta con un buen contenido Web, actividades interactivas preestablecidas [6]. Las actividades de GeoGebra son aplicaciones Web del lado del cliente para proporcionar interactividad, lamentablemente algunas utilizan una tecnología denominada Applets la cual ha sido depreciada [7]. Una iniciativa importante y que a lo largo de los años hemos tomado como referencia debido a la calidad de los recursos didácticos digitales denominada Simuladores Interactivos PhET, proyecto de la Universidad de Colorado Boulder que cuenta con diferentes simuladores de diferentes temas como: física, química, matemáticas, ciencias de la tierra y biología. En sus inicios PhET utilizó tecnologías que posteriormente fueron depreciadas, actualmente todos los simuladores interactivos PhET utilizan estándares Web del Consorcio Web Mundial (World Wide Web Consortium, W3C por sus siglas en inglés). Los simuladores son explicaciones explorables para apoyar el proceso enseñanza/aprendizaje por medio de simuladores [8]. En el tema que concierne a la propuesta actual PhET cuenta con un simulador denominado: Recta Numérica: Operaciones [9], la cual es una excelente opción para llevar a cabo operaciones de suma y resta con recta numérica, los ejercicios de los contenidos educativos didácticos digitales están preestablecidos, no siendo posible: crear, ver, modificar y borrar nuevos contenidos educativos didácticos digitales, limitando la reutilización de las partes del simulador de PhET, que a pesar de ser una excelente herramienta visual de apoyo, restringiendo su potencial.

La propuesta actual muestra el desarrollo de un WBL para operaciones con recta numérica visual de apoyo para la enseñanza de sumas y restas, con componentes para la UI en el Front-End para la Vista de la propuesta. En el Back-End se utilizó el framework Spring Boot para implementar el Modelo y Controlador del patrón arquitectónico MVC. La propuesta busca desarrollar una herramienta de apoyo en la enseñanza de operaciones de sumas y retas con una recta numérica visual bajo el paradigma de WBE beneficiándose de sus ventajas. La propuesta utiliza patrones de diseño de software mejorando la reutilización y mantenibilidad. La propuesta posibilita crear contenidos didácticos digitales dinámicos reutilizables en línea, donde los estudiantes puedan practicar sus saberes con experiencias prácticas enriquecedoras, mientras que para el profesor reduce de manera significativa la complejidad de desarrollo de los mismos.

3 Metodología usada

Objetivo General: La presente propuesta tuvo como objetivo desarrollar una herramienta Web de apoyo, que posibilitara la creación de contenidos didácticos digitales para operaciones de sumas y restas en una recta numérica de manera visual para los docentes, mientras que para los estudiantes proporcionara prácticas digitales interactivas desafiantes, donde puedan poner a prueba sus saberes.

Hipótesis: La creación de contenidos educativos didácticos digitales tiene una importante complejidad técnica asociada para los docentes, impactando en la productividad, una herramienta Web de apoyo impactaría en la agilización de los diferentes procesos que se deben de llevar a cabo para crear contenidos educativos didácticos digitales para operaciones de sumas y restas con una recta numérica visual, que aprovechen mejor las ventajas que ofrecen la Web y la Internet, además de proporcionar una manera práctica de poner a prueba los saberes de los estudiantes,

El Front-End utilizó el empaquetador de recursos Webpack [10], empaquetando recursos como: Lenguaje de Marcado de Híper Texto (Hyper Text Markup Language, HTML por siglas en inglés), Hojas de Estilo en Cascada (Cascading Style Sheets, CSS por sus siglas en inglés), imágenes y especialmente JavaScript; para la optimización de los recursos, haciéndolo vía los denominados loaders, transpilando un código en otro, en nuestro caso particular se utilizó babel-loader, ya que la codificación de los componentes de las UI de la propuesta utilizaron ECMAScript 6 (JavaScript 6), bajándolos de versión a ECMAScript 5 (JavaScript 5), esto se hizo con la finalidad de mejorar el Requerimiento No Funcional (RNF) de compatibilidad, ya que es soportada por los navegadores Web actuales la versión ECMAScript 5 (JavaScript 5) sin mayores problemas. La implementación del Back-End se llevó a cabo por medio de Spring Boot [11], que es un marco de trabajo de código abierto basado en Java, que nos permite desarrollar aplicaciones reduciendo la complejidad, tiene una gran cantidad de librerías de terceros, además cuenta con una gran cantidad de anotaciones que simplifican el desarrollo de las aplicaciones, resultando en ocasiones al principio en secciones de código difíciles de comprender, pero simplificando la codificación y funcionales.

La Figura 1 describe una vista estática del sistema denominada diagrama de componentes, basado en el Lenguaje de Modelado Unificado (Unified Modeling Language, UML por sus siglas en inglés) mostrando el lado del cliente de la propuesta, representando las relaciones entre los componentes de la propuesta, donde los componentes mostrados son secciones modulares independientes del sistema, remplazables a lo largo del tiempo por componentes equivalentes.

La Figura 1 muestra la UI principal del Laboratorio Virtual basado en Web para Operaciones con Recta Numérica Visual (LVWORNV), donde se tiene los componentes: Container, Grid, Button, MenuItem, Select, InputLabel, FormControl, FormControlLabel, Checkbox, Box, y Alert; que son componentes de Material UI que es una biblioteca de componentes React

[12] de código abierto que implementa el Material Design de Google [13], los cuales se utilizaron para las UI de la propuesta. El componente DndProvider proporciona capacidades de Arrastrar y Soltar (Drag And Drop, DnD por sus siglas en inglés) a la propuesta. React DnD es un conjunto de utilidades React que nos ayudó a construir las interfaces DnD de la propuesta. El componente HTML5Backend posibilitó React DnD con HTML5. Tenemos también varios componentes personalizados enumerados a continuación: NumericInput, NumberLine, DraggableCircle, y

CurvedArrow; flexibles utilizados para las UI de la propuesta. El componente useXarrow es una librería utilizada en la propuesta para la creación de flechas y líneas. Finalmente, el componente axios posibilitó la comunicación asíncrona en la propuesta. La Figura 4 muestra la implementación de la UI de la Figura 1.

La Figura 2 describe la arquitectura general de la propuesta del WBL para operaciones con recta numérica visual. Anteriormente se mencionó que para la implementación del Back-End se llevó a cabo con el marco de trabajo Spring Boot, el cual tiene características avanzadas que facilitaron el desarrollo de la propuesta. En sus inicios en las aplicaciones Web el manejo de la lógica de negocios con el modelo era a través de sentencias del

Lenguaje de Consultas Estructuradas (Structured Query Language, SQL por sus siglas en inglés), pero esta solución tenía problemas a lo largo de la vida del proyecto, ya que afecta el RNF de escalabilidad, la cual implica el crecimiento del sistema con más: operaciones, usuarios, transacciones, etc., ya que migrar a otra base de datos era todo un desafío técnico, ya que a pesar de que SQL es un estándar ampliamente aceptado, muchos Sistemas Manejadores de Base de Datos (Data Base Management System, DBMS por siglas en inglés) cada uno hacen cambios constantemente al estándar en su DBMS correspondiente, lo cual dificulta la migración de una base de datos a otra, e incluso dificulta una migración de una a otra versión de la misma base de datos, ya que debido a los cambios del estándar generan sentencias SQL incompatibles.

Una solución para mejorar la escalabilidad de la propuesta fue la implementación del Mapeado Objeto Relacional (Object Relational Mapping, ORM por sus siglas en inglés), permitiéndonos implementar una capa de abstracción para mapear objetos y atributos a tablas y columnas de la base de datos, lo cual nos permitió trabajar la lógica de negocios basada en un modelo orientado a objetos, en lugar de consultas SQL, mejorando la escalabilidad de la propuesta. La implementación del ORM se llevó a cabo por medio del API de Persistencia Java (Java Persistence API, JPA por sus siglas en inglés) con la dependencia Spring Data JPA. Spring Boot posibilito reducir la complejidad de la Conectividad con Bases de Datos Java (Java Data Base Connectivity, JDBC por sus siglas en inglés) para establecer conexiones con la base de datos, además Spring Boot posibilito la utilización de JpaRepository, facilitando la creación de las funciones genéricas básicas de la propuesta con la base de datos: Crear, Leer, Actualizar y Borrar (Create, Read, Update and Delete, CRUD por sus siglas en inglés). La Figura 2 describe también el patrón Objeto de Acceso a los Datos (Data Access Object, DAO por sus siglas en inglés), nos permitió separar la lógica de acceso a los datos de la lógica de negocios. La dependencia spring-boot-starter-web de Spring Boot nos permitió utilizar Spring MVC para la implementación del patrón MVC, y todas las dependencias relacionadas con el desarrollo Web. La dependencia spring-boot-starter-thymeleaf de Spring Boot nos permitió la implementación de las páginas Web dinámicas incorporando el motor de plantillas Thymeleaf para las vistas de la propuesta, permitiéndonos incorporar React con los componentes de las UI de la propuesta en las vistas. Spring Security se empleó para la autentificación y el control a los recursos de la propuesta. También se implementó el estándar abierto para la creación de tokens de acceso JSON Web Token (JWT), que nos posibilitaron la propagación de la identidad y privilegios, para la autorización de los recursos de la propuesta. Las secciones anteriormente descritas son el núcleo fundamental del Back-end de la propuesta.

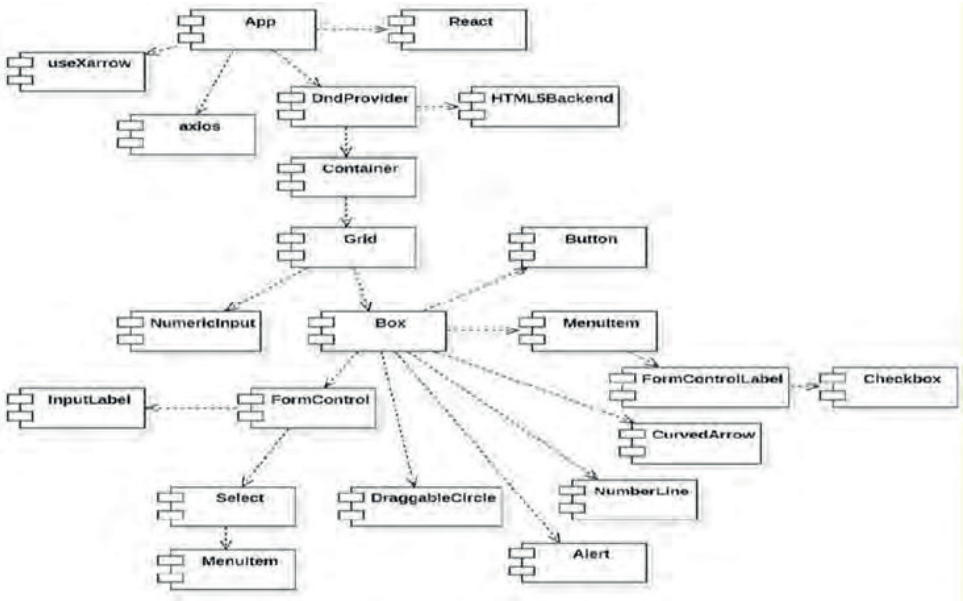


Fig. 1. Vista estática UML basada en componentes del Front-end
de la propuesta para operaciones con recta numérica visual.

La propuesta implemento el marco de trabajo Spring Boot 3.3.2 [11], el servidor Web fue Apache Tomcat 9.0.79 [14]. La base de datos empleada fue MySQL 8.0.12 [15]. Las vistas utilizaron las tecnologías: Thymeleaf, y React. Los controladores se implementaron con la notación @Controller. Spring MVC en la propuesta nos permitió mejorar la mantenibilidad, y con Spring Data JPA se mejoró la escalabilidad de la propuesta.

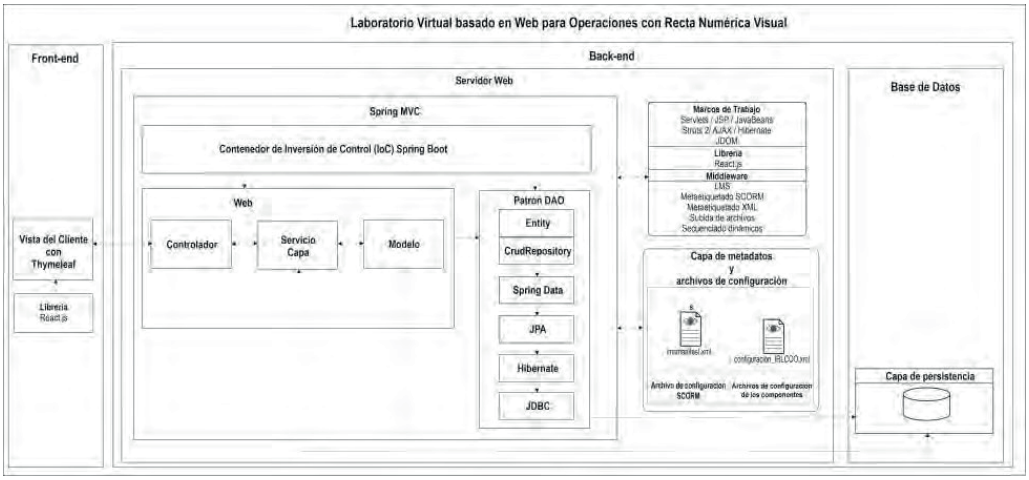


Fig. 2. Arquitectura general de la propuesta para LVWORNV.

4 Resultados experimentales

La Figura 3 muestra la UI del CRUD del Laboratorio Virtual basado en Web para Operaciones con Recta Numérica Visual (LVWORNV) del profesor, con las funciones básicas de la propuesta con la base de datos, que posibilitan la creación de contenido digital educa-

tivo didáctico, con las siguientes alternativas: Nuevo, Ver, Modificar, Borrar y Probar. La seguridad de la propuesta se llevó a cabo con Spring Security y JWT para la autorización a los recursos de la propuesta basado en el rol, en la propuesta se tuvieron tres roles: administrador, profesor y administrador. Las Vistas de la propuesta utilizaron las tecnologías: Thymeleaf, y React, la incorporación de la seguridad se llevó a cabo por medio de Spring Security, JWT y Thymeleaf en las Vistas de la propuesta, la clase JWTAuthenticationFilter verifica si existe un token JWT, la clase JWTKey genera el token de acceso, y finalmente la clase JWTValidationFilter hace la validación cada vez que se hace una solicitud al recurso para la autentificación de los usuarios, y la autorización a los recursos en función del rol en la propuesta.

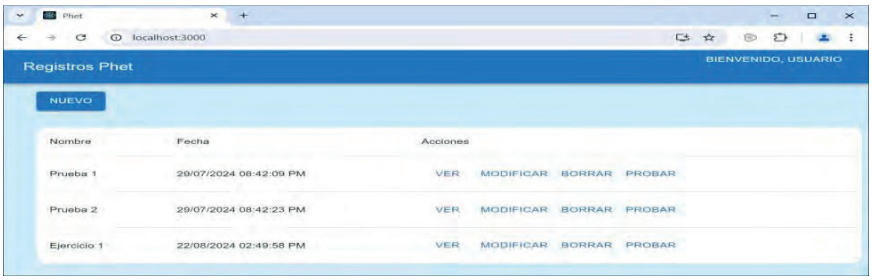


Fig. 3. CRUD mostrando los ejercicios del LVWORNV.

La Figura 4 muestra la UI de la opción Nuevo del LVWORNV de la propuesta, que posibilita a los docentes la creación de contenido digital educativo didáctico de apoyo a la enseñanza de operaciones en la recta numérica visual.

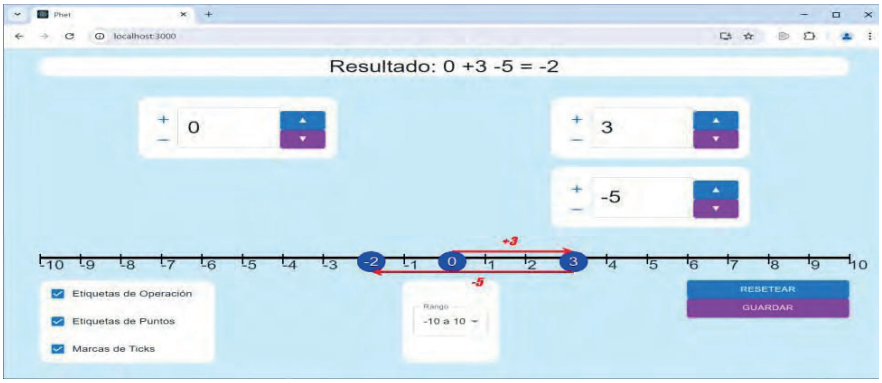


Fig. 4. UI para creación de un ejercicio del LVWORNV para operaciones con recta numérica visual.

La Figura 5 muestra la UI de la opción Probar del LVWORNV de la propuesta, que posibilita probar a los docentes de los contenido digital educativo didáctico de apoyo a la enseñanza de operaciones en la recta numérica visual, en la parte superior izquierda de la Figura 5 se muestra la Pregunta, mientras que a continuación se muestra la UI del contenido digital educativo didáctico de apoyo a la enseñanza de operaciones en la recta numérica visual, cuando se responde correctamente a la pregunta en la parte superior central marcado en verde, se muestra un temporizador con el tiempo en que se tardó en responder a la pregunta, y una paloma mostrando que la respuesta es correcta.

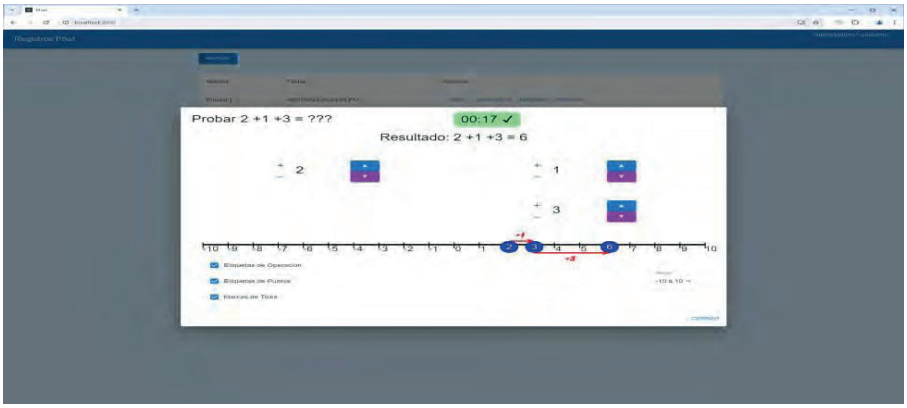


Fig. 5. UI para probar los ejercicios del LVWORNV para operaciones con recta numérica visual.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La propuesta presento un WBL de apoyo a la enseñanza para Operaciones con Recta Numérica Visual cumplió el objetivo general de la propuesta, y se comprobó la hipótesis propuesta. La noción y conceptualización de la suma y resta en la primaria es una habilidad fundamental, donde actualmente se buscan que los estudiantes sean personas conscientes, con habilidades desarrollables, aplicables a diversas situaciones concretas a lo largo de su vida. Los nuevos libros de texto gratuitos buscan ir más allá de la memorización, pero se requiere de herramientas de apoyo de calidad para poder lograr este objetivo, y es en este punto donde busca aportar la presente propuesta. La propuesta disminuye la complejidad técnica para la creación de contenido digital educativo didáctico, tanto para los profesores como para los estudiantes, mejorando la productividad como se menciona en la hipótesis, los materiales pueden ser de dos tipos: contenidos y evaluaciones, ambos tipos de materiales en el Front-End están basados en modelo de componentes, lo cual mejora la reutilización de la propuesta, creando componentes propios personalizados, y agregar componentes libres de parte de terceros. El modelo basado en componentes posibilita el ensamblado y reensamblado de contenidos y evaluaciones de diferentes formas, para la creación de los materiales educativos, lo que posibilita reducir los tiempos de desarrollo de los materiales educativos de calidad de manera significativa, siempre y cuando ya se tenga previamente un buen análisis y diseño de los mismos, comprobando la hipótesis de la propuesta, reduciendo la implementación a minutos en casos extremos, que cuenten con un buen análisis y diseño previo. Los contenidos digitales educativos didácticos desarrollados por la propuesta son interactivos y dinámicos, permitiendo a los estudiantes retar sus saberes, explorando sus respuestas en los ejercicios prácticos interactivos y desafiantes.

El Back-end de la propuesta fue implementado con Spring Boot, que dispone de atributos de vanguardia, mencionando a continuación los más relevantes utilizados en la propuesta: autentificación, autorización, JpaRepository, Spring Data JPA, ORM, JDBC, MVC, DI, y Seguridad. La persistencia de la propuesta se implementó con: MySQL 8.0.12, JDBC, JpaRepository, Spring Data JPA, ORM, patrones: DAO y MVC.

La mantenibilidad en la propuesta se reforzó por la implementación del patrón MVC, posibilitando ensamblarlos en nuevos modelos pedagógicos. La propuesta ha utilizado librerías y marcos de trabajo gratuitos, buscando reducir los costos por licenciamiento del

prototipo, con la finalidad de que la versión de producción tenga, si es el caso el menor costo posible. Los patrones de diseño de software mejoraron la mantenibilidad y escalabilidad de la propuesta a lo largo de su vida. En cuanto al trabajo futuro de la propuesta mencionamos a continuación los que consideramos los más sobresalientes: implementar más patrones de diseño de software, desarrollar más UI basadas en componentes personalizados, captura y análisis de métricas de la propuesta, agregar un módulo de Inteligencia Artificial (Artificial Intelligence, AI por sus siglas en inglés).

Agradecimientos. Los autores de este artículo agradecen a la Universidad Politécnica de Querétaro, al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y a la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) por su apoyo para este trabajo dentro del proyecto SIP: 20242172. Los autores desean reconocer a todos sus colegas y a los estudiantes en general que participaron en el diseño y desarrollo del software, y materiales de aprendizaje descritos en este artículo, y en particular al estudiante: Rentería Cedillo Luis Francisco.

Referencias

[1] Sumas, restas, lenguas, y cuidado personal ¿qué incluyen los nuevos libros de primero de primaria?, URL: https://piedepagina.mx/sumas-restas-lenguas-y-cuidado-personal-que- incluyen-los-nuevos-libros-de-primero-de-primaria/

[2] Concepciones en la enseñanza de la Matemática en educación infantil, URL: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982009000300005

[3] S. García, T. M. Mendoza, et al, Libro para el maestro. Matemáticas primer grado (2018), México.

[4] Suma y resta con números enteros - Unidad de Apoyo Para el Aprendizaje, URL: http://uapas2.bunam.unam.mx/matematicas/suma_y_resta_numeros_enteros/

[5] Sumas básicas (video) | Sumas y restas, URL: https://es.khanacademy.org/math/arithmetic- home/addition-subtraction/basic-add-subtract/e/relate-addition-and-subtraction

[6] Suma y resta – GeoGebra, URL: https://www.geogebra.org/m/ACHD3J6N

[7] Deprecated APIs, Features, and Options, URL: https://www.oracle.com/java/technologies/javase/9-deprecated-features.html

[8] PhET: Free online physics, chemistry, biology, earth science and math simulations, URL: https://phet.colorado.edu/

[9] Recta Numérica: Operaciones - Operaciones | Recta Numérica | Enteros - Simulaciones Interactivas de PhET, URL: https://phet.colorado.edu/es/simulations/number-line-operations

[10] webpack, URL: https://webpack.js.org/

[11] Spring Boot, URL: https://spring.io/projects/spring-boot

[12] React – A JavaScript library for building user interfaces, URL: https://reactjs.org/

[13] MUI: The React component library you always wanted, URL https://mui.com/

[14] Index of /dist/tomcat/tomcat-9/v9.0.79, URL: https://archive.apache.org/dist/tomcat/tomcat- 9/v9.0.79/ MySQL, URL: https://www.mysql.com/

Capítulo 28

Simulador Web para medidas de tendencia central y variabilidad con arquitectura REST

Rubén Peredo Valderrama [1] Iván Peredo Valderrama [2]

[1] Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional,
Av. Juan de Dios Bátiz S/N esquina con Miguel Othón de Mendizábal,
México, D.F., 07738. México rperedo@ipn.mx

[2] Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N el Rosario el Marqués,
México, Querétaro, CP. 76240. ivan.peredo@upq.edu.mx

Resumen. La presente propuesta describe un Simulador Web con arquitectura REST para medidas de tendencia central y variabilidad de forma Visual. La toma de decisiones debe de contar con datos de calidad, con el desarrollo tecnologías como la Inteligencia Artificial se está mejorando la información estadística de los datos, con lo cual se posibilita liberar el poder de los datos para una mejor toma de decisiones en múltiples campos del quehacer humano. Muchos algoritmos de Inteligencia Artificial se basan en técnicas estadísticas para procesar las respuestas. Por lo anterior es comprensible entender que la estadística desempeña un rol fundamental en disciplinas de la Inteligencia Artificial en áreas como: Aprendizaje Máquina, y Procesamiento de Lenguaje Natural, y requieren de herramientas de apoyo de calidad. La propuesta utilizo en el Front-End componentes para la Interfaz de Usuario, en el Back-end se basó en el framework Spring Boot para implementar la arquitectura REST.

Palabras clave: Simulador, Web, Componentes, REST, tendencia central, variabilidad.

1 Introducción

Las aulas son centros de atención en el proceso educativo, siendo un lugar donde se tiene una colaboración importante, siendo un espacio donde se enseña, además de aprender, donde la tecnología ha transformado a la sociedad, no estando excluida la educación en las aulas. La aparición de diferentes recursos en las aulas que van desde los tradicionales, hasta recursos como las computadoras y la Internet/Web, han transformando a las aulas en centros autónomos de decisiones, creativos, participativos en sus maneras de trabajar. La realidad que estamos viviendo compromete a profesores y estudiantes en la creación, diseño y puesta en marcha de nuevas estrategias de aprendizaje. El aula es un espacio de múltiples contenidos, debiendo ejercerse una selección, crítica, aprovechamiento, para incorporarlos al aula educadora para la vida.

La entrada de medios y tecnologías en la enseñanza también ha provocado preocupaciones en la formación y actualización de los profesores, para gestionar técnicamente las innovaciones, desde una perspectiva crítica para la posibilidad de utilizarlas didácticamente, emergiendo constantemente nuevas tecnologías aplicables a la educación, con una

importante dirección hacia el uso educativo de los diferentes recursos. La escuela debe de cambiar, siendo un lugar donde los profesores puedan adaptarse a la nueva realidad que vivimos, para enseñar competencias relacionadas con los medios y la didática, que adicionalmente se debe de estar constantemente actualizando.

El profesor universitario tiene el reto de diseñar nuevos contenidos, con sus correspondientes nuevas maneras de aplicación. Las redes en general, y la Internet/Web en particular están posibilitando nuevas opciones de comunicación interpersonal y de difusión de información, permitiendo el desarrollo de comunidades virtuales, que han ido desarrollado todo tipo de comunidades virtuales en la Internet/Web a lo largo de los años. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (Information and Communications Technology, ITC por sus siglas en inglés) son consideradas un factor de mejoramiento en la educación. La llegada de software multimedia está cambiando los sistemas de aprendizaje. La sociedad digital está desarrollando un cambio radical en la civilización, esto está incorporándose de manera paulatina en el profesorado, se está planteando que las competencias relacionadas a las tecnologías de la información sean exigibles, debido a que muchos saberes están relacionados con las tecnologías en los nuevos contenidos educativos. Estamos actualmente en una coyuntura que requiere reflexión y acción [1].

En las últimas décadas se ha estado buscado conjuntar tecnología con las tareas escolares. El modelo para la integración de las tecnologías en las escuelas era inicialmente el laboratorio de cómputo, pero una de las críticas más fuertes hacia las computadoras en los entornos educativos era que no había evidencia demostrable que las computadoras pudieran ser capaces de causar una mejora en el proceso enseñanza/aprendizaje. La aparición de la Internet, y la posterior aparición de la Web (World Wide Web, WWW por sus siglas en inglés) en conjunto con el navegador Web denominado Mosaic, hicieron la posible en su momento la convergencia de múltiples iniciativas y protocolos de comunicación, para crear una herramienta de comunicación con posibilidades insospechadas. La Internet proporciono un gran estímulo, ya que transformo a la computación en algo interesante para: profesores, estudiantes y padres; proporcionando una combinación de una fuente de información, un canal de comunicación y un espacio virtual.

La informática educativa comenzó un importante impulso en su momento, que busca incorporar tecnologías en las instituciones educativas, su integración eficiente y racional en los procesos educativos. El modelo inicial ha ido evolucionado, donde el modelo denominado e-learning ocupa un rol destacado, y se refiere a las técnicas de instrucción interactivas a distancia, donde la e se refiere a “electrónico” [2]. Un modelo sobresaliente actualmente se denomina Educación Basada en Web (Web Based Education, WBE por sus siglas en inglés), donde este modelo engloba en su totalidad los aspectos y procesos de la educación usando la WWW como instrumento de comunicación a través del soporte de la tecnología [3].

Las diferentes instituciones educativas requieren de herramientas educativas de calidad en diferentes niveles educativos [4]. El recurso por excelencia en diferentes cursos educativos son los libros, estos fueron una parte fundamental en la educación tradicional, donde los temas que se trataban buscan incorporarse en los contenidos de la didáctica educativa. Los libros están en un constante proceso de actualización incorporando las tecnologías, donde los contenidos se mueven hacia contenidos digitales, además de incorpo-

rar las comunicaciones. Han surgido iniciativas como los denominados libros electrónicos (e-books), incorporando tecnología a los libros tradicionales, incorporando funcionalidades innovadoras, y que pueden ampliarse aún más con los avances tecnológicos, pero debemos de considerar que para utilizarlos se requiere de una infraestructura tecnológica educativa, pero se debe de considerar que los libros electrónicos no deben de ser simplemente libros que utilicen tecnologías y requieran una infraestructura para una lectura tradicional únicamente, desaprovechando las diferentes ventajas de la integración de las tecnologías y las comunicaciones que ofrecen por ejemplo la Internet y la WWW, ya que en caso contrario serían simplemente los mismos libros tradicionales con una infraestructura tecnológica convertidos a un formato digital, y leídos a través de algún dispositivo, desaprovechando la incorporación de las diferentes tecnologías y comunicaciones en los mismos.

Hay un creciente deseo por tener sistemas de software con componentes que se puedan ensamblar de diferentes maneras, con componentes que operen a través de las redes, donde los componentes son piezas de software con estados modificables por medio de interfaces expuestas, la Internet y la Web ha impulsado aún más este deseo. Mucha gente que ha utilizado el Protocolo de Transferencia de Híper Texto (Hypertext Transfer Protocol, HTTP por sus siglas en inglés) para conectar sistemas desde hace algún tiempo, piensa que se debe de ir más allá de utilizar el puerto 80 como un canal de comunicación bidireccional, adoptando a la Web como una base para la colaboración entre sistemas. Representación de Transferencia de Estado (REpresentation State Transfer, REST por sus siglas en inglés) permite conjuntar lo mencionado anteriormente. La Web ha transformado la forma en que accesamos y compartimos la información [5]. La arquitectura REST fue creada en el año 2000 por Roy Fielding, quien participo en la especificación HTTP. REST es una arquitectura sin estado que corre sobre el protocolo HTTP, la interacción es entre el cliente y el servidor por medio de solicitudes sin estado, cada solicitud debe tener toda la información requerida para poder llevar a cabo la solicitud. Las solicitudes del lado del servidor utilizan un Identificador de Recurso Uniforme (Uniform Resource Identifier, URI por sus siglas en inglés), que debe de ser único para la aplicación Web. Los métodos estándar utilizados del protocolo HTTP son los siguientes: GET, POST, PUT y DELETE; los cuales se utilizan en la arquitectura en conjunto con los URI. Los recursos son accesibles a través de los URI correspondientes cuando se implementan con el protocolo HTTP en la arquitectura REST, donde la representación es un documento que representa la situación actual de un recurso [6].

La simulación es un término muy amplio, empleado en múltiples campos del quehacer humano. El software es utilizado para construir un modelo de algún fenómeno que se busque estudiar, y entonces ejecutar este simulador en la computadora, para entender el comportamiento del sistema modelado. El simulador proporciona mucha más flexibilidad que un sistema real, posibilitando una configuración más libre, proporcionando una mejor perspectiva del funcionamiento interno, además de posibilitar la reproducción y repetición de los escenarios. Otro punto fundamental es que se puede evitar la necesidad de construir prototipos o experimentos, lo cual permite acelerar el desarrollo, y en nuestro caso profundizar en los conceptos tratados para posibilitar una mejor compresión de los fenómenos involucrados. La simulación es usada ampliamente en muchos campos de la ciencia y la ingeniería. La simulación es usada para predecir el clima, pruebas de choques de carros,

diseño de aviones, entendimiento de mecanismos económicos, en la búsqueda de nuevas medicinas, etc. [7].

La estadística es una herramienta clave para el aprendizaje máquina con temas ampliamente distribuidos en diferentes libros especializados, hay múltiples temas estadísticos como: intervalos de confianza, funciones de verosimilitud, estimaciones de máxima verosimilitud, densidades posteriores, suficiencia, pruebas de hipótesis, transformaciones estabilizadoras de la varianza, teoría de los valores extremos, etc. [8]. Las medidas de tendencia central y la variabilidad son utilizadas en diferentes tipos de cursos como: análisis estadístico, estadística, probabilidad y estadística, estadística descriptiva, aprendizaje máquina, procesamiento de lenguaje natural, etc. La toma de decisiones debe de contar con datos de calidad, la información estadística posibilita liberar el poder de los datos para lograr una mejor toma de decisiones en múltiples campos del quehacer humano. Múltiples algoritmos de Inteligencia Artificial que utilizan técnicas para procesar las respuestas. Debido a lo anterior es evidente que la estadística tiene un rol esencial en la Inteligencia Artificial en áreas como: Aprendizaje Máquina, y Procesamiento de Lenguaje Natural.

La presente propuesta muestra un simulador Web de enseñanza práctica de apoyo para medidas de tendencia central y variabilidad de forma visual, con una arquitectura REST, que permite mostrar de manera visual las medidas de tendencia central y variabilidad, posibilitando a los estudiantes relacionar los conceptos teóricos de manera visual, posibilitando una experiencia práctica, y probar ejercicios prácticos. Los profesores simplifican de manera significativa la creación de contenidos dinámicos didácticos digitales interactivas del tema.

2 Estado del Arte

Las medidas de tendencia central y la variabilidad son ampliamente usada en diferentes tipos de cursos como se mencionó anteriormente. La toma de decisiones debe de tener datos de calidad, la información estadística permite liberar el poder de los datos para lograr una mejor toma de decisiones en varias áreas del ámbito humano. Hay varios algoritmos de Inteligencia Artificial que emplean técnicas para su procesamiento. La estadística ciertamente como se ha mostrado anteriormente tiene un papel fundamental en Aprendizaje Máquina, y Procesamiento de Lenguaje Natural dentro de la Inteligencia Artificial.

Hay diferentes propuestas de aplicaciones digitales de apoyo para la enseñanza de las medidas de tendencia central y la variabilidad en la Internet y Web. La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) tiene varias propuestas en línea, elegimos una implementada por la Escuela Nacional Preparatoria Plantel 8 denominada: Medidas de tendencia central [9], tiene un buen contenido, pero limitado, lamentablemente no tiene sección de evaluación o autoevaluación, incluye un interesante elemento de GeoGebra mostrando los temas de: media, mediana, moda, e histograma; pero este elemento esta preestablecido mostrando una y otra vez los mismos datos, el elemento de GeoGebra como hemos comentado en otros trabajos se basa en los Applets que están depreciados [10], y debido a esto no son los elementos más adecuados, ya que tarde o temprano tendrán problemas de compatibilidad con los navegadores Web. La propuesta de la academia Khan es sobresaliente, buscando proveer educación gratuita, los cursos comienzan en niveles primaria hasta educación superior [11], se tienen varias propuestas en línea, elegimos: Introducción

a la estadística: media, mediana y moda (video) | Khan Academy [12], los contenidos Web son presentados por medio de videos multimedia como elemento fundamental y sus transcripciones, se tiene además una sección de ejercicios auto evaluables preestablecidos, estos contienen en algunos casos imágenes ilustrativas, algunos ejercicios auto evaluables preestablecidos tienen un componente de una calculadora para poder llevar a cabo los cálculos. Esta iniciativa es una excelente selección, pero a pesar de sus ventajas, la interactividad es limitada, el desarrollo de contenido digital está limitado fundamentalmente a los videos multimedia, la práctica está limitada tanto para profesores como para los estudiantes, limitando al profesor en el desarrollo de nuevos contenidos Web para nuevos cursos, mientras que los estudiantes tienen una práctica muy acotada en los cursos.

GeoGebra es otra propuesta sobresaliente, siendo un software de código libre de matemáticas dinámico, abarcando las diferentes áreas de las matemáticas, desde niveles básicos hasta niveles universitarios [13]. elegimos: Medidas de posición, de tendencia central y variabilidad – GeoGebra [14], este es un buen ejercicio interactivo dinámico para medidas de tendencia central y variabilidad [6]. Los ejercicios de GeoGebra son aplicaciones Web del lado del cliente para proporcionar interactividad, algunas utilizaban una tecnología denominada Applets depreciada desde hace algunos años [10], pero al analizar este ejercicio en particular, este ya no utiliza Applets, dejando de utilizar tecnologías depreciadas, mejorando la compatibilidad de la propuesta. Posiblemente una de las mejores propuestas que hemos tomado como referencia en diferentes propuestas se denomina Simuladores Interactivos PhET [15], desarrollado por la Universidad de Colorado Boulder con diferentes simuladores de diferentes áreas como: física, química, matemáticas, ciencias de la tierra y biología. En PhET todos los simuladores interactivos PhET emplean estándares Web del Consorcio Web Mundial (World Wide Web Consortium, W3C por sus siglas en inglés).

Los simuladores son softwares navegables con un modelo empleados en múltiples campos, en PhET los simuladores buscan apoyar el proceso enseñanza/aprendizaje [8]. PhET en el tema de la propuesta se eligió: Centro y Variabilidad - Mediana | Media | Tendencia [16], siendo un excelente simulador interactivo para apoyar el proceso enseñanza/aprendizaje, para llevar a cabo operaciones de medidas de tendencia central y variabilidad, pero no es posible: crear, ver, modificar y borrar nuevos contenidos educativos didácticos digitales, restringiendo la reutilización de este excelente simulador de PhET, siendo una excelente herramienta visual explorable de apoyo, pero restringido su potencialidad.

La presente propuesta describe el desarrollo de un simulador Web para operaciones con medidas de tendencia central y variabilidad, basado en componentes para la Interfaz de Usuario (User Interface, UI por sus siglas en inglés) en el Front-End para la Vista de la propuesta. El Back-End empleo el framework Spring Boot para implementar la arquitectura REST. La propuesta desarrollo una herramienta de apoyo en la enseñanza de operaciones de medida de tendencia central y variabilidad bajo el paradigma de WBE con sus ventajas inherentes. La propuesta emplea patrones de diseño de software mejorando la reutilización y mantenibilidad. La propuesta permite crear contenidos didácticos digitales dinámicos reutilizables en línea, que los estudiantes pueden utilizar para practicar sus saberes de manera práctica con experiencias más enriquecedoras, del lado del profesor se simplifica de manera importante la creación de contenidos dinámicos didácticos digitales interactivos del tema.

3 Metodología usada

Las aplicaciones Web son en realidad dos aplicaciones, una del lado del cliente denominada comúnmente como Front-End, la otra del lado del servidor denominada regularmente como Back-End. El Front-End empleo el empaquetador de recursos Webpack [17], esta herramienta posibilita el empaquetamiento de los recursos del simulador Web, con la finalidad de optimizar los recursos. Las UI de la propuesta fueron codificados en ECMAScript 6 (JavaScript 6), transpilandolos a ECMAScript 5 (JavaScript 5), para mejorar la compatibilidad de la propuesta. El Back-End empleo Spring Boot [18], marco de trabajo de código abierto basado en Java, teniendo las siguientes ventajas: desarrollo rápido, microservicios, auto configuración, ecosistema Spring: Spring JDBC, Mapeado Objeto Relacional (Object Relational Mapping, ORM por sus siglas en inglés), Spring Data, Spring Security, etc. Spring Boot redujo los tiempos de desarrollo, incrementando la productividad.

La Figura 1 expone la vista estática del sistema por medio del diagrama de componentes, basado en el Lenguaje de Modelado Unificado (Unified Modeling Language, UML por sus siglas en inglés), exponiendo el lado del cliente de la propuesta, exponiendo las relaciones entre los componentes de la propuesta, los componentes mostrados son unidades independientes en el sistema, recambiables a lo largo del tiempo por componentes equivalentes, posibilitando desacoplar y actualizar el código de la propuesta.

La Figura 1 muestra la UI principal del simulador Web para medidas de tendencia central y variabilidad, donde se tiene los componentes personalizados: Ball, NumberLine, RangeGraph, RIQGraph, DMAGraph, SaveButton; y los componentes: AppBar, Button, Container, Toolbar, Typography, Checkbox, FormControlLabel, FormGroup, ImageListItem, Dialog, DialogTitle, DialogActions, DialogContent, DialogContentText y Paper; que son componentes de Material UI la cual es una biblioteca de componentes React [19] de código abierto que implementan el Material Design de Google [20], utilizados para las UI de la propuesta. La Figura 4 muestra la implementación de la UI de la Figura 1.

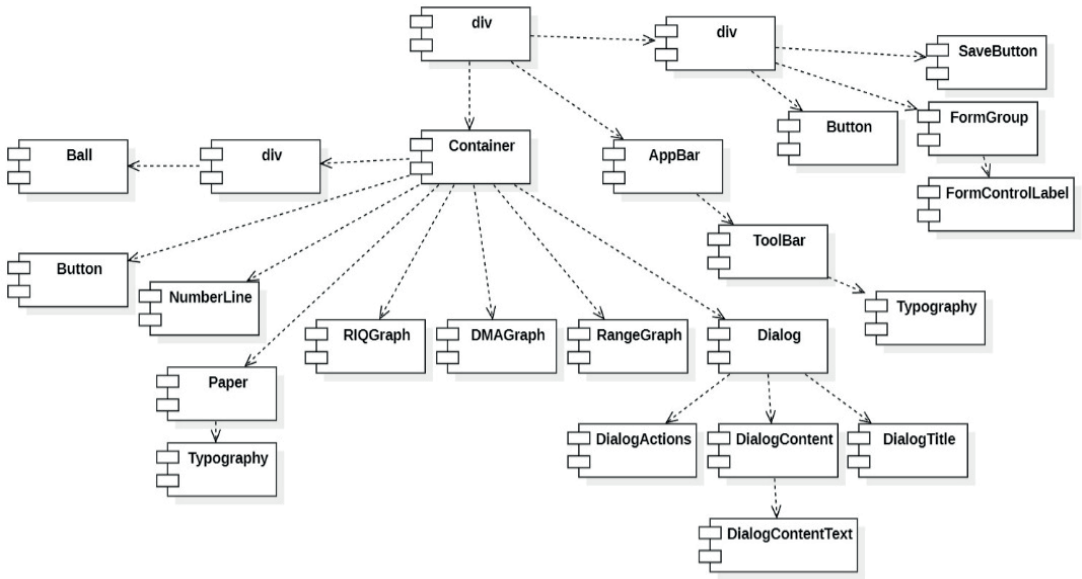


Fig. 1. Vista estática UML basada en componentes del Front-end de la propuesta para medidas de tendencia central y variabilidad.

La Figura 2 describe la arquitectura REST general de la propuesta del simulador Web para medidas de tendencia central y variabilidad. La implementación del ORM, mejoro la escalabilidad al facilitar la migración a otra base de datos que pueda soportar más: usuarios, transacciones, operaciones, etc., implementado una capa de abstracción para mapear objetos y atributos con sus correspondientes tablas y columnas de la base de datos, posibilitando escribir la lógica de negocios en un modelo orientado a objetos, mejorando la mantenibilidad de la propuesta, la implementación utilizo la API de Persistencia Java (Java Persistence API, JPA por sus siglas en inglés), utilizando la dependencia Spring Data JPA. Spring Boot utilizo Conectividad con Bases de Datos Java (Java Data Base Connectivity, JDBC por sus siglas en inglés) para establecer las conexiones con la base de datos, Spring Boot utilizo JpaRepository para la creación de: Crear, Leer, Actualizar y Borrar (Create, Read, Update and Delete, CRUD por sus siglas en inglés), para la creación de los contenidos dinámicos didácticos digitales interactivos de la propuesta. La Figura 2 expone el patrón Objeto de Acceso a los Datos (Data Access Object, DAO por sus siglas en inglés), posibilitándonos separar la lógica de acceso a los datos de la lógica de negocios. Spring-boot-starter-thymeleaf de Spring Boot fue empleado para las páginas Web dinámicas integrando el motor de plantillas Thymeleaf para las vistas de la propuesta, integrando los componentes de React en las UI de la propuesta en las vistas. Spring Security se utilizó para la autentificación y el control a los recursos. El estándar abierto para la creación de tokens de acceso JSON Web Token (JWT), posibilito la propagación de la identidad y privilegios, para la autorización de los recursos. REST se ha convertido en un estándar para desarrollar servicios Web, facilitando su desarrollo y consumo. REST adopta los fundamentos de la Web, con sus ventajas inherentes, para la implementación se utilizó la dependencia Spring Web que nos permitió utilizar: Spring MVC, soporte REST, HTTP e integración con Servlets, y resolución de vistas. El soporte para REST nos simplifico el desarrollo de servicios Web RESTful, fundamentales para aplicaciones Web modernas, proporcionando anotaciones para mapear solicitudes HTTP para los controlados. Los controladores utilizaron la notación @RestController, indicándole a Spring Boot que la clase sería un controlador de una API REST, utilizada para los métodos del CRUD, además se utilizaron notaciones como: @RequestMapping, @GetMapping, @PostMapping, @PutMapping, y @DeleteMapping, para la implementación de la API REST, permitiéndonos utilizar la arquitectura REST como una API, con los métodos: GET (leer recursos), POST (crear recursos), PUT (modificar recursos) y DELETE (borrar recursos). El punto final (endpoint) es una localización especifica en la API, y envía la respuesta correspondiente, el punto final es un URL siendo un punto de contacto entre el cliente y el servidor, además del método HTTP correspondiente, parámetros, encabezados y cuerpo de la solicitud. Las secciones anteriormente descritas son el núcleo fundamental del Back-end de la propuesta.

La propuesta empleo el marco de trabajo Spring Boot [18], el servidor Web fue Apache Tomcat 9.0.79 [21]. La base de datos empleada fue MySQL 8.0.12 [22]. Las vistas integraron las tecnologías: Thymeleaf, y React. Los controladores se implementaron con la notación @RestController. Spring Web en la propuesta nos posibilito mejorar la mantenibilidad, y con Spring Data JPA se mejoró la escalabilidad en la propuesta.

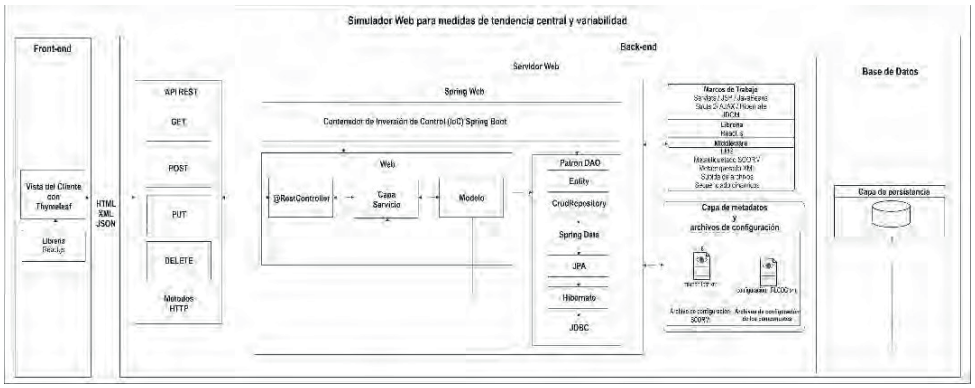


Fig. 2. Arquitectura REST general de la propuesta del simulador Web para medidas de tendencia central y variabilidad.

4 Resultados experimentales

La Figura 3 muestra la UI del CRUD del Simulador Web para medidas de tendencia central y variabilidad del ambiente del profesor, con las funcionalidades básicas de la propuesta con la base de datos, que permite la creación de contenido digital educativo didáctico, con las siguientes alternativas: Nuevo, Ver, Modificar, Borrar y Probar. La seguridad de la propuesta se implementó con Spring Security y JWT para la autorización de los recursos, la propuesta tuvo tres roles: administrador, profesor y administrador. Las Vistas de la propuesta utilizaron las tecnologías: Thymeleaf, y React, la clase JWTAuthenticationFilter verifica la existencia del token JWT, la clase JWTKey crea el token de acceso, y por último la clase JWTValidationFilter valida cada una de las solicitudes al recurso para la autentificación, y la autorización en relación al rol en la propuesta.

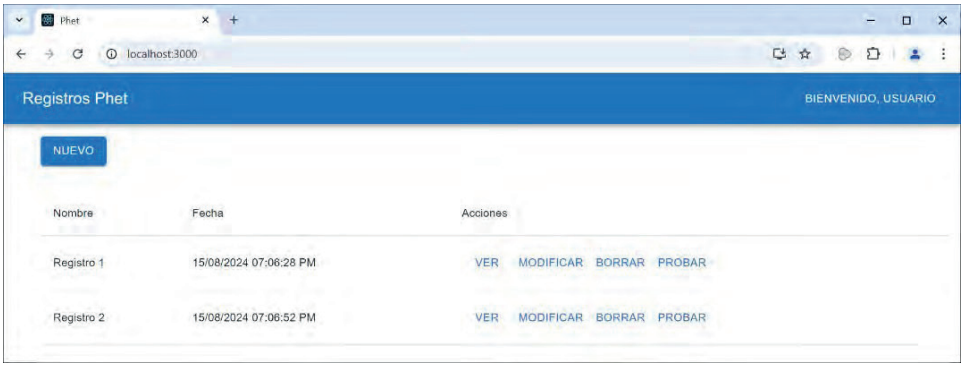


Fig. 3. CRUD mostrando los ejercicios del Simulador Web para medidas de tendencia central y variabilidad.

La Figura 4 muestra la UI de la opción Nuevo del Simulador Web para medidas de tendencia central y variabilidad de la propuesta, que posibilita a los docentes la creación de contenido digital educativo didáctico de apoyo a la enseñanza de operaciones en medidas de tendencia central y variabilidad. La Figura 4 tiene las opciones en la parte superior de mostrar: Rango, Rango Intercuartil, y Desviación Media Absoluta (DMA), y dependiendo de la selección mostrarla en la parte superior derecha. La Figura 4 en la parte inferior mues-

tra el cañón de disparo que permite lanzar disparos de manera aleatoria, mostrando la media y mediana de la distancia de los disparos de manera dinámica. La Figura 5 muestra la UI de la opción Probar del Simulador Web para medidas de tendencia central y variabilidad de la propuesta, que permite probar a los docentes el contenido digital educativo didáctico de apoyo a la enseñanza para medidas de tendencia central y variabilidad, en la parte superior izquierda de la Figura 5 se muestra un botón en verde con las distancias creadas aleatoriamente por el profesor previamente del ejercicio, estos datos se encuentran guardados previamente en la base de datos del simulador, al presionarlo se pueden ver la ejecución de los disparos del cañón con las distancias respectivas.

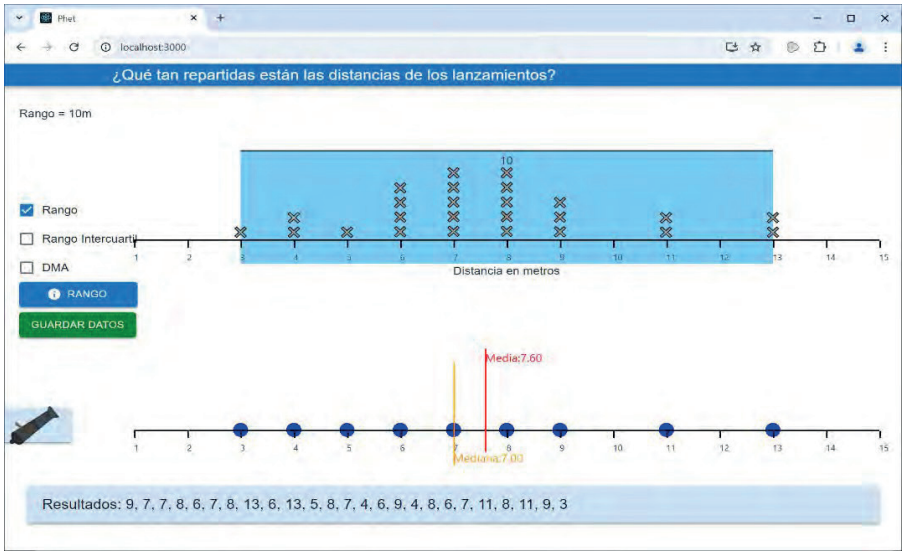


Fig. 4. UI para creación de un ejercicio del para medidas de tendencia central y variabilidad.

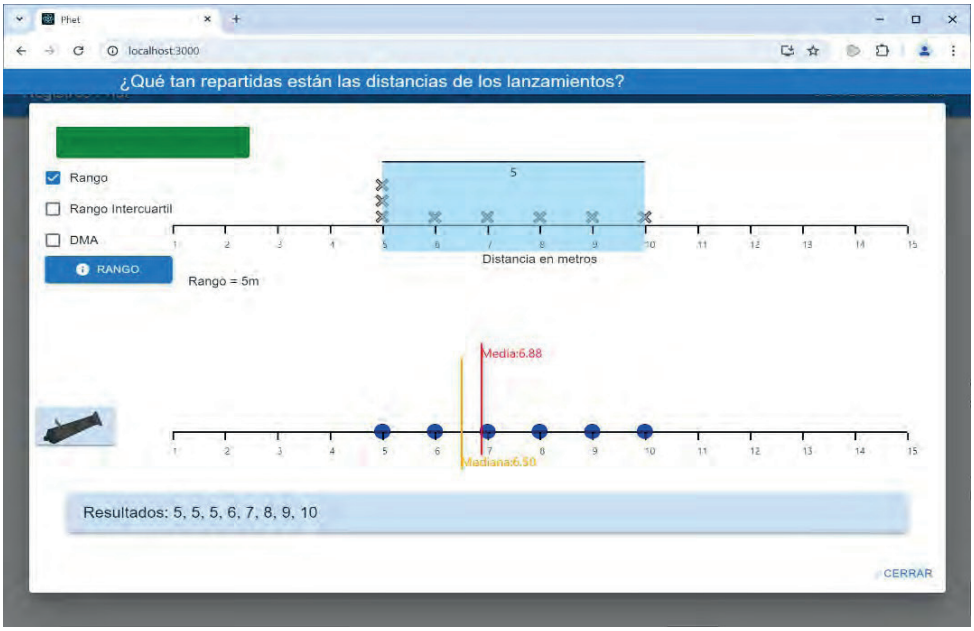


Fig. 5. UI para probar los ejercicios del para medidas de tendencia central y variabilidad.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La propuesta describió un Simulador Web para medidas de tendencia central y variabilidad de apoyo para medidas de tendencia central y variabilidad, mostrando de manera visual estos conceptos, para que el estudiante pueda obtener la noción y conceptualización de los conceptos de una manera práctica, en la actualidad se buscan que los estudiantes sean personas conscientes, con habilidades desarrollables, que las puedan aplicar en diversos contextos en su vida, y se busca que los estudiantes vayan más allá de la simple memorización, pero se necesitan de herramientas de apoyo de calidad para realizar este objetivo, y es en este punto donde la presente propuesta busca aportar. La propuesta simplifica el desarrollo de contenido digital educativo didáctico, tanto para los profesores y estudiantes, los materiales pueden ser: contenidos y evaluaciones, los materiales en el Front-End están basados en modelo de componentes, lo cual mejora la reutilización en la propuesta, con componentes propios personalizados, y se incluyeron componentes libres de terceros. El paradigma basado en componentes permite ensamblado y reensamblado de contenidos y evaluaciones de distintas formas, en el desarrollo de los materiales educativos, disminuyendo los tiempos de desarrollo de los materiales educativos de calidad de forma importante, previo un análisis y diseño de los mismos. Los contenidos digitales educativos didácticos desarrollados por la propuesta son interactivos y dinámicos, permitiendo a los estudiantes poner a prueba sus saberes, explorando sus respuestas con ejercicios prácticos interactivos y desafiantes.

El Back-end de la propuesta fue llevado a cabo con Spring Boot, que dispone de funcionalidades de primera línea, mencionando a continuación solamente algunas de las más sobresalientes llevadas a cabo en la propuesta: autentificación, autorización, JpaRepository, Spring Data JPA, ORM, JDBC, DI, y Seguridad. La persistencia de la propuesta utilizo: MySQL 8.0.12, JDBC, JpaRepository, Spring Data JPA, ORM, DAO. La propuesta utilizo una arquitectura REST aportando a la propuesta: flexibilidad, escalabilidad, independencia y portabilidad.

La propuesta busco en la medida de lo posible emplear librerías y marcos de trabajo de código libre, reduciendo los costos por licenciamiento del prototipo, con el objetivo de que la versión en su caso tenga el menor costo posible. Los patrones de diseño de software favorecieron la mantenibilidad y escalabilidad de la propuesta. En relación al trabajo futuro de la propuesta a continuación mencionaremos los más sobresalientes: desarrollar más componentes personalizados, captura y análisis de métricas de la propuesta, agregar un módulo de Inteligencia Artificial (Artificial Intelligence, AI por sus siglas en inglés).

Agradecimientos. Los autores de este artículo agradecen a la Universidad Politécnica de Querétaro, al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y a la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) por su apoyo para este trabajo dentro del proyecto SIP: 20242172. Los autores desean reconocer a todos sus colegas y a los estudiantes en general que participaron en el diseño y desarrollo del software, y materiales de aprendizaje descritos en este artículo, y en particular al estudiante: Rentería Cedillo Luis Francisco.

Referencias

[1] M. L. Sevillano, M. A. Pascual, et al, Investigar para innovar en enseñanza (2007) Madrid, España.

[2] H. M. Castellano, Enseñando con las TIC (2011) Buenos Aires, Argentina.

[3] V. Devedzic, Semantic Web and Education (2006) New York, USA.

[4] Sumas, restas, lenguas, y cuidado personal ¿qué incluyen los nuevos libros de primero de primaria?, URL: https://piedepagina.mx/sumas-restas-lenguas-y-cuidado-personal-que-incluyen-los-nuevos-libros-de-primero-de-primaria/

[5] J. Webber, S. Parastatidis, et al, REST in Practice (2010) California, USA.

[6] A. De, Spring, Hibernate, Data Modeling, REST and TDD:Agile Java Design and Development (2014).

[7] J. J. Nutaro, Building Software for Simulation (2011) New Jersey, USA.

[8] A. DasGupta, Probability for Statistics and Machine Learning (2011) Indiana, USA.

[9] Medidas de tendencia central, URL: http://prepa8.unam.mx/academia/colegios/matematicas/paginacolmate/a pplets/matematicas_IV/Applets_Geogebra/medtencen.html

[10] Deprecated APIs, Features, andOptions, URL: https://www.oracle.com/java/technologies/javase/9-deprecated-features.html

[11] Khan Academy, URL: https://es.khanacademy.org/

[12] Repaso de media, mediana y moda (artículo) | Khan Academy, URL: https://es.khanacademy.org/math/statistics-probability/summarizing-quantitative-data/mean-median-basics/a/mean-median-and-mode-review

[13] GeoGebra - the world's favorite, free math tools used by over 100 million students and teachers, URL: https://www.geogebra.org/

[14] Medidas de posición, de tendencia central y variabilidad – GeoGebra,

URL: https://www.geogebra.org/m/daEHewpE

[15] PhET: Free online physics, chemistry, biology, earth science and math simulations, URL: https://phet.colorado.edu/

[16] Centro y Variabilidad - Mediana | Media | Tendencia Central - Simulaciones Interactivas de PhET, URL: https://phet.colorado.edu/es/simulations/center-and-variability

[17] webpack, URL: https://webpack.js.org/

[18] Spring Boot, URL: https://spring.io/projects/spring-boot

[19] React – A JavaScript library for building user interfaces, URL: https://reactjs.org/

[20] MUI: The React component library you always wanted, URL https://mui.com/

[21] Index of /dist/tomcat/tomcat-9/v9.0.79, URL: https://archive.apache.org/dist/tomcat/tomcat-9/v9.0.79/

[22] MySQL, URL: https://www.mysql.com/

Capítulo 29

Laboratorio Virtual de Tecnologías Web con rúbrica basado en arquitectura REST

Rubén Peredo Valderrama [1] Iván Peredo Valderrama [2]

[1] Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional,
Av. Juan de Dios Bátiz S/N esquina con Miguel Othón de Mendizábal,
México, D.F., 07738. México rperedo@ipn.mx

[2] Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N
el Rosario el Marqués, México, Querétaro, CP. 76240. ivan.peredo@upq.edu.mx

Resumen. La presente propuesta describe un laboratorio virtual basado en Web para la experimentación de Tecnologías Web. El surgimiento de la Web junto con el navegador Web, posibilitaron la integración de proyectos y protocolos de comunicación, lo que posibilitado el desarrollo de herramientas de comunicación impensadas y nuevos paradigmas, siendo uno de estos modelos emergentes la Educación Basada en Web. Por lo anterior las Tecnologías Web han tomado un rol fundamental en diferentes universidades, debido a esto desarrollar estas competencias es fundamental. La Web ha posibilitado el desarrollo del paradigma de Laboratorios Basados en Web, permitiendo la experimentación en los cursos con diferentes modalidades. La propuesta implemento la experimentación de Tecnologías Web, en el Front-End se basó en el modelo de componentes para desarrollar la Interfaz de Usuario con actividades novedosas, además de mejorar la reutilización, y en el Back-End se implementó una arquitectura REST aportando: flexibilidad, escalabilidad, independencia y portabilidad.

Palabras clave: Laboratorio Virtual, Tecnologías Web, Componentes, REST.

1 Introducción

En la educación hay un gran imperativo de herramientas vanguardistas de calidad educativas en la totalidad de los niveles educativos. Del mismo modo se señala que hay una carencia de infraestructura educativa en términos generales [1].

Actualmente las escuelas han dejado de ser el centro de la información y conocimiento de las nuevas generaciones. Los niños actualmente están inmersos en un entorno tecnológico desde sus primeros días. Los cuales que han modificado su proceso de enseñanza/aprendizaje, y su manera de comunicarse. Esta nueva realidad es un reto, va más allá de cambiar los recursos didácticos tradicionales, por los nuevos recursos innovadores. Hay una necesidad por nuevas prácticas para hacer uso de estas tecnologías y volverlos significativos. Las instituciones educativas enfrentan el reto de utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (Information and Communications Technology, ICT por sus siglas en inglés), para posibilitar a los estudiantes con las herramientas para buscar facilitar la adquisición de conocimientos que se requieren para el siglo XXI. El reto requiere de muchos factores, que van desde una inversión en infraestructura, hasta finalmente un análisis pedagógico de los resultados obtenidos. El proceso de enseñanza/aprendizaje de las ICTs

es un reto por sí solo, pero representa también oportunidades, conocer las posibilidades de las herramientas de apoyo, lo cual nos posibilitara desarrollar espacios de interacción entre profesores y estudiantes, con roles diferentes a los tradicionales. Hay una transformación indispensable de las prácticas pedagógicas, integrándolas con las ICTs en las aulas, además debemos reflexionar en las estrategias didácticas, y los modelos educativos [2].

El profesor actualmente tiene constantes retos, uno es superar los desafíos tecnológicos, otro es la barrera tecnológica entre profesores y estudiantes. La conjunción de las computadoras, redes, Internet y Web, no garantizan cambios importantes en la educación. La inclusión de recursos digitales conlleva entender que las nuevas tecnologías son un reto a los conceptos tradicionales en el proceso enseñanza/aprendizaje. La Internet es uno de las invenciones más sobresalientes del siglo XX, ha transformando sustancialmente el acceso a la información, y la forma en nos comunicamos. En la educación tuvo una importante repercusión, debemos dejar los convencionalismos para aprovechar esta nueva herramienta, requiriendo una nueva actitud ante la adquisición de conocimiento, y una transformación de los roles tradicionales de los profesores y los estudiantes. La Web (World Wide Web, WWW por sus siglas en inglés) es uno de las aplicaciones más sobresalientes en la Internet, la cual es en términos generales un sistema distribuido de información sustentado en hipertexto, accesible por medio de un navegador Web. El enorme volumen de información que podemos acceder hace imperativo la adquisición de nuevas competencias, en este contexto es imperativo desarrollar las habilidades para poder a aprender a aprender. La conjunción de la Internet y la Web han hecho posible recursos impensables en la educación, donde el aula virtual es un espacio para fomentar nuevas formas de enseñar y aprender. El aula virtual es un espacio de aprendizaje que no existe, donde interactúan profesores y estudiantes, con recursos concretos por medio de la respectiva plataforma de aprendizaje [3].

En las pasadas décadas se ha perseguido integrar las tecnologías con tareas escolares. Estas inicialmente se conjuntaban en el laboratorio de cómputo, pero una de las recriminaciones a las computadoras en la educación se fundamentaba en que no existía evidencia tangible, de que fueran capaces de ocasionar una mejora en el proceso enseñanza/aprendizaje. La llegada primeramente de la Internet, y después de la Web junto con un navegador Web con una interfaz totalmente gráfica, posibilitaron la convergencia de diferentes iniciativas y protocolos de comunicación, para desarrollar softwares de comunicación impensables hace algunos años. La Internet ha proporcionado un estímulo significativo, convirtiendo a la computación en un área atractiva para: profesores, estudiantes y padres; integrando: una fuente de información, un canal de comunicación y un espacio virtual. La computación educativa inicio en su momento con un ímpetu significativo, integrando tecnologías en las instituciones educativas, de manera eficiente y racional en los procesos educativos. El paradigma original ha ido cambiado, pasando por un paradigma denominado e-learning que ocupa un rol significativo, con técnicas de instrucción interactivas a distancia, el prefijo e hace referencia a “electrónico” [4]. Otro paradigma notable se denomina Educación Basada en Web (Web Based Education, WBE por sus siglas en inglés), en este paradigma se conjunta en su totalidad los aspectos y procesos de la educación empleando la WWW como un medio de comunicación soportado por la tecnología [5].

El paradigma de componentes de software ha ido emergiendo, ya que hay un interés cada vez mayor por sistemas de software basados en componentes, que se puedan crear y

ensamblar de diversas formas, donde los componentes puedan utilizar las redes en general, y la Internet en particular, hay diferentes definiciones de lo que es un componente de software, pero en términos generales son una unidad de software modificables a través de interfaces expuesta, donde el tsunami de la Internet y la Web ha incrementado este interés. La utilización del Protocolo de Transferencia de Híper Texto (Hypertext Transfer Protocol, HTTP por sus siglas en inglés) ya tiene varias décadas utilizándose, desde la puesta en marcha del primer servidor Web, que permitió conectar diferentes sistemas en su momento, pero muchos consideran que ya es tiempo de ir más allá de solo usar el protocolo HTTP y el puerto 80 como canal de comunicación, utilizando como base a la Web para la coordinación entre sistemas, La arquitectura Representación de Transferencia de Estado (REpresentation State Transfer, REST por sus siglas en inglés) para sistemas hipermedia distribuidos ha ido creciendo, aprovechando la Web, ya que esta ha cambiado la manera en como accesamos y compartimos la información [6]. La arquitectura REST fue definida en el año 2000 por Roy Fielding, que también participo en la especificación de HTTP. La arquitectura REST es sin estado que es ejecutado sobre HTTP, la comunicación entre el cliente y el servidor es a través de peticiones sin estado, donde la solicitud debe contener la información necesaria para poder ejecutar la solicitud. La solicitud del lado del servidor necesita un Identificador de Recurso Uniforme (Uniform Resource Identifier, URI por sus siglas en inglés), que tiene que ser única para la aplicación Web. Los métodos HTTP estándar empleados se enumeran a continuación: GET, POST, PUT y DELETE; que se emplean en la arquitectura combinado con los URI para establecer en términos generales los denominados puntos finales (endpoints). Los recursos son accesibles por medio del URI y método HTTP respectivo. En la arquitectura REST la denominada representación es en términos generales un documento que representa la situación actual de un recurso [7].

La Internet ha ampliado de manera importante las capacidades de la Computadora Personal (Personal Computer, PC por sus siglas en inglés), de ser una computadora aislada, a una computadora conectada al mundo. La PC utilizando la Internet ha posibilitado acceso a una gran cantidad de aplicaciones Web. Existen el día de hoy múltiples aplicaciones que abarcan varias áreas como: compras, bancos, librerías, entretenimiento, pago de impuestos, etc.; estas tareas pueden ser llevadas a cabo por PC económicas con conexión a la Internet desde donde sea, y en cualquier momento. La mayoría de las aplicaciones son en términos generales orientadas al software, que no involucra acceso al hardware físico del lado del servidor. La Internet ha sido usada para múltiples propósitos en la educación. La Internet en conjunto con la Web proporciona un canal de comunicación multimedia entre profesores y estudiantes. La Internet y la Web han aportado muchas nuevas maneras innovadoras para mejorar el aprendizaje, y expandir las oportunidades para la educación. La educación a distancia y los salones de clase no tradicionales pueden alcanzar a más estudiantes, con una instrucción especializada, y a un ritmo personalizado para cada uno de los estudiantes. La incorporación de la Internet y la Web hacía la educación se lleva a cabo de las siguientes metodologías: desarrollo de un curso con funciones en línea y manejo del curso, desarrollar un laboratorio con animaciones multimedia o simulaciones para remplazar los experimentos físicos, y desarrollar un laboratorio basado en Web configurable para realizar experimentos remotos. Los Laboratorios Basados en Web (Web Based Laboratory, WBL por sus siglas en inglés) tienen lugar en el ámbito de la educación, donde la enseñanza tiene múltiples temas que tienen una por lo general una secuencia preestablecida, para que la

clase pueda también llevar a cabo ciertos experimentos con un espacio de tiempo limitado. Los WBL heredan las ventajas del paradigma de WBE siendo accesibles desde donde sea, y en cualquier momento, además de poder adaptarse al ritmo de los estudiantes. Debido a lo previamente descrito los WBL son opciones sobresalientes de apoyo en todo tipo de cursos con diferentes modelos, y modalidades [8].

La Web es una aplicación que posibilita divulgar información multimedia utilizando la infraestructura de la Internet. La Web utiliza el hipertexto que se refiere a documentos basados en texto con enlaces llamados hipervínculos, a otros documentos en muchos casos con multimedios, denominados también como hipermedia. Los documentos se van vinculando con otros documentos con hipertexto, se va desarrollando una red de computadoras enlazadas, los documentos que la conforman se denominada telaraña. La combinación de la Web y las bases de datos ha posibilitado una de las importantes fuentes de datos de alcance mundial, convirtiéndola a las aplicaciones Web y sus tecnologías involucradas en temas de actualidad y estudio de importancia mundial [9]. Debido a lo expuesto anteriormente no es sorpresa que la Web se haya convertido en la aplicación más importante que ejecuta sobre la infraestructura de la Internet, posibilitando el desarrollo de aplicaciones de colaboración y compartición de la información impensables hace algunos años, aplicables a diferentes ámbitos de interés, desde lo comercial, entre otros, hasta la educación, de ahí la importancia que ha tomado en diferentes instituciones educativas como un punto significativo de interés, tanto en su enseñanza como en aprendizaje, debido a que muchos egresados de estas instituciones se dedican a desarrollar aplicaciones Web en su día a día.

En términos generales una rúbrica es un mecanismo de evaluación del desempeño de los alumnos, siendo directrices concretas que evalúan los aprendizajes y evidencias de manera precisa, siendo en general tablas con los diferentes niveles de desempeño, criterios concretos, mostrando el cumplimiento de los objetivos y expectativas, además a los alumnos les denota la importancia de los contenidos y objetivos [10].

La presente propuesta muestra un laboratorio virtual de tecnologías Web con rúbrica, con una arquitectura REST, que simplifique el desarrollo de prácticas didácticas digitales, para posibilitar a los estudiantes la práctica de diferentes tecnologías Web, con la finalidad de apoyar a los estudiantes a relacionar los conceptos teóricos con la práctica de manera visual, proporcionando una experiencia práctica enriquecedora, y probar sus saberes con ejercicios prácticos. Mientras que los profesores puedan simplificar de manera importante el desarrollo de los contenidos dinámicos didácticos digitales interactivos del sistema,

2 Estado del Arte

La introducción de cursos en ciencias de la computación, donde los estudiantes buscaban entender la sintaxis y semántica de las construcciones en la medida como avanzaban, donde las actividades en los laboratorios parecían una manera para que los estudiantes lo llevaran a cabo. La introducción del termino laboratorio cerrado sin una definición de lo que significaba, propicio al menos cuatro definiciones: un tiempo calendarizado con estudiantes trabajando en asignaciones de programación bajo supervisión, un ejercicio y práctica calendarizado trabajando en mini problemas bajo supervisión, los laboratorios deben apoyar a los estudiantes a descubrir los principios y solución bajo supervisión, y una combinación de dos o más de los mencionados previamente; es importante resaltar que muchas actividades

mencionadas también pueden ser llevadas a cabo sin supervisión. Los ejercicios de laboratorio fueron sugeridos para muchas unidades de las materias, sin embargo, no había una definición concreta de lo que eran las actividades de laboratorio cerrado [11]. Para aprender un tema, necesitamos una inmersión en el tema de aprendizaje haciendo mejor que simplemente observar. La ciencia de la computación va más allá de programar, empleando a la programación como una herramienta para desarrollar soluciones en problemas desafiantes. En cada práctica de laboratorio, los estudiantes desarrollan programas o construcciones donde se aplican especificaciones técnicas específicas y técnicas para resolución de problemas. Los ejercicios usados en los laboratorios buscan involucrar a los estudiantes como activos, colaboradores creativos durante el proceso de aprendizaje. Donde los laboratorios son en términos generales puntos fundamentales para los cursos, permitiendo a los estudiantes una inmersión en los materiales del curso [12].

Hay diversas propuestas de laboratorios virtuales de apoyo a la enseñanza de las tecnologías Web en la Internet/Web. La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) tiene diversas iniciativas en línea, de las diferentes opciones seleccionamos una denominada: Fundamentos de aplicaciones Web, siendo la autora la maestra Karla A. Fonseca Márquez, y publicada por la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC), el curso tiene un Localizador de Recurso Uniforme (Uniform Resource Locator, URL por sus siglas en inglés) que nos permitió descargar el contenido correspondiente del curso, la propuesta tiene buenos contenidos acerca del tema, una buena estructura de los contenidos didácticos, cubre de manera reducida las siguientes tecnologías Web: Lenguaje de Marcado de Híper Texto (HyperText Markup Language, HTML por sus siglas en inglés), Hojas de Estilo en Cascada (Cascading Style Sheets CSS por sus siglas en inglés) y JavaScript; pero los contenidos están limitados a un archivo en Formato de Documento Portable (Portable Document Format, PDF por sus siglas en inglés) con sus respectivas restricciones, contiene enlaces a videos en YouTube, y recursos externos; también tiene descripciones de prácticas a llevar a cabo por parte del estudiante, en el curso se mencionan tareas y un examen final, pero esto no están plasmado en los contenidos del curso [13]. La academia Khan es una opción sobresaliente que abarca muchos temas, incluidas las tecnologías Web, elegimos entre las múltiples opciones disponibles la siguiente: Programación de computadoras, la cual tiene varios 8 unidades relacionados con las tecnologías Web, el contenido base para su contenido Web son videos multimedia con transcripciones en general, utiliza animaciones basadas en GIFs, proyectos con imágenes con código fuente para ser completado, un elemento interesante agregado es uso de aplicaciones del lado del cliente basadas en React, posibilitando escribir código HTML y verlo inmediatamente reflejado el resultado sin cambiar de página, lo cual es interesante, pero en la propuesta los ejercicios de los contenidos educativos didácticos digitales están preconfigurados, no teniendo la posibilidad de: crear, ver, modificar y borrar nuevos contenidos educativos didácticos digitales, restringiendo la reutilización de las partes del proyecto, que ha mejorado respecto a otras opciones que tiene la academia Khan, siendo una sobresaliente herramienta visual de apoyo, pero acotando su potencial [14]. El Proyecto de Laboratorios Virtuales es una iniciativa del ministerio de educación, del gobierno de la India apoyado por la Misión Nacional de Educación a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (National Mission on Education through Information and Communication Technology, NMEICT por sus siglas en inglés). El proyecto es un consorcio de doce institutos y el Instituto Indio de Tecnología de Delhi (Indian Institute of Technology Delhi, IIT Delhi

por sus siglas en inglés), siendo el coordinador. La propuesta es un cambio de paradigma en la educación basada en las TICs. La iniciativa ha iniciado un cambio de este tipo en el contexto de la experimentación a distancia. En el contexto del Proyecto de Laboratorios Virtuales se han llevado a cabo más de 700 laboratorios experimentales por medio de la Internet y la Web, para su utilización y visualización a distancia, de las diferentes opciones de la iniciativa seleccionamos una denominada: Basics of HTML Virtual Lab, siendo un laboratorio virtual sobre las bases de HTML compuesto de las siguientes secciones: introducción, objetivo, lista de experimentos., audiencia objetivo, alineamiento del curso, y retroalimentación. Los contenidos Web, la propuesta tiene buenos contenidos Web acerca del tema, una buena estructura de los contenidos didácticos, y enfocándonos en la parte experimental del curso tiene una lista de diez experimentos: introducción a HTML, aplicación de atributos en las etiquetas HTML, inserción de imágenes por medio de la etiqueta img, usando etiquetas ancla para hipervínculos, funcionamiento de la etiqueta marquee en HTML, etc., cada una con las siguientes secciones: objetivo, teoría, preexamen, procedimiento, simulación, postexamen, referencias y retroalimentación. En la parte de experimentación de introducción a HTML, tiene una aplicación con unos botones que muestran un conjunto reducido de etiquetas HTML que al dar clic cambia una imagen con un código básico de la etiqueta seleccionada, en seguida se tienen los pasos para llevar la actividad, en la parte inferior izquierda se tiene un simulador con una sección para escritura de código, mientras que en la derecha se tiene una vista previa de la sección de resultados, que muestra el resultado del código inmediatamente ingresado en la sección para escritura de código sin cambiar de página, lo cual es interesante, pero en la propuesta los ejercicios de los contenidos educativos didácticos digitales están preestablecidos, no teniendo la posibilidad de: crear, ver, modificar y borrar nuevos contenidos educativos didácticos digitales, delimitando la reutilización de las partes del proyecto, pero demarcando su potencial [15].

La presente propuesta muestra un laboratorio virtual de tecnologías Web con rúbrica de enseñanza práctica de apoyo para medidas con componentes personalizados novedosos basados en React en el Front-End, con una arquitectura REST en el Back-End, que posibilita poner a prueba los saberes de los estudiantes de manera práctica, posibilitando a los estudiantes asociar los conceptos teóricos de las tecnologías Web con su representación visual, permitiendo una experiencia práctica enriquecedora, y probar ejercicios prácticos. Los profesores mientras tanto facilitan de manera significativa el desarrollo de contenidos dinámicos didácticos digitales interactivos del tema de tecnologías Web.

3 Metodología usada

El Front-End empleo el empaquetador de módulos Webpack [16], que nos posibilito crear en un solo archivo con todos los módulos que la aplicación requirió para su funcionamiento. Webpack se configuro para llevar a cabo tareas en el desarrollo del Front-End de forma automatizada, y preparar a la propuesta para producción. Webpack requirió solamente de la pendencia de contexto Node.js, y su manejador de paquetes npm (node package manager) para la instalación de Webpack en la propuesta. Webpack posteriormente fue configurado para incluir librerías con componentes, estilos, etc., siendo los principales: React, ReactDOM, BrowserRouter, Switch, Route, Bootstrap, React-Bootstrap, axios, React-Router-DOM, Link, Redirect. Posteriormente se configuro el cargado: babel-loader, debido a que las codificaciones de los componentes de las Interfaz de Usuario (User Interface, UI por

sus siglas en inglés) de la propuesta utilizaron ECMAScript 6 (JavaScript 6), transpilandolos a la versión a ECMAScript 5 (JavaScript 5), mejorando el Requerimiento No Funcional (RNF) de compatibilidad, ya que tiene un gran soporte por parte de los navegadores Web actuales. Webpack nos permitió empaquetar los recursos de la propuesta en un solo archivo, mejorando los tiempos de carga de la propuesta. Webpack se utilizó en el modo de desarrollo, pero una vez que se tuvo la versión final se pasó al modo de producción permitiéndonos una mejor optimización, eliminando datos redundantes de los recursos sin afectaciones en su procesamiento en los navegadores Web. El Back-End se codifico con Spring Boot [17], un marco de trabajo de código abierto basado en Java, que tiene características avanzadas que aportan a la propuesta, teniendo una gran cantidad de anotaciones abreviando el desarrollo de las funcionalidades de la propuesta, ocasionando en contraposición que partes del código sean difíciles de entender, pero reduciendo la codificación de la propuesta.

La Figura 1 expone el diagrama de componentes que muestra la estructura de la propuesta, mostrando las partes de la propuesta denominadas componentes, que son unidades de composición, mostrando además las relaciones de dependencia entre las unidades, los componentes son unidades independientes, intercambiables, mostrándonos la vista estructural estática de la propuesta. La Figura 1 muestra la UI del editor de código React en tiempo real con html, css y javascript con vista previa del Laboratorio Virtual de Tecnologías Web con Rúbrica (LVTWR), ensamblada por los componentes principales: App, div, DataProvide, Home, Code, Container, Editor, y Result. Además, se utilizaron componentes de terceros de la iniciativa denominada Material UI, que es una librería de componentes React [18] de código abierto que llevo a cabo el Material Design de Google [19], los cuales se emplearon para las UI de la propuesta. Finalmente, el componente axios posibilitó la comunicación asíncrona entre el Front-End y el Back-End de la propuesta. La Figura 4 es la implementación de la UI de la Figura 1.

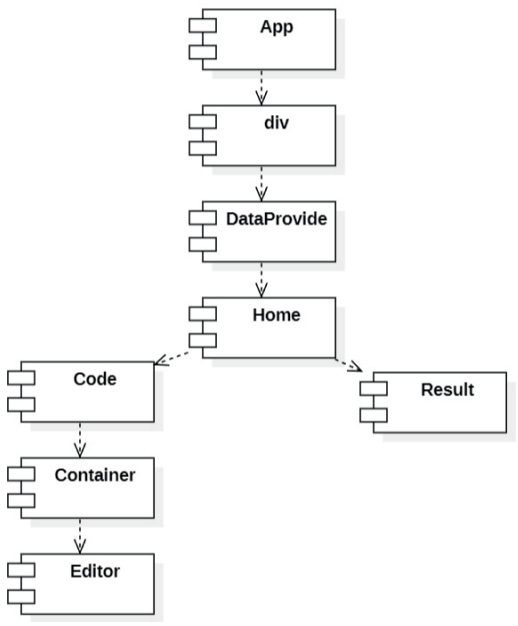


Fig. 1. Vista estática UML basada en componentes del Front-End de la propuesta para el LVTWR.

La Figura 2 expone la arquitectura REST general del LVTWR. El Back-End se codifico con el lenguaje de programación Java en conjunto con el marco de trabajo Spring Boot, que tiene opciones avanzadas que contribuyeron de manera importante al desarrollo de la propuesta. La propuesta sustituyo una lógica de negocios basada en sentencias del Lenguaje de Consultas Estructuradas (Structured Query Language, SQL por sus siglas en inglés), para el Sistema Manejador de Base de Datos (Data Base Management System, DBMS por siglas en inglés), pero a pesar de que SQL es un estándar, este tiene cambios continuamente en los diferentes DBMS, lo que obstaculiza la migración de un DBMS a otro, e incluso una migración a otra versión del mismo DBMS, debido que a pesar de que SQL es un estándar, las diferentes versiones de SQL en sus respectivos DBMS crean sentencias SQL incompatibles, afectando el Requerimiento No Funcional de escalabilidad, debido a lo anterior migrar de una base de datos a otra más robusta es un reto técnico. Una manera para desarrollar la escalabilidad de la propuesta fue la implementación del Mapeado Objeto Relacional (Object Relational Mapping, ORM por sus siglas en inglés), posibilitándonos realizar una capa de abstracción para mapear objetos/atributos a tablas/columnas de la base de datos, permitiéndonos codificar la lógica de negocios en un modelo orientado a objetos, que además de mejorar la escalabilidad de la propuesta, facilito su legibilidad y mantenibilidad de la misma. Anteriormente habíamos utilizado Hibernate [20] para implementación del ORM, pero en esta ocasión se llevó a cabo a través de la API de Persistencia Java (Java Persistence API, JPA por sus siglas en inglés) de la dependencia Spring Data JPA. Además, Spring Boot simplifico la Conectividad con Bases de Datos Java (Java Data Base Connectivity, JDBC por sus siglas en inglés) para las conexiones con la base de datos, Spring Boot cuenta también con JpaRepository, que favorece la creación de las funciones genéricas básicas de la propuesta con la base de datos para: Crear, Leer, Actualizar y Borrar (Create, Read, Update and Delete, CRUD por sus siglas en inglés). La Figura 2 también expone el patrón Objeto de Acceso a los Datos (Data Access Object, DAO por sus siglas en inglés), que separó la lógica de acceso a los datos de la lógica de negocios. Spring-boot-starter-thymeleaf de Spring Boot posibilito páginas Web dinámicas integrando el motor de plantillas Thymeleaf con React para las vistas de la propuesta como se ve en la parte izquierda de la Figura 2, incorporando componentes de React de las UI de la propuesta en las vistas. Spring Security se empleó en la autentificación y el control a los recursos. El estándar abierto para la creación de tokens de acceso JSON Web Token (JWT), permitió la difusión de la identidad y privilegios, para la autorización de los recursos. La arquitectura REST ha ganado popularidad para desarrollar servicios Web, el apoyo para REST facilitó el desarrollo de servicios Web, esenciales para aplicaciones Web modernas, ya que mejoran la interoperabilidad entre aplicaciones, la implementación se hace por medio de anotaciones para mapear solicitudes HTTP para los controladores. Los controladores se codifican con la notación @RestController, utilizada para los métodos del CRUD, utilizando notaciones como: @RequestMapping, @GetMapping, @PostMapping, @PutMapping, y @DeleteMapping, la implementación de la API REST con Spring Boot se agilizo, simplificando la arquitectura REST como una API, con los métodos: GET (leer recursos), POST (crear recursos), PUT (modificar recursos) y DELETE (borrar recursos). La funcionalidad de la propuesta es accesible por medio de los puntos finales (endpoints), los cuales son en términos generales un URL y el método HTTP asociado, conjuntamente de los parámetros, encabezados y el cuerpo de la solicitud.

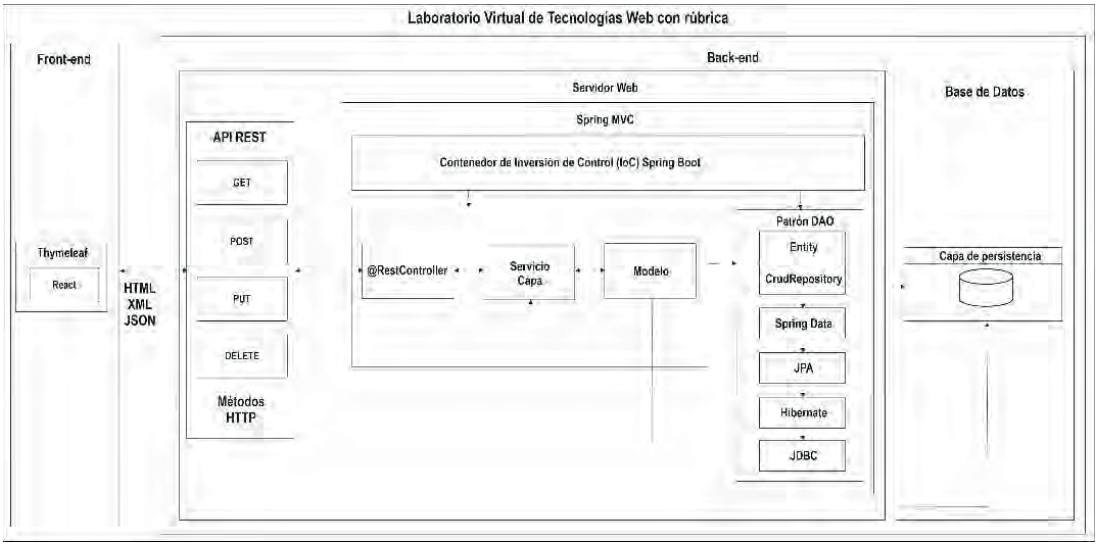


Fig. 2. Arquitectura REST general del LVTWR.

4 Resultados experimentales

La Figura 3 muestra la UI del CRUD mostrando los ejercicios del LVTWR del profesor, con las funciones básicas del CRUD de la propuesta con la base de datos, para la creación de contenido digital educativo didáctico, reutilizando el componente del editor de código React en tiempo real con html, css y javascript con vista previa del LVTWR, teniendo el CRUD las opciones: Crear Nuevo Proyecto, Ver Ejercicio, Modificar Ejercicio, y Eliminar Ejercicio. Las Vistas de la propuesta utilizaron las tecnologías: Thymeleaf, y React. La seguridad en la propuesta se implementó con Spring Security y JWT para la autorización de la propuesta, la clase JWTAuthenticationFilter comprueba si existe el token JWT, la clase JWTKey crea el token de acceso, y la clase JWTValidationFilter hace la validación cada vez que se hace una solicitud al recurso para la autentificación de los usuarios, y la autorización a los recursos en función del rol en la propuesta.

Fig. 3. UI del CRUD mostrando los ejercicios del LVTWR.

La Figura 4 muestra la UI de la opción Crear Nuevo Proyecto del LVTWR de la propuesta, que denominamos: editor de código React en tiempo real con html, css y javascript con vista previa, que permite a los profesores la creación de contenido digital educativo didáctico de apoyo a la enseñanza del LVTWR, el editor de código React en tiempo real con html, css y javascript con vista previa tomo como base el proyecto: GitHub - pitabasdev/code-editor at reactjsexample.com [21], y se adaptó a la propuesta mejorándolo con la implementación del CRUD. La Figura 4 en la parte superior las secciones: HTML, CSS y JS, donde el profesor ´puede escribir el código para la práctica correspondiente, y en la parte inferior se muestra la vista previa sin cambiar de página Web, y finalmente en el fondo en la parte izquierda se tiene un enlace denominado: Guardar Proyecto, que nos permite guardar en el sistema los códigos correspondientes.

La Figura 5 muestra la UI del editor de formularios React dinámico del LVTWR de la propuesta, que es una aplicación React propuesta por nosotros denominada: editor de formularios React dinámico, que nos posibilita crear formularios HTML 5 de manera dinámica. En Figura 5 en la parte izquierda tenemos los componentes respectivos de las etiquetas HTML 5 para los formularios, donde el profesor puede crear un formulario dinámico, colocando la etiqueta del formulario que deseemos en la parte central, al seleccionar la etiqueta que hayamos elegido en la parte central, nos desplegara los atributos más comunes de la etiqueta correspondiente, permitiendo al profesor personalizarlo, y finalmente en la parte derecha de la Figura 5 se mostrara de manera inmediata el código HTML del formulario que hayamos creado con sus atributos que hayamos configurado, sin tener que estar cambiando de página Web. El editor de formularios React dinámico al igual que el editor de código React en tiempo real con html, css y javascript con vista previa, también tiene un CRUD asociado con las ventajas previamente mencionadas.

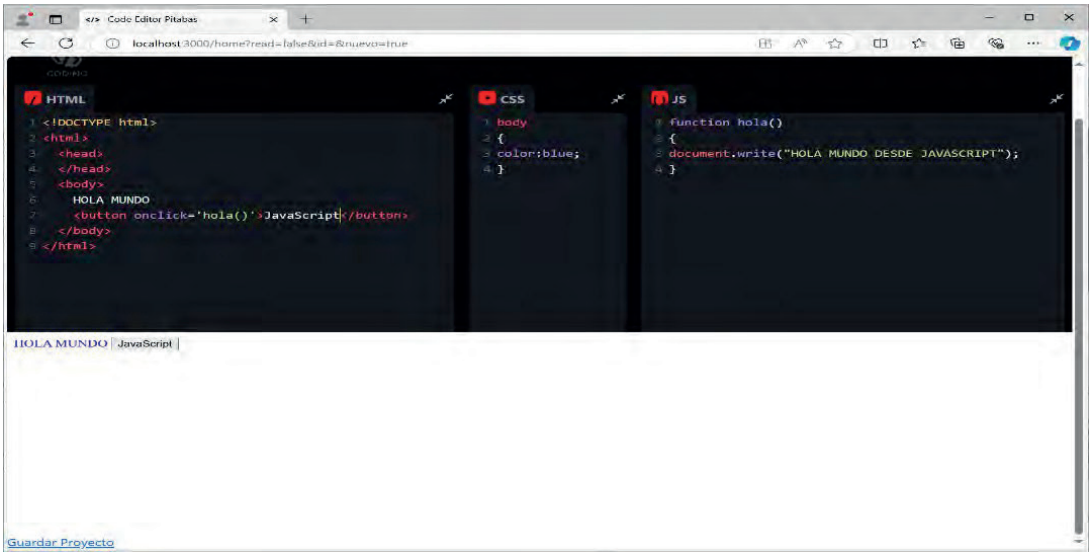


Fig. 4. UI del editor de código React en tiempo real
con html, css y javascript con vista previa del LVTWR.

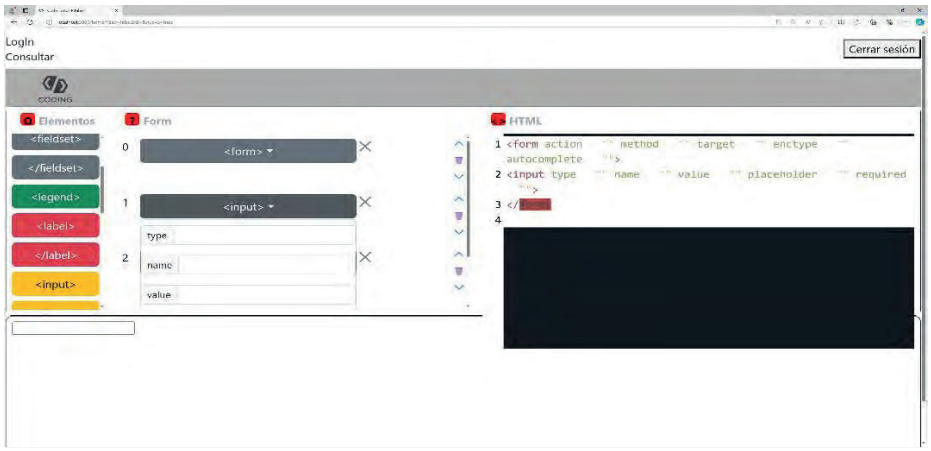


Fig. 5. UI del editor de formularios React dinámico del LVTWR.

La rúbrica es una tabla como la que se muestra en la Figura 6, que el profesor crea dinámicamente, teniendo en este caso las siguientes columnas: Criterio, Porcentaje Fijo, Porcentaje por Nivel, Niveles y Seleccionado; con la finalidad de evaluar el desempeño de los estudiantes con base a criterios específicos siendo en este caso los siguientes: Funcionalidades de las solicitudes asíncronas, Manejo del DOM y actualización dinámica, Gestión de errores y actualización y Reporte técnico; posibilitándonos una directriz transparente para la evaluación, buscando reducir al máximo la subjetividad en la evaluación. La Figura 6 muestra la UI para la evaluación de una práctica con la rúbrica, escogiendo el profesor los elementos a evaluar establecidos en la rúbrica que considere adecuados para evaluar al estudiante, de la práctica correspondiente.

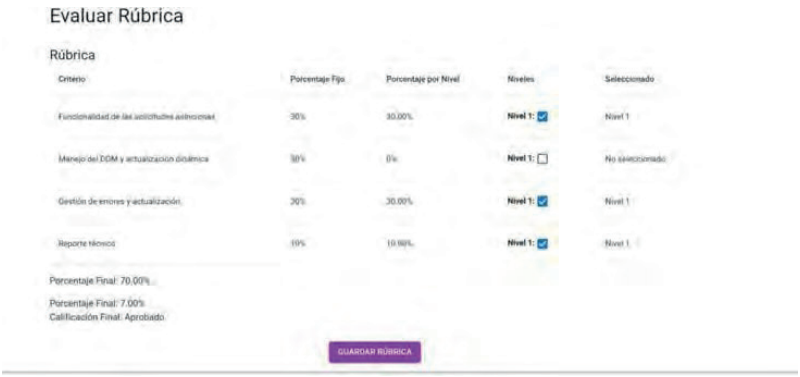


Fig. 6. UI para Evaluación de práctica con Rúbrica [22].

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La propuesta expuso un laboratorio virtual de tecnologías Web con rúbrica de apoyo, desplegando de forma visual los conceptos, para que los estudiantes pueda alcanzar primeramente una noción, y posteriormente una mejor conceptualización de los conceptos de forma práctica, buscando superar la memorización, buscando hacer que los estudiantes sean individuos conscientes, que puedan a aprender a aprender, que desarrollen competencias, aplicables a lo largo de sus vidas, superando la simple memorización pero traicionera,

requiriendo de herramientas de apoyo innovadoras para llevar a cabo este objetivo, siendo en esto donde la presente propuesta busca hacer sus aportaciones. La propuesta a diferencia de otras, donde los materiales digitales están preconfigurados y hacen los mismo una y otra vez, posibilita el desarrollo de contenido digital educativo didáctico dinámico, simplificando el trabajo de los profesores, mientras que para los alumnos posibilita practicar por medio de estos ejercicios personalizados, los materiales pueden ser utilizados tanto como contenidos Web como evaluaciones. En la propuesta en el Front-End se utilizó el modelo basado en componentes, aportando a la propuesta reutilización, un punto importante a resaltar que para la presente propuesta se desarrollaron dos aplicaciones novedosas con React para posibilitar la práctica con las tecnologías Web: editor de código React en tiempo real con html, css y javascript con vista previa, y un editor de formularios React dinámico; las dos aplicaciones React se les agrego un CRUD para posibilitar la creación de contenido Web dinámico basado en estas dos aplicaciones, que los diferencian de otras propuestas vistas en el estado arte, además de que se pueden ensamblar y reensamblar para crear nuevos contenidos Web y evaluaciones dinámicas, reduciendo la complejidad y los tiempos de desarrollo para los profesores. Los contenidos digitales educativos didácticos desarrollados en la propuesta son interactivos y dinámicos, donde los estudiantes pueden poner a prueba sus saberes, explorando sus respuestas con ejercicios prácticos interactivos y desafiantes.

El Back-End empleo Spring Boot como ya se ha mencionado anteriormente, pero es importante destacar que el marco de trabajo tiene opciones avanzadas que buscamos incorporar a la propuesta, indicando en seguida únicamente las que consideramos las más sobresalientes utilizadas en la propuesta: autentificación, autorización, JpaRepository, Spring Data JPA, ORM, JDBC, DI, y Seguridad. La persistencia de la propuesta utilizo: MySQL 8.0.12, JDBC, JpaRepository, Spring Data JPA, ORM, DAO. La propuesta empleo una arquitectura REST aportando: flexibilidad, escalabilidad, independencia y portabilidad.

La propuesta empleo en lo posible utilizar librerías y marcos de trabajo de código libre, para reducir los costos de licenciamiento del prototipo, para que la versión de producción en su caso tenga el menor costo posible. Los patrones de diseño beneficiaron la mantenibilidad y escalabilidad en la propuesta. En cuanto al trabajo futuro de la propuesta enumeraremos a continuación las que consideramos las más importantes aplicaciones React: editor de código React de etiquetas de estructura básica, editor de código React de etiquetas semánticas, editor de código React de contenido multimedia, editor de código React de tablas, y un editor de código React en tiempo real con ECMAScript 6 con vista previa. La captura y análisis de métricas de los estudiantes en la propuesta es otro punto que consideramos interesante, para hacer un sistema asistencial que proporcione sugerencias personalizadas en función del desempeño de los estudiantes, y finalmente incorporar un módulo de Inteligencia Artificial (Artificial Intelligence, AI por sus siglas en inglés).

Agradecimientos. Los autores de este artículo agradecen a la Universidad Politécnica de Querétaro, al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y a la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) por su apoyo para este trabajo dentro del proyecto SIP: 20242172. Los autores desean reconocer a todos sus colegas y a los estudiantes en general que participaron en el diseño y desarrollo del software, y materiales de aprendizaje descritos en este artículo, y en particular al estudiante: Andrés Vanegas García, David Baltazar Real, Edwin Bernardo Cruz Villalba, y Luis Alberto Vega Martínez.

Referencias

[1] Sumas, restas, lenguas, y cuidado personal ¿qué incluyen los nuevos libros de primero de primaria?, URL: https://piedepagina.mx/sumas-restas-lenguas-y-cuidado-personal-que-incluyen-los-nuevos-libros-de-primero-de-primaria/

[2] V. Caccuri, Educación con TICs (2013) Buenos Aires, Argentina.

[3] V. Caccuri, Computación para docente (2012) Buenos Aires, Argentina.

[4] H. M. Castellano, Enseñando con las TIC (2011) Buenos Aires, Argentina.

[5] V. Devedzic, Semantic Web and Education (2006) New York, USA.

[6] J. Webber, S. Parastatidis, et al, REST in Practice (2010) California, USA.

[7] A. De, Spring, Hibernate, Data Modeling, REST and TDD:Agile Java Design and Development (2014).

[8] C.C. Ko, B. M. Chen and J. Chen, Creating Web-based Laboratories (2004), USA.

[9] J. Glenn, Introducción a la computación (2012) Madrid, España.

[10] ¿Cómo elaborar una rúbrica?, URL: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000100010

[11] N. B. Dale, A Laboratory Course in Java (2000).

[12] J. Roberge, J. Robergé, M. Bauer, and G. K. Smith, Engaged Learning for Programming in C++: A Laboratory Course (2001).

[13] Fundamentos de aplicaciones Web | Red de Responsables TIC, URL: https://www.red-tic.unam.mx/content/fundamentos-de-aplicaciones-web

[14] Programación de computadoras | Computación | Khan Academy, URL: https://es.khanacademy.org/computing/computer-programming

[15] Welcome to Virtual Labs, URL: https://html-iitd.vlabs.ac.in/

[16] webpack, URL: https://webpack.js.org/

[17] Spring Boot, URL: https://spring.io/projects/spring-boot

[18] React – A JavaScript library for building user interfaces, URL: https://reactjs.org/

[19] MUI: The React component library you always wanted, URL https://mui.com/

[20] Hibernate. Everything data., URL https://hibernate.org/

[21] GitHub - pitabasdev/code-editor at reactjsexample.com, URL https://github.com/pitabasdev/code-editor?ref=reactjsexample.com

[22] D. Baltazar, E. B. Cruz y L. A. Vega. “Aplicación Web para prácticas virtuales multimedia de HTML y CSS con un entorno de pruebas y rúbrica basada en componentes de apoyo para el desarrollo de aplicaciones Web,” Trabajo Terminal, ISC, ESCOM-IPN, CDMX, México, 2024.

Capítulo 30

R3e, Repositorio de referencias de recursos educativos

Juan José López Cisneros[1], Félix Arreola Rodríguez[2], Noé Gilberto Menchaca de Alba[3]

[1, 2] Universidad de Guadalajara – Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Blvd. Marcelino García Barragán 1421, Olímpica, Guadalajara, Jalisco, 44430. México
[1]juan.lopez@académicos.udg.mx, [2]felix.arreola9071@alumnos.udg.mx

[3] Universidad de Guadalajara – Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, Calzada Independencia Norte No. 5075, Huentitán El Bajo S.H., Guadalajara, Jalisco., 44250. México [3]noe.menchaca@academicos.udg.mx

Resumen. Los recursos educativos que consultan los estudiantes en las instituciones de educación superior son recuperados de diversas fuentes. El objetivo de este documento es compartir la experiencia de la creación de un repositorio de referencias de recursos educativos que permitirá realizar analíticas futuras del comportamiento de los estudiantes y sus preferencias con las referencias publicadas. Durante su desarrollo se generó la propuesta de una plataforma web como repositorio y su puesta en marcha para la recolección de diversos datos relacionados con el usuario y las referencias. En conclusión, al tener el repositorio en línea los estudiantes a través de encuestas han proporcionado retroalimentación que han permitido realizar mejoras al sistema.

Palabras claves: Recursos educativos, Metadatos, Estrategias educativas, Analíticas del aprendizaje.

1 Introducción

La búsqueda de recursos educativos es un tema vigente para los estudiantes de todo nivel educativo. De acuerdo con Area [1] la escuela y los niños del presente necesitan de los materiales educativos del siglo XXI que son audiovisuales e informáticos, y no sólo de aquellos utilizados en las aulas del XIX y del XX que estaban fabricados únicamente en papel.

En Chatti et al. [2] se menciona el interés creciente en el análisis automático de los datos educativos para mejorar la experiencia de aprendizaje. Es un área de investigación denominada analítica del aprendizaje. La analítica pretende, determinar qué datos se recolectarán y analizarán, para quiénes se orienta el análisis (estudiantes, profesores, directivos), establecer propósitos de uso, así como definir técnicas, métodos y herramientas de análisis.

Viera [3] comenta que, con el gran volumen de documentos producidos en la web por individuos, organizaciones no gubernamentales e instituciones públicas y privadas, existe una gran necesidad de disponer de instrumentos tecnológicos que ayuden a procesar, extraer y resumir las diversas informaciones útiles.

Janse van Vuuren [4] afirma, que las instituciones de educación superior han estado buscando formas de mejorar el rendimiento de los estudiantes y mejorar las prácticas de enseñanza y aprendizaje. En esta búsqueda, el uso y análisis de los datos disponibles sobre el éxito de los estudiantes se ha convertido en una base valiosa para la toma de decisiones informadas.

Area y Adell [5] hacen énfasis en que se llevan varias décadas intentando incorporar las tecnologías digitales al sistema escolar, por lo que en numerosas ocasiones la presencia de las TIC no ha representado más que un mero cambio cosmético de las prácticas de aprendizaje que allí ocurren.

Algunas de las preguntas en relación a la creación de un repositorio de referencias de recursos educativos son: ¿Cómo debe ser la navegación del repositorio para la localización de los recursos? ¿qué datos de los usuarios y los recursos educativos debe almacenarse? ¿Cómo presentar la información a los usuarios?

La pertinencia de la puesta en marcha de un repositorio en la institución puede presentar beneficios a estudiantes y profesores. Desde la práctica educativa, ¿cómo ir integrando este tipo de repositorios al día a día de la vida académica universitaria de los participantes? ¿Cómo el profesor/institución puede analizar el impacto de ciertos recursos educativos? Este proyecto ha brindado experiencia al grupo de trabajo que lo implementa y que busca la mejora continua del mismo.

2 Estado del arte

Las instituciones educativas como lo indican Karkhanis & Dumbre [6] necesitan desarrollar modelos para brindar información detallada a los estudiantes y al profesorado relacionada con el desempeño, la asistencia, los requisitos del programa y la información relacionada con el curso. Estos pueden presentarse en forma de gráficos, cuadros y otras figuras explicativas al personal administrativo para mantenerlos bien informados sobre el progreso del estudiante.

En Ifenthaler & Widanapathirana [7] se ilustra una visión holística de un "Framework LA" que vincula distintos tipos de información educativa de una manera significativa, como: partes interesadas individuales, su interacción con la red social, el entorno de aprendizaje en línea, así como requisitos curriculares. El procesamiento y análisis de los datos combinados se lleva a cabo en un almacén de datos de múltiples capas.

La minería de datos educativos (EDM) y las analíticas del aprendizaje (LA) según Liñán & Pérez [8] son campos de investigación que se ha visto impulsado por el aumento de la capacidad informática para almacenar y analizar enormes cantidades de datos y la disponibilidad de métodos y técnicas estadísticas, de aprendizaje automático y de extracción de datos.

Para Greller & Drachsler [9] la proliferación de entornos de aprendizaje interactivos, sistemas de gestión del aprendizaje (LMS), sistemas de tutoría inteligentes, sistemas de portafolios electrónicos y entornos personales de aprendizaje (PLE) en todos los sectores de la educación produce grandes cantidades de datos de seguimiento. Pero, aunque estos entornos de aprendizaje electrónico almacenan datos de los usuarios automáticamente, la explotación de los datos para el aprendizaje y la enseñanza sigue siendo muy limitada.

3 Metodología utilizada

La metodología propuesta siguiente es utilizada para desarrollar e implementar el repositorio de referencias de recursos educativos, la cual consiste en los siguientes pasos:

1 *Definición técnica del proyecto*. Se establecen los objetivos, requisitos y alcances del proyecto.
2 *Arquitectura propuesta*. Define una guía para el diseño del sistema y la distribución de responsabilidades de sus componentes.
3 *Flujo de interacción*. Describe cómo interactúan los usuarios con el sistema. Según su rol es esencial para entender cómo se utilizará y cómo ser diseñado.
4 *Modelo de transacciones*. Se proporciona información detallada de cómo se gestionarán y manipularán los datos en el sistema.
5 *Base de datos propuesta*. Define cómo se almacenarán y organizarán los datos en el sistema.
6 *Prototipo funcional*. Permite validar las decisiones de diseño y obtener retroalimentación temprana de los usuarios.
7 *Evaluaciones de usabilidad*. Se aplican métodos para evaluar la usabilidad del sistema, así como los resultados obtenidos.
8 *Herramientas y lenguajes utilizados*. Se enumeran las herramientas, '*frameworks*' y lenguajes de programación utilizados en el desarrollo del proyecto.

4 Resultados experimentales

En esta sección se muestra los elementos creados según la metodología establecida para el desarrollo del repositorio.

Siendo el año de 2020 se redactó la definición técnica del proyecto, el objetivo fue tener una herramienta en línea que almacenara referencias de recursos educativos para que los estudiantes tuviesen la posibilidad de interactuar con estos y, por lo tanto, que se generara una base de conocimiento.

Se realizaron varios documentos que establecieron los alcances y delimitaciones del repositorio. Se propuso la participación de algunos (as) alumnos (as) de TI como prestadores de servicio social. El apoyo en su inicio fue para el análisis y retroalimentación de lo escrito en el documento, en un segundo momento en el desarrollo de la programación algunos componentes de la aplicación web del repositorio.

La arquitectura inicial visualizada en la Fig. 1 [10] se observa la importancia de abstraer una representación lógica de los recursos educativos y los usuarios, es decir, recuperar aquellos datos necesarios para guardarlos en una base de datos para consultas futuras. Por otro lado, los usuarios realizan consultas-interacciones con el sistema por lo que también fue necesario realizar la representación lógica de las consultas, así como la respuesta del sistema a través de la interfaz.

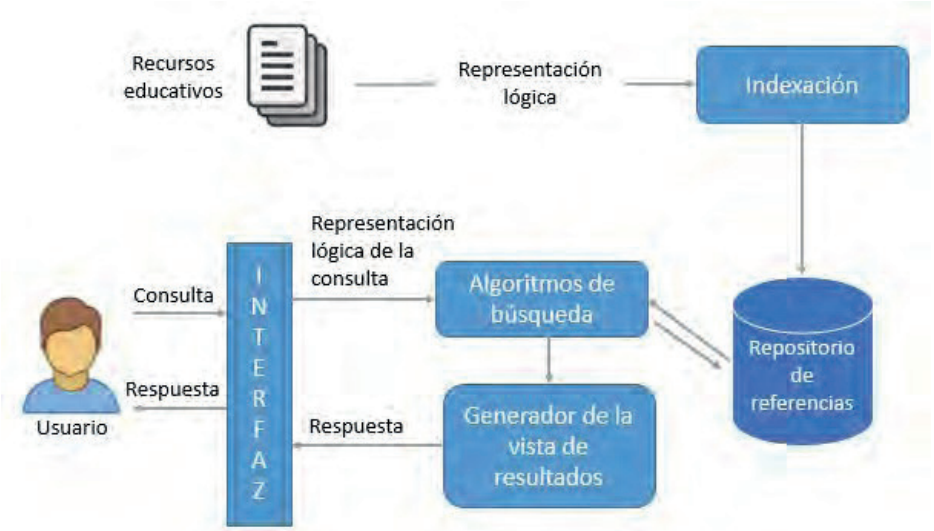


Fig. 1. Arquitectura propuesta de R3E, definiendo la responsabilidad de los componentes.

En el flujo de interacción Fig. 2 se estableció como un primer modelo minimalista dando valor a pantallas sencillas y un mínimo número de clics en el repositorio. La visualización de un cierto recurso por parte del usuario además de mostrarle información relevante, podría dejar información significativa para ser guardada en la base de datos. Los recursos podrían ser evaluados de forma cuantitativa o cualitativa, además etiquetar si ese recurso es útil a una materia en particular.

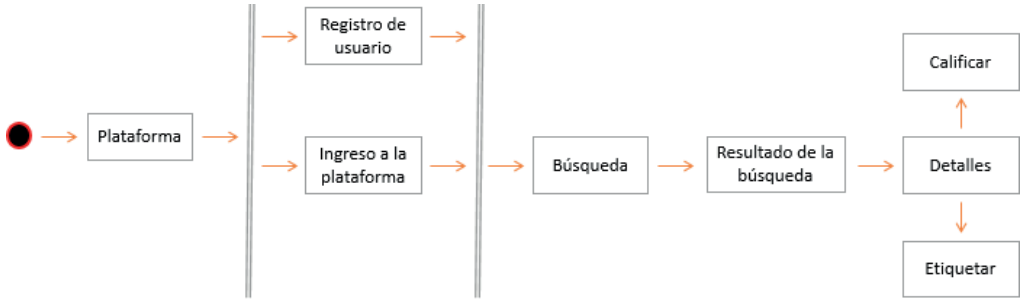


Fig. 2. Flujo de interacción en el recurso.

Con se muestra también en la Fig. 2 se consideró necesario que el usuario tuviese un registro y consecuentemente un acceso controlado. Lo anterior con la idea de poder clasificar las acciones realizadas de los usuarios en el sistema que beneficien el procesamiento-filtro de datos para futuras búsquedas.

El modelo de transacción referido en la Fig. 3, se establece el modelo de trabajo vista-plantilla (MVT, por sus siglas en inglés). Este modelo permitió al equipo de trabajo disponer de las reglas de negocio para el flujo de datos, controlar la seguridad de la información de los usuarios, además de gestionar las actualizaciones requeridas durante el tiempo de la puesta a punto del repositorio.

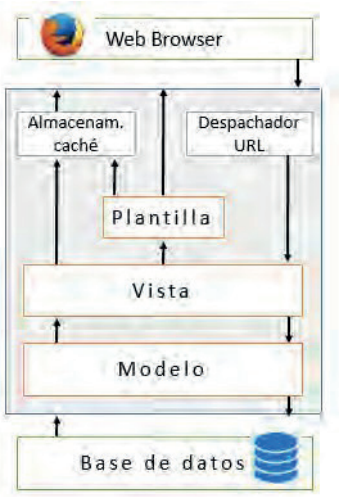


Fig. 3. Modelo de transacción (MVT) utilizado en el repositorio.

Parte central de este trabajo es la organización y almacenamiento de los datos. Se definió el uso de un modelo entidad-relación como se muestra en la Fig. 4, pero la generación de datos en el repositorio además de diseñarlos estructurados, se consideró en proporcionar un almacenamiento con cierta flexibilidad para datos no estructurados en algunas de sus entidades.

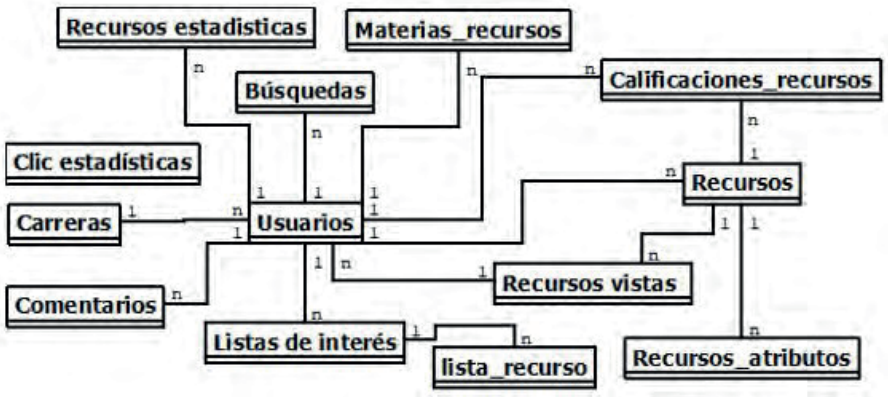


Fig. 4. Representación del modelo entidad-relación de la base de datos en el repositorio.

El repositorio en línea requiere tener una producción ágil en un enfoque iterativo e incremental, donde se prioriza la entrega temprana de funcionalidades y que se adapte constantemente a los cambios en los requisitos y necesidades del proyecto. Sin embargo, el grupo de trabajo también prioriza elementos de metodologías tradicionales, como el análisis detallado de requisitos y la planificación inicial del proyecto.

La primera entrega del proyecto se evidencia en Fig. 5 donde se priorizó la parte funcional más que la estética. La plataforma fue puesta en evaluación durante el año del 2021. Al ser un primer prototipo se realizó la evaluación a través de encuestas con estudiantes de algunos cursos de Programación, siendo alrededor de 100 personas, de los cuáles la retroalimentación más citada fue el diseño visual de la aplicación.

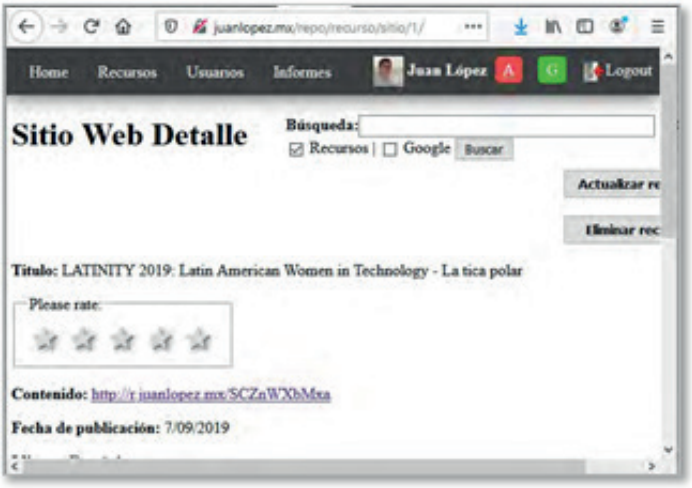


Fig. 5. Primera versión en línea del repositorio.

Por lo que el grupo de trabajo priorizó tener una segunda versión con más estética (visual), lo cual se visualiza en la Fig. 6. Esta nueva versión se puso en producción a principios del año 2022, por lo que se ha promovido su uso y evaluación en diferentes grupos a través de encuestas para tener la retroalimentación respectiva.

Fig. 6. Segunda versión en línea del repositorio.

La herramienta utilizada para el desarrollo del repositorio principalmente se dio a través de un 'framework' llamado Gatuf, que está desarrollado con PHP en su '*backend*' y en el '*fontend*' se utiliza JavaScritp, HTML y CSS. Para tener un control del proyecto desarrollado se tiene un repositorio en Git, actualmente está en modo privado hasta la finalización de un proyecto que se pueda compartir a la comunidad. Por último, para la colaboración con documentos de texto, imágenes y diagramas se utiliza Drive de Google.

5 Conclusions and Directions for Future Research

En este trabajo hemos compartido el desarrollo de un repositorio de referencias de recursos educativos, titulado R3E. La construcción de esta aplicación ha traído diversas experien-

cias en su puesta de producción y mantenimiento. De las experiencias obtenidas a través del uso y evaluaciones señaladas por estudiantes y académicos son: la mejora de la experiencia de usuario UX/UI, complementar la funcionalidad, precisar la búsqueda de recursos y generar personalización. En lo inmediato, será analizar los datos que se han almacenado en la base de datos y buscar representaciones gráficas que sean útiles a los usuarios según su rol.

A futuro para estudio e investigación, para el grupo de trabajo, es solventar las observaciones y propuestas realizadas en las evaluaciones. También se tiene la intención expandir la participación de estudiantes de diversas áreas de conocimiento para el análisis de la interacción con los recursos. La plataforma actualmente está en línea y puede ser consultada en la dirección web: https://r3e.mx/

Referencias

[1] Area, M. (2007). Los materiales educativos: origen y futuro. In *V Congreso Nacional de Imagen y Pedagogía* (pp. 1-18).

[2] Chatti, M. A., Dyckhoff, A. L., Schroeder, U., & Thüs, H. (2012). A reference model for learning analytics. *International journal of Technology Enhanced learning*, *4*(5-6), 318-331.

[3] Viera, Á. F. G. (2017). Técnicas de aprendizaje de máquina utilizadas para la minería de texto. *Investigación bibliotecológica*, 31(71), 103-126.

[4] Janse van Vuuren, E. C. (2020). Development of a contextualised data analytics framework in South African higher education: Evolvement of teacher (teaching) analytics as an indispensable component. *South African Journal of Higher Education*, 34(1), 137-157.

[5] Area, M. y Adell, J. (2021). Tecnologías digitales y cambio educativo. Una aproximación crítica. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 19(4), 83-96. https://doi.org/10.15366/reice2021.19.4.005

[6] Karkhanis, S. P., & Dumbre, S. S. (2015). A study of application of data mining and analytics in education domain. *International Journal of Computer Applications*, 120(22).

[7] Ifenthaler, D., & Widanapathirana, C. (2014). Development and validation of a learning analytics framework: Two case studies using support vector machines. *Technology, Knowledge and Learning*, 19, 221-240.

[8] Liñán, L. C., & Pérez, Á. A. J. (2015). Educational Data Mining and Learning Analytics: differences, similarities, and time evolution. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal,* 12(3), 98-112.

[9] Greller, W., & Drachsler, H. (2012). Translating learning into numbers: A generic framework for learning analytics. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(3), 42-57.

[10] Tolosa, G. H. & Bordignon, F. R.: Introduction to Information Retrieval, 12 (2008). (Unpublished) [Book] [Online]. Available: http://eprints.rclis.org/12243/

Sección V.
Ingeniería en Softeware

Capítulo 31

Exploración de procesos de negocio con modelos de programación

Eugenio Jacobo Hernández Valdelamar [1]

[1] Grupo Hasar, Av. Ejército Nacional 418 Int. 6 Polanco V Sección.
CP 11560. México, CDMX jacoboh@hasar.com.mx

Resumen. Muchos desarrolladores lidian con requerimientos que implican una buena comprensión de los procesos de negocio de sus clientes. En este trabajo se sugiere que los desarrolladores apliquen sus conocimientos y habilidades de programación para explorar en etapas tempranas dichos procesos, para así ganar conocimiento, comprensión y visibilidad de las necesidades e implicaciones al plantear alternativas de solución. Se plantea una metodología de exploración de procesos a partir del prototipado, usando técnicas y herramientas de programación, así como el mapeo de los modelos de programación a un modelo de procesos usando BPMN. Se presentan los resultados de un caso de estudio y las conclusiones del uso de la metodología propuesta.

Palabras clave: Procesos de negocio, prototipado, orientación a objetos, flujos de trabajo, modelo de actores, mapeo de procesos.

1 Introducción

Al plantear sistemas como soluciones a las problemáticas de un cliente, es fundamental entender el proceso en el que la solución va a funcionar, o el nuevo proceso que la solución soportará. La comprensión de un proceso existente es un ejercicio complicado, que implica revisar documentación, tener entrevistas con los autores y usuarios del proceso, hacer visitas en campo para observar su funcionamiento. Sin embargo, la información puede llegar a estar sesgada, las entrevistas y las visitas pueden arrojar perspectivas incompletas, o incluso los usuarios del proceso pueden no ser los indicados.

Aunque la información y el entendimiento inicial queda en manos de los analistas funcionales, el equipo que desarrollará el software para la solución propuesta, puede no tener los niveles de conocimiento y experiencia para digerir y comprender de inmediato el contexto.

La propuesta de este artículo se basa en la hipótesis de que, a partir de la construcción de prototipos, usando diversas técnicas de programación, pueden elaborarse modelos que permitan no solo comprender el proceso propuesto, sino descubrir detalles existentes o por construir que permitan plantear una solución más completa y robusta al problema propuesto.

2 Estado del arte

Es común que, al revisar una especificación de procesos, haya que leer decenas de páginas y tratar de interpretar varios diagramas de flujo. Sin embargo, BPMN (notación para mo-

delado de procesos de negocio), una de las formas visuales de representación de procesos más usada, está llevando la especificación de procesos a nuevos niveles, no solo ofreciendo una notación estándar, sino que el formato de estos diagramas puede servir como entrada a sistemas capaces de interpretar y ejecutar la especificación del proceso, y con ello homologar y automatizar el trabajo dentro de las empresas, con un paradigma conocido como low-code, donde supuestamente los expertos en programación pueden ya no ser requeridos.

Antes que lamentarse, los desarrolladores de software deben aprender valiosas lecciones de las herramientas visuales y de cómo mejorar la arquitectura de sus soluciones adoptando conceptos de BPMN [1].

De hecho, existen varios frameworks que exploran paradigmas distintos para hacer aplicaciones, entre ellos:

- Motores BPMN
- Motores de Workflows
- Motores de reglas
- Modelos de actores

Nuevas herramientas siguen apareciendo, pero es esencial que los que construyen las soluciones, tengan conocimiento y comprensión de lo que hacen.

3 Metodología propuesta para la exploración de procesos

Si el objetivo principal es aplicar técnicas y herramientas de programación para ganar entendimiento de un proceso, será importante tener en claro las consideraciones y las acciones a realizar.

Todo inicia a partir de la detección de las necesidades de un cliente. Algunas de dichas necesidades [2] pueden ser:

- Funcionales: un sistema nuevo o modificar uno existente para que haga cosas nuevas o diferentes.
- Rendimiento/eficiencia: una solución para mejorar el desempeño de algo existente o alguna parte.
- Conveniencia: una solución que les permita ahorrar esfuerzo y dinero.
- Compatibilidad: una solución que les permita cumplir con alguna normativa o integrarse con otro sistema.

No importa el tipo de necesidad, la pregunta principal es ¿cuál es el proceso?

3.1. Descubrimiento y alcance

Descubrir el proceso puede algo simple y rápido (si está documentado, si se realizan buenas prácticas [6] y hay expertos que consultar), o algo complejo y tardado. En cualquier caso, para empezar, es importante:

- contar con una descripción concreta del proceso
- tener claro sus objetivos y alcance
- identificar que tareas se realizan y su orden
- identificar a quienes participan en su ejecución

- identificar a los expertos que puedan consultarse
- recopilar la información disponible respecto al contexto

La anterior es el insumo de entrada para empezar a explorar el proceso y diseñar un modelo.

3.2. Diseño del modelo

Los modelos regularmente son simplificaciones de la realidad. Para empezar, no es necesario tener toda la información, pero si un entendimiento básico de los conceptos y tareas. Elaborar una representación del modelo que pueda llevarse a una aplicación de software, puede hacerse de varias formas:

- Visualmente: usando diagramas de flujo, diagramas UML (clases, secuencia)
- Codificando: crear abstracciones en un lenguaje de programación, como
  - Estructuras para los datos,
  - Clases para representar objetos y operaciones del contexto.
  - Algoritmos para representar los pasos de una tarea Delimitando el modelo, puede procederse a su construcción.

3.3. Prototipado y pruebas

Proceder al prototipado debe iniciar con la elección de una plataforma y herramientas, pues estas limitaran o extenderán las capacidades del desarrollador, simplificaran o complicaran la codificación del modelo, y ofrecerán posiblemente capacidades adicionales que permitan experimentar.

Además de un IDE y un lenguaje de programación, es válido incorporar frameworks de flujos de trabajo, modelos de actores o simulación.

Es importante enfatizar que al prototipar, se busca algo mínimo que cumpla con el objetivo, por lo que pueden descartarse lujos como la interfaz de usuario, crear distribuciones de la aplicación.

Las pruebas iniciales, pueden hacerlas los mismos desarrolladores, pero es deseable involucrar a alguien externo, no solo para manipular el prototipo, sino para tener retroalimentación en forma de dudas o comentarios.

3.4. Evaluación y hallazgos

Terminado el prototipo, deben evaluarse al menos los siguientes aspectos:

- Qué tan simple o compleja fue la implementación del modelo
- Qué aspectos de las herramientas facilitan o dificultan el trabajo
- Qué tan fiel es el modelo respecto al planteamiento inicial
- Qué aspectos del proceso captura y cuales omite
- Qué detalles del proceso aparecieron que no estaban contemplados
- Qué detalles del contexto aparecieron que no estaban contemplados

Adicionalmente, puesto que el objetivo es explorar el modelo deben documentarse:

- Las reglas del proceso
- Las acciones que el usuario o el sistema realizan durante el proceso

- Las decisiones que el usuario o el sistema realizan durante el proceso
- Una representación visual del proceso, preferentemente usando BPMN

3.5. Iteración y mejora del modelo

Puesto que en el primer intento es casi imposible tener algo exacto, habrá que repetir los pasos, pero previo a ello, deben plantearse estrategias de mejora:

- Cómo mejorar el modelo a partir de dudas, comentarios, hallazgos o ideas del equipo
- ¿Cómo mejorar la implementación del modelo? Pueden considerarse técnicas adicionales como patrones de diseño, refactorización.
- ¿Cómo explorar aspectos avanzados del modelo? Es válido incluso cambiar de herramientas.

Las iteraciones de prototipado deben ser rápidas, pero no pueden realizarse al infinito. Cuando se alcance un conocimiento completo del proceso, que incluso permita ver los problemas actuales y soluciones propuestas, puede ser un buen indicador para terminar la exploración.

4 Resultados experimentales

El caso seleccionado para aplicar la metodología de exploración, es el funcionamiento de los cajeros automáticos (ATM). Dado que muchas personas son usuarios de dichos sistemas, la experiencia de uso permitirá de inicio, realizar planteamientos sin necesidad de una documentación exhaustiva.

Para plantear un modelo inicial, puede comenzarse por establecer qué hace un ATM. Cuando un cuenta-habiente llega al cajero, debe introducir una tarjeta, que tiene los datos de su cuenta bancaria. Adicionalmente debe teclear un PIN (número de identificación personal) para que el cajero le permita realizar operaciones. Aunque actualmente pueden hacerse toda una variedad de operaciones de pago de servicio, para simplificar, se tomaran las operaciones básicas de consulta del balance de su cuenta (cuánto dinero tiene), retiros de efectivo, depósitos de efectivo y salir del cajero.

Fig. 1. Flujo de datos en el ATM (alto nivel).

Se establece que el desarrollo de prototipos se hará en la plataforma .Net 8 usando VS 2022. El primer prototipo se plantea usando diseño orientado a objetos (DOO), lo que induce a pensar en términos de objetos y responsabilidades. Se identifican como objetos del sistema:

- Cuenta bancaria del usuario: modelo con datos del usuario, número de cuenta, PIN registrado, dinero en la cuenta (balance).
- Banco: resguarda y provee la información de las cuentas de los usuarios.
- Cajero automático (ATM): valida el acceso de los usuarios y permite realizar las operaciones planteadas.

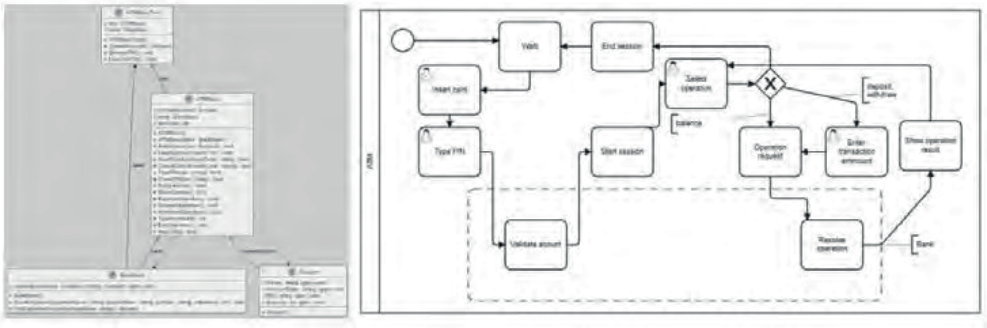


Fig. 2. Modelo de clases OO y mapeo del proceso en BPMN.

El modelo de clases[1] resultante contiene una clase adicional con la implementación de las pruebas. El resultado es una aplicación de consola con la que se puede interactuar ingresando el número de cuenta, PIN, selección de la operación a realizar y el monto de la operación (en los casos de depósito y retiro). Se procede entonces a generar el diagrama del modelo de clases del prototipo y se mapean en un diagrama de BPMN las decisiones y acciones del sistema.

Al revisar el resultado, por la manera en que se implementó, pareciera que el banco vive dentro del cajero, cuando en realidad el cajero se comunica con el banco. Se plantea entonces una segunda iteración sobre el modelo OO, que contemple:

- La identificación e inclusión de los dispositivos de entrada y salida del ATM.
- La comunicación y transacciones entre el ATM y el banco.

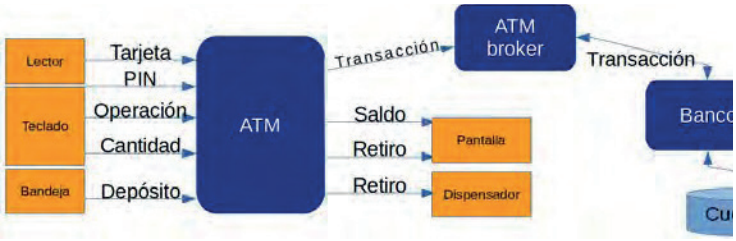


Fig. 3. Flujo de datos del ATM (ampliado)

Respecto a los dispositivos de entrada/salida, se identificaron al teclado, la pantalla, el dispensador de efectivo y la bandeja de depósitos [3]. En relación a la comunicación y transacciones entre el ATM y el banco, se encontró que existe una entidad llamada el host de ATMs [4], que se encarga de proveer una red de comunicación entre los cajeros y los bancos. Para modelar a este componente, se plantea el uso del patrón de diseño mediador.

Al revisar el resultado, se consiguió el desacoplamiento de los componentes del ATM, y un funcionamiento de las comunicaciones y transacciones más apegado a la realidad al integrar al host de ATMs. La prueba continúa asumiendo que solo tenemos un ATM y un banco, pero ¿qué pasa si consideramos escalar el modelo para tener varios cajeros y varios bancos?

1 Los modelos de clases se incluyen para mostrar la evolución estructural del modelo, y para apreciar que, al aumentar los detalles de funcionamiento y contexto, la estructura cambia con los nuevos elementos propuestos.

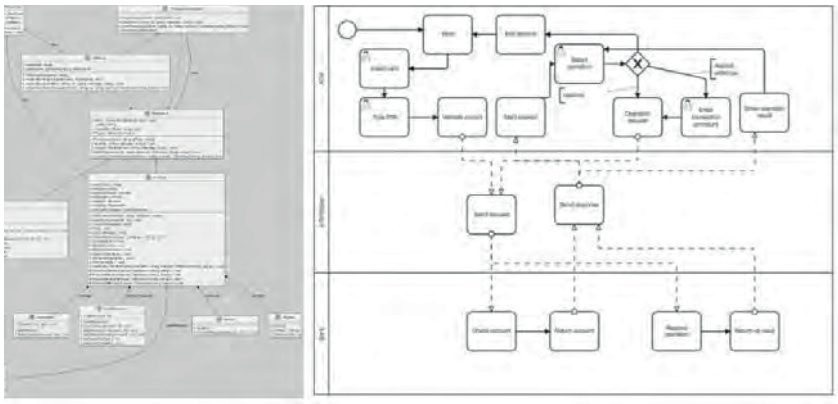


Fig. 4. Modelo OO y proceso ampliado.

En este punto se decide realizar una tercera iteración e implementar un segundo prototipo basado en un framework que permite tener varios entes funcionando, haciendo transparente la complejidad del manejo de memoria y comunicaciones. Para ello se usó el framework de Akka.Net y el modelo de clases resultante es muy compacto.

De hecho, una de las decisiones fundamentales es el mensaje de transacción, que a diferencia del mediador, no es una llamada a una interfaz, sino el envío de un mensaje con todos los datos para ejecutar la operación deseada.

En el diagrama de la figura 3, la clase ATMSys es la encargada de crear el sistema de actores, cargar el escenario y ejecutar el script de pruebas, mientras las clases AtmManagerActor y BankManagerActor pueden interpretarse como las partes que orquestan los mensajes en el host de ATM.

Fig. 3. Clases del modelo de actores y escenario con múltiples cajeros y bancos.

Como resultados del segundo prototipo, se aprecia la aparición de nuevas consideraciones en el contexto, como las comisiones que cobra el host de ATMs; si se hace una transacción desde un cajero que no es el banco del cuenta-habiente, pueden existir limitaciones como evitar los depósitos, pero la más importante es que para las transacciones válidas, los bancos deben tener políticas y reglas, que permitan realizar la transacción (por una módica comisión, por supuesto).

5 Conclusiones y próximos pasos

En este artículo se ha propuesto que el prototipado de modelos con herramientas de programación, permite explorar y ganar conocimiento de un proceso.

A partir del desarrollo del caso de estudio y la construcción de los prototipos, es posible identificar a los principales actores del sistema, y las reglas, acciones y decisiones del proceso.

Actor	Reglas	Acciones	Decisiones
Usuario	Debe ser cuenta-habiente de un banco Debe tener una tarjeta	Iniciar sesión Seleccionar operación Consultar balance Retirar o depositar efectivo	Monto de la transacción Terminar sesión
ATM	Para operar, debe colocarse efectivo para los retiros Puede aceptar solo un límite de depósitos en efectivo	Validar tarjeta Envía solicitud de transacción al banco Recibe respuesta de la solicitud Entrega efectivo Acepta depósito Muestra resultado de la operación Devuelve tarjeta	Deja de operar si no tiene efectivo No permite depósitos si está lleno Devuelve tarjeta si no hay comunicación Retiene tarjeta no válida No permite retiros, sino hay efectivo
Broker	El ATM debe tener comunicación con el broker. Las transacciones tienen un costo.	Recibe la solicitud de transacción del cliente en el ATM y determina el banco destino. Recibe la respuesta del banco a la solicitud de transacción y la envía al ATM de origen.	En caso de caída en el canal de comunicación, cancela la transacción.
Banco	El banco mantiene los datos del cuenta-habiente Las transacciones son gratuitas para sus cuenta-habientes El banco resuelve las transacciones	Resuelve balance, retiros y depósitos	Valida usuarios Valida retiros

Tabla 1. Reglas, acciones y decisiones del proceso de ATMs

Otro resultado valioso, es la identificación del flujo de datos (este aporte fue gracias a la valiosa sugerencia del revisor) pues nos permite identificar las unidades de información del sistema, y con esto determinar su naturaleza (volátiles o persistentes), e incluso evaluar los canales de transferencia a usar, pues como menciona Farley [7] “la idea de usar texto, xml o html para codificar información que fluye entre servicios … es muy lenta”.

Una posible mejora en futuras iteraciones del modelo, sería considerar lo que plantea la definición alternativa de proceso planteada por Baird [5] cuyos elementos son:

1 *Pasos y decisiones: el diagrama de flujo. Una serie de pasos y decisiones que describen la forma en que se completa el trabajo.*

2 *Variabilidad del tiempo y flujo de procesamiento: el patrón de tiempos de procesamiento.*

3 *Calendario e interdependencia: cuándo se producen las llegadas, cuándo trabaja la gente, etc.*

4 *Asignación de recursos: cuántos y dónde se asignan.*

y con ello adaptar el prototipo y el modelo en software, para generar información de los tiempos y flujos, y tener un sistema donde puedan probarse dinámicamente las variaciones

de las entradas y salidas del sistema, para generar información del comportamiento las transacciones, lo cual puede ser importante si se necesitan evaluar escenario de carga.

Aunque los modelos de ATM resultantes de este trabajo podrían seguirse refinando, lo interesante sería aplicar estas técnicas a la exploración de otros procesos, para determinar estrategias que permitan mejorar la fluidez y minimizar el esfuerzo.

Inclusive, poder llegar a contar con un mapeo automático del modelo de programación a BPMN, disminuiría las posibles imprecisiones del mapeo manual.

Este caso de estudio enfatiza la importancia del aprender construyendo (construcionismo), lo cual no debe solo mantenerse a nivel personal, sino fomentarse a nivel de equipo, y en un entorno laboral, la posibilidad de colaborar con otras empresas, es lo que eleva nuestro nivel como expertos.

Referencias

[1] Django Viewflow. 5 lessons that software developers can learn from Business Process Model and Notation (BPMN). March 1, 2021. Recuperado de https://viewflow.medium.com/5-lessons-that-software-developers-can-learn-from-business-process-model-and-notation-bpmn-ed7500fc3022

[2] Indeed. 20 Common Types of Customer Requirements. June 24, 2022. Recuperado de https://www.indeed.com/career-advice/career-development/customer-requirements

[3] Deitel, Paul et al. C# 6 for Programmers, Sixth Edition. Pearson. August, 2016.

[4] Jim Bowen. How ATMs Work. April 1, 2000. HowStuffWorks.com. Recuperado de https://money.howstuffworks.com/personal-finance/banking/atm.htm

[5] Baird, Scott. What is a Process? November 16, 2014. Recuperado de https://www.processmodel.com/blog/what-is-a-process/

[6] Workfellow. Process Discovery 101. June, 2023. Recuperado de https://www.workfellow.ai/es/guides/process-discovery-101

[7] Farley, David. Modern software engineering. 2022. Addison-Wesley.

Capítulo 32

Complejidad del software y programación

Eugenio Jacobo Hernández Valdelamar [1]

[1] Grupo Hasar, Av. Ejército Nacional 418 Int. 6 Polanco V Sección.
CP 11560. México, CDMX jacoboh@hasar.com.mx

Resumen. Los productos de software tienden a ser complejos en diversos aspectos, pero particularmente su estructura representa la solución a un problema dado. En este trabajo se explora el concepto de complejidad del software, con el fin de plantear estrategias para controlar y mejorar su funcionamiento, crecimiento y evolución.

Palabras clave: sistemas complejos, complejidad del software, estructura, métricas, fragilidad.

1 Introducción

De acuerdo a la IEEE [1], el software se refiere a los programas de computadora, procedimientos, documentación y datos relacionados con el funcionamiento de un sistema informático.

Haciendo foco en el núcleo del desarrollo de software, que son los programas, el código con el que son escritos, puede representar desde sencillos algoritmos hasta complicadas reglas de negocio. El punto es que los programas crecen, ya sea de la mano de un programador o un equipo de varios desarrolladores, y ahí las cosas empiezan a ponerse complicadas.

En este trabajo se busca explorar la complejidad del software, en particular en lo relativo a la estructura del software y sus programas, y cómo esta estructura se torna no solo complicada, sino compleja al generar diversas interrelaciones; es al entrar al nivel de la complejidad cuando hay un riesgo de fragilidad que puede provocar desde errores, hasta caídas completas de todo un sistema.

2 Complejidad y estructura del software

Empezaremos por explorar algunos conceptos relacionados a la complejidad del software, para luego revisar la estructura del software, en particular de los programas, y tocar particularmente la idea de fragilidad.

2.1. Estructura del software

Los sistemas de software se construyen a partir de unidades provistas por un lenguaje de programación, y programar consiste en combinar y conectar las unidades disponibles [3]. Estas unidades o elementos que ofrecen los lenguajes (variables, operadores, asignaciones, estructuras de control, funciones, módulos, etc) deben respetar una sintaxis que permita elaborar expresiones válidas, que permitan generar programas operativos.

Previo a programar, es vital analizar el “qué” para poder diseñar el “cómo”. Durante el proceso de diseño, la arquitectura del software representa la organización de un sistema

como una composición de componentes, conexiones y restricciones. Así, las propiedades estructurales del software se pueden expresar en términos de componentes, interrelaciones, principios y directrices sobre su uso [4].

Un problema conocido por todos los desarrolladores es el mantener en sincronía la estructura conceptual generada por el diseño y la estructura del código que representa la solución, sobre todo cuando esta se encuentra expuesta a cambios, ya sea por los requerimientos, por los elementos estructurales usados o sus relaciones.

Para simplificar el objeto de estudio, solo se analizará la estructura de los programas.

2.2. Complejidad del software

¿Qué tan difícil es hacer un programa que le diga a una computadora qué hacer? Seguramente antes era mucho más complicado que hoy en día, pues en algún tiempo implicaba codificar el programa y sus datos en tarjetas perforadas; pero con las herramientas de hoy en día, se requiere (como siempre) de constancia, aprendizaje y empeño. Pero, así como el que viaja a otro país debe aprender otro idioma para darse a entender, los programadores empiezan por aprender un lenguaje de programación para entenderse con la computadora, los cuales pueden ser legibles (LOO) o crípticos (LISP). Ya en la sola elección de la herramienta puede elevarse la dificultad de la empresa.

Como lo menciona Brooks [2] "la esencia de una entidad de software es una construcción de conceptos entrelazados: conjuntos de datos, relaciones entre elementos de datos, algoritmos e invocaciones de funciones". Por lo anterior, hacer un programa no es solo un acto de comunicación, sino un ejercicio intelectual que requiere análisis y síntesis en torno a un problema, para luego representar su posible solución.

Dado que una entidad de software consta de varios elementos (conceptuales) relacionados, podemos afirmar que es un sistema; y un sistema cuyos elementos (heterogéneos) interactúan (entre sí o con su entorno) es un sistema complejo.

La complejidad puede manifestarse en diversos aspectos, como el problema que resuelve el sistema, el proceso empleado en su desarrollo, la manera en que se representa la solución, la estructura del programa que implementa la solución, las pruebas para validar la solución, el entorno en que se despliega y su mantenimiento o posterior crecimiento. Para los fines de este trabajo, nos concentraremos en la complejidad inherente a la estructura de los programas.

2.3. Métricas de complejidad del software

El hablar de complejidad, no es por gusto ni moda, sino para mantener el control sobre el sistema. Algo fuera de control, seguro causará problemas, y los problemas cuestan. Un principio básico atribuido a Peter Druker dice: "*Lo que no se puede medir no se puede controlar; lo que no se puede controlar no se puede gestionar; lo que no se puede gestionar no se puede mejorar*". Si la complejidad del sistema será un factor que evite su control, gestión y mejora, más nos vale entenderlo y atenderlo, y para ello, debemos empezar por medirlo.

Existen diversas medidas cuantitativas (métricas)[1] en relación a la entidad de software como tamaño del programa, estructuras de los datos, flujos de datos y flujo de control.

1 Aunque es un interesante ejercicio de programación, existen utilerías que realizan estos cálculos, como el Code Metrics integrado en el Visual Studio, u otras como el Roselyn Metrics o SonarQube.

En cuanto al tamaño del programa, basta con el conteo de sus líneas de código (LOC/SLOC). Esta medida solo lleva a suponer que algo con muchas LOC's podría tener más defectos o ser difícil de mantener.

En cuanto al flujo de los datos, puede medirse la cantidad de entradas y salidas de una función (fan-in, fan-out).

En relación al flujo de control del programa, es posible calcular la complejidad estructural de una porción de código, usando un método llamado complejidad ciclomática, que se calcula sumando las instrucciones condicionales, los ciclos, las salidas (returns) de los métodos y las cláusulas lógicas dentro de los condicionales. A mayor valor de esta métrica peor su nivel de mantenimiento [9].

Pareciera que administrar la complejidad del software se tratara solo de mantener un tamaño "manejable" de sus funciones y métodos [7].

2.4. Fragilidad

Como lo menciona Gershenson [8], "un sistema es frágil si un cambio pequeño genera un gran cambio en el sistema. Por el contrario, un sistema será robusto si puede resistir grandes cambios en su entorno. Un sistema frágil pierde funcionalidad con los cambios. Un sistema robusto mantiene su funcionalidad cuando hay cambios".

Si la fragilidad del software implica la poca tolerancia al cambio, determinar y/o identificar sus causas resulta complicado, ya que existen innumerables razones por las que un sistema se vuelve frágil, aunque algunos sospechosos comunes pueden ser las modificaciones que sufre, la falta de mantenimiento o inclusive su simple operación continua durante periodos largos de tiempo, y en donde la infraestructura u otras dependencias, le puedan generar inestabilidades que no son posibles de detectar en las pruebas.

Mientras Bernabé [11] establece que la fragilidad es un síntoma de un diseño deteriorado por los cambios, y conforme la fragilidad empeora, la probabilidad de que el software falle se incrementa con el tiempo.

3 Prácticas de programación para lidiar con la complejidad

Un sistema complejo genera incertidumbre, es decir, falta de certeza. Al hablar de software, necesitamos certeza de que el software haga su trabajo, de solución al problema para el que fue creado, pero de presentarse alguna anomalía, el autor o proveedor del producto, debe encararla y solucionarla. En esta sección se discuten algunas prácticas de programación orientadas a minimizar los problemas que pudieran presentarse.

3.1. Problemas estructurales: organización del código

Pareciera lejano el uso de programación monolítica, y como esta fue reemplazada por la programación modular y posteriormente por la programación orientada a objetos. Un problema común en la base de código de un programa, es que un bloque de funcionalidad que sabemos que soluciona cierto aspecto del problema, se copie en algún otro lugar del programa para solventar algún problema de acceso al fragmento original. Copiar partes ya existentes aumenta el tamaño del programa, y también induce el riesgo de que, si el fragmento presenta algún problema, y se arregla, el fragmento original este arreglado y su copia, no.

En estos casos, el uso de módulos, clases o librerías permiten acceder a la funcionalidad requerida, sin la necesidad de replicar el bloque de código N veces.

3.2. Problemas estructurales: problemas conocidos

Aunque la creatividad es una habilidad apreciada en el desarrollo de software, no podemos inventar siempre el "hilo negro". Por fortuna, muchas personas han contribuido al desarrollo de software desde hace años, por lo que muchos problemas tienen soluciones probadas en forma de estructuras de datos, algoritmos o incluso patrones de diseño. Tomar en cuenta estos conocimientos y artefactos, hace que los programas tengan una mejor estructura y funcionamiento, además de ofrecer un vocabulario y prácticas comunes.

3.3. Problemas estructurales: reuso

Todo el código que creamos, es un bien, que por su naturaleza podemos volver a usar en nuevos proyectos. Actualmente, muchos programas se benefician al basar su funcionamiento en librerías o frameworks ya existentes, que no solo aceleran la construcción del programa, sino que evitan volver a codificar algo de lo que no tenemos idea, de lo que puede que no conozcamos las especificaciones de un formato o protocolo y que tardaríamos en tener una base estable sobre la cual elaborar el producto final. En los últimos años se han incorporado a esta práctica:

- el uso de servicios que exponen API's (Interfaz de Programación de Aplicaciones) donde ya no hay que instalar nada, sino saber como comunicarse con el otro sistema.
- el uso de contenedores, donde sistemas completos pueden instalarse y aprovecharse.

3.4. Problemas estructurales: estado de inicio

Es muy inusual que un programa simplemente se ejecute y cumpla con su cometido. Lo más común es que cuente con una configuración que establezca su estado de inicio. Rutas del sistema de archivos, cadenas de conexión, valores de contexto o duración, dependencias, referencias de comunicación. Es importante que estas entradas se aíslen para permitir mayor flexibilidad al instalar el programa y validar, no solo su completitud, sino la correcta asignación de valores.

3.5. Problemas estructurales: errores

Aunque sintácticamente correcto, un programa puede presentar errores a tiempo de ejecución. Los errores pueden se provocados por causas diversas como la falta de inicialización de variables, uso de tipos de datos incompatibles, parámetros con valores equivocados o mal formados, condiciones incompletas, y así la lista sigue. Incluso las condiciones de despliegue del sistema pueden ser un factor de incertidumbre.

Asumir técnicas de programación defensiva para contener estos errores es importante, pues asumir que los datos van a llegar como en un ejemplo o que el volumen va a ser pequeño, son asunciones que no nos podemos permitir si queremos programas robustos. Una estructura de programación que ayuda a contener estas situaciones son los bloques try-catch. Inclusive, si el error es elusivo, el uso de loggeo a consola o en archivos específicos, son prácticas que permiten diagnosticar y corregir los errores.

3.6. Problemas estructurales: cambios

Un cambio en un programa puede afectar diversos conceptos a nivel de los datos, el flujo, las relaciones, el comportamiento o las dependencias del programa. Los cambios regularmente generar diversas versiones de un producto, por lo que la primera línea de defensa es el uso de sistemas de control de versiones, donde puedan consultarse e identificarse los cambios realizados en el código. No hay cambios sencillos, pues evaluar todas las posibles dependencias de una variable, estructura, llamadas, condiciones de fallo y datos (E/S) por lo general no es posible. Por ello, una práctica sencilla es documentar el código. Eso de que "el código es la especificación", es una mentira piadosa. Saber que hay, interpretarlo y entenderlo, es fundamental al momento de implementar un cambio.

Por otro lado, hay cambios que pueden darse, no por requerimiento, sino por una necesidad de plataforma. Cambiar la versión de la herramienta de desarrollo, del entorno de ejecución, protocolos de comunicación, soporte de persistencia de datos, entre otros, pueden acarrear procesos completos de reingeniería.

Incluso la necesidad de ejecutar un programa en una plataforma en la cual no es soportado su funcionamiento, puede implicar evaluar traductores de código para tratar de salvar el esfuerzo invertido.

3.7. Accidentes

Aunque los editores de los ambientes integrados de desarrollo (IDE) actualmente hacen maravillas, no estamos exentos de seguir cometiendo errores de sintaxis (que por fortuna los más obvios son señalados por los editores), aunque comparados con los errores de concepto, no son nada; sin embargo, que los editores resalten fallos al momento de estar escribiendo o después de terminar el proceso de compilación, permite arreglar rápidamente tales pifias y ejecutar el programa para su revisión. Fallas menos obvias no necesariamente son temas de sintaxis, sino de inicializaciones, asignaciones, armado de condiciones, límites de parada para ciclos, los cuales solo pueden detectarse con ayuda de las utilerías de depuración (debug). Además de lo que ocurre en el ambiente de trabajo de cada desarrollador, se han sumado los accidentes al actualizar bases de código compartidas, que pueden provocar que se pierdan partes del código, originales o recientes; más absurdos, pero comunes, son actualizaciones que son hechas, pero no integradas en la base de código del equipo.

4 Efectos de las buenas prácticas sobre la complejidad del software

Una pregunta clave es: y todas las prácticas mencionadas, ¿tienen algún efecto en la complejidad del software?

Bueno, el tratar de hacer mejor las cosas debe tener un efecto. Concretamente, como lo plantea el profesor Hoogduin [12], hay muchas formas de lidiar con la incertidumbre y la complejidad. Algunas de las formas que plantea, relacionadas con las prácticas expuestas son:

- Algoritmos y heurísticas: tomar en cuenta el cuerpo de conocimiento existente para resolver problemas, no repetir los mismos errores y aprender de las experiencias de otros, es fundamental para disminuir la incertidumbre.
- Reglas y convenciones: acordar la dinámica de trabajo, establecer y usar estándares, usar las mismas herramientas, usar entornos homogéneos de ejecución, permite contar con un entorno predecible y aumenta nuestra capacidad de adaptación para el futuro.

- Vigilancia y monitoreo: ante un evento inesperado, debemos estar alertas, por lo que es deseable contar con mecanismos de alerta en el momento en que se presente un problema, deseablemente contar con indicadores del estado del sistema que puedan mostrar alguna advertencia y el registro de errores que permita el diagnóstico y solución en un momento de contingencia.
- Reservas (búferes), holguras y redundancias. Crear resiliencia en nuestros programas, no significa que sean "a prueba de balas", sino que cuenten con mecanismos que permitan contener una amenaza o evento no contemplado. Las reservas pueden implicar contar con personal adicional, adelantar tareas, contar con expertos en temas relacionados al problema, equipos extras en caso de falla. Las holguras pueden implicar tiempo adicional para un desarrollo, recursos adicionales o un tamaño sobrado de la infraestructura. Las redundancias en el contexto del proceso de desarrollo, se refieren a tener respaldos del código, binarios, datos, configuraciones; a nivel del código, puede implicar rutinas que puedan realizar más de un intento para conectarse a algún recurso, revisar más de una vez datos sensibles; durante la operación del sistema, puede referirse a contar con infraestructura adicional.

5 Conclusiones

La complejidad del software no es un tema con el que muchos desarrolladores estén familiarizados; la tendencia natural es a tratar de aprender nuevos lenguajes, nuevos frameworks, nuevas herramientas, nuevos ambientes … pero los fundamentos siempre serán importantes, y siempre será crítico que nuestro código funcione, sea lo más sencillo de mantener, sencillo de entender y resiliente, lo cual se traducirá en calidad, tranquilidad y tiempo para explorar nuevos horizontes; de lo contrario, estaremos en medio de una maraña de código, condenados a desperdiciar tiempo y talento.

Respecto a la fragilidad del software, debemos admitir que siempre es una posibilidad, no solo por la complejidad del sistema, sino por el entorno de despliegue. Revisar, diagnosticar y atender una amenaza potencial, es evitar llamadas en la madrugada, sesiones de trabajo infinitas mal llamadas "war rooms" o situaciones similares.

Es inquietante descubrir que nuestra vida está organizada en torno a sistemas de todo tipo que, por su complejidad y tamaño, se vuelven frágiles y susceptibles de fallar, que es difícil identificar los posibles riesgos, y que las fallas, que pueden ocurrir en cualquier momento y lugar, son capaces de afectarnos a todos profundamente.

Por lo anterior, adoptar y difundir prácticas probadas para el desarrollo de software y su programación, es fundamental para disminuir los riesgos y mitigar las posibles fallas.

5.1. Líneas de investigación a futuro

En relación al análisis de complejidad del código, las métricas disponibles se enfocan solo en revisiones estáticas de la estructura del código. Sin embargo, es a tiempo de ejecución donde aparecen cosas que no son obvias en una revisión estática. ¿Cómo determinar si una estructura repetitiva o una llamada recursiva, no generará un ciclo infinito? ¿cómo determinar el uso de recursos del sistema en distintos momentos (arranque, funcionamiento, finalización) o inclusive después de un periodo de tiempo?

Ni que decir de otros artefactos del proceso de desarrollo, como las pruebas unitarias [10], o inclusive de las interfaces de usuario, donde existe todo un análisis que implica la

facilidad de uso (UX) y que se interconecta con los procesos encargados del procesamiento de datos y definen los comportamientos de los sistemas.

Me parece que estamos lejos de tener un marco conceptual y de trabajo completo que integre todos los elementos que integran a un producto de software.

Referencias

[1] ISO/IEC/IEEE 24765:2017(en) *Systems and software engineering — Vocabulary*. Recuperado de https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec-ieee:24765:ed-2:v1:en

[2] Brooks, Frederick P., *No Silver Bullet: Essence and Accidents of Software Engineering*, IEEE Computer, Vol. 20, No. 4 (April 1987) pp. 10-19. Copyright © 1987 by IEEE.

[3] Programmer's compendium. *Software structure for anyone who knows a programming language*. Recuperado de https://www.destroyallsoftware.com/compendium/software-structure?share_key=6fb5f711cae5a4e6

[4] Catherine Blake Jaktman, John Leaney, and Ming Liu. *Structural Analysis of the Software Architecture - A Maintenance Assessment Case Study*. Computer Systems Engineering, Faculty of Engineering, University of Technology, Sydney, Australia. Recuperado de https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-0-387-35563-4_26.pdf

[5] Harold Abelson & Gerald Jay Sussman. *Structure and interpretation of computer programs*. 2nd ed. MIT Press. 1996.

[6] James Crutchfield. *The Hidden Fragility of Complex Systems: Consequences of Change, Changing Consequences*. 2009. Recuperado de https://www.santafe.edu/research/results/working-papers/the-hidden-fragility-of-complex-systems-consequenc

[7] Carl Alexander. *What is software complexity and how can you manage it?* 2018. Recuperado de https://carlalexander.ca/what-is-software-complexity/

[8] Carlos Gershenson. Fragilidad, robustez y antifragilidad. 2017. https://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/34/posts/fragilidad-robustez-y-antifragilidad-15802

[9] Roberto Hens. *Métricas de código en Visual Studio*. 2013. Recuperado de http://www.robertohens.com/2013/01/metricas-de-codigo-en-visual-studio.html

[10] Ismael Martínez García. *METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE COMPLEJIDAD EN PRUEBAS UNITARIAS DE CÓDIGO AUTOGENERADO*. Tesis de maestría. CIATEQ. 2017. https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/85/3/Mart inezGarciaIsmael%20MSIM%202017.pdf

[11] Juan Pablo Bernabé. *Diseños Deteriorados*. 2012. Recuperado de https://sg.com.mx/content/view/883

[12] Lex Hoogduin. How mankind has dealt with and can continue to deal with uncertainty. University of Groningen. 2021. Recuperado de https://www.futurelearn.com/info/courses/complexity-and-uncertainty/0/steps/1827

Capítulo 33

Desarrollo de una Interfaz Humano-Máquina Basada en Inteligencia Artificial para Facilitar el Control de Videojuegos en Personas con Amputación de Mano

René Francisco Coss y Léon Monterde [1], Alma Y. Alanis1*, José Luis David Bonilla Carranza [1], Jorge D. Rios[1], Hugo Javier Coss y León Monterde [2]

[1] Universidad De Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas E Ingenierías, Blvd. Marcelino García Barragán #1421, esq Calzada Olímpica, C.P. 44430, Guadalajara, Jalisco, México. rene.cossyleon7888@alumnos.udg.mx alma.alanis@academicos.udg.mx jorge.rarranaga@academicos.udg.mx

[2] Universidad de Guadalajara, Centro Universitario De Tonalá, Av. Nuevo Periférico No. 555 Ejido San José Tateposco, C.P. 45425, Tonalá Jalisco, México hugo.cossyleon@academicos.udg.mx

Resumen. Las prótesis de mano actuales por lo general solo permiten un uso estético o la ejecución de movimientos sencillos. En este artículo se propone el desarrollo de una interfaz humano-máquina haciendo uso de sensores mioeléctricos que leen la electricidad de los músculos del brazo para permitir el control de sistemas, principalmente videojuegos, gracias a una red neuronal multicapa que permite clasificar las lecturas obtenidas y así mapearlas a salidas digitales, para permitir simular la pulsación de uno o más botones de un mando de videojuegos a través de gestos del brazo. El uso de una prótesis para la manipulación de un mando de videojuegos requiere precisión además de velocidad y complejidad de los movimientos, por lo cual al poder resolver este problema se puede asegura el uso de la prótesis en actividades cotidianas que tengan estas características.

Palabras Clave: Interfaz Humano-Máquina, Mioeléctrico, Red Neuronal, Videojuegos.

1 Introducción

Las prótesis de mano tienden a cumplir dos funciones: valor estético con el fin de retornar el tamaño de una mano amputada; y recuperación de las acciones que se podían efectuar con una sola mano. En la clasificación de prótesis de mano existen: funcionales pasivas, energizadas por el cuerpo, energizadas externamente y prótesis de actividad específica [1]. Las tres primeras buscan, por lo general, recuperar movimientos sencillos que el individuo podía hacer antes de la amputación, mientras que la prótesis de actividad específica varía en complejidad dependiendo de las funciones que se desean cumplir.

Para este artículo se propone el desarrollo de una interfaz humano-máquina, que permita a un individuo con amputación de mano jugar videojuegos o realizar acciones de control digital al ejecutar gestos con su brazo.

2 Estado Del Arte

En [1], los autores proporcionan la clasificación de las distintas prótesis de mano y sus funcionalidades principales, permitiéndonos obtener el tipo de prótesis en la que se podría clasificar esta interfaz.

En el trabajo presentado en [2] la posibilidad de utilizar los sensores EMG en un arreglo denominado “brazalete” para su implementación en un espacio de realidad virtual (VR), gracias al uso de una red neuronal y el reconocimiento de gestos.

Es importante el tema de la precisión para el reconocimiento de patrones en los gestos de una mano a través de sensores EMG, como se discute en [3], en donde además hacen una comparación con trabajos similares. Aquí también se ha hecho uso del “brazalete” mencionado en [2].

Los estudios que se han realizado de los videojuegos y su impacto en las personas, sobre todo los jóvenes, para su desarrollo personal y social, se especifican en [4], donde mencionan su importancia además de los métodos de estudio y recolección de datos realizados para saber si estos tienen efectos buenos o malos.

3 Metodología Usada

La investigación se ha desarrollado incluyendo datos experimentales, obtenidos con sensores no invasivos de electromiografía (EMG), que constan de electrodos pegados a la piel. Realizando los siguientes pasos.

3.1. Recolección de material

Sensores EMG compatibles con Arduino MEGA 2560 fueron utilizados para la obtención de la señal de los músculos. El Arduino MEGA 2560 funciona como intérprete de esta señal y permite su manipulación dentro de la PC.

Además de una alimentación externa y adaptadores de diferentes cables para la creación de circuitos.

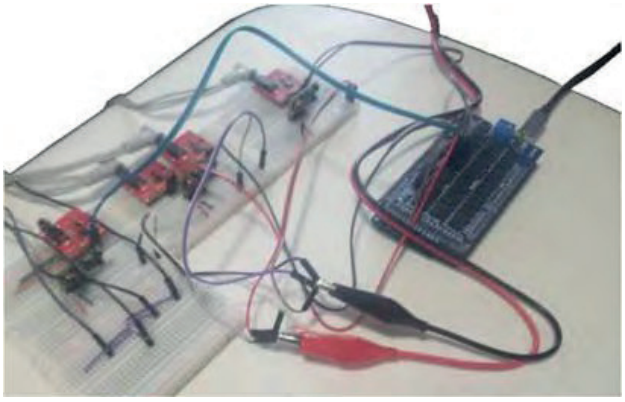


Figura 1 Material electrónico para utilizar sensores EMG.

En la parte de software se utiliza Microsoft Excel® para la creación de la base de datos y Matlab® para el desarrollo de la red neuronal.

3.2. Definición de la Red

Debido a la focalización de la investigación hacia videojuegos, se utiliza de referente un control con el esquema de entradas x-input, ya que x-input es el esquema mayormente utilizado en videojuegos, que consiste de las siguientes entradas:

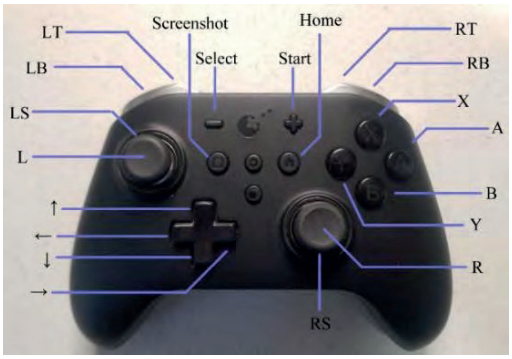


Figura 2 Esquema de control x-input.

Este esquema fácilmente puede partirse en lado izquierdo y lado derecho, donde LS y RS no se tomarán en cuenta al ser entradas únicamente analógicas, lo que nos deja 9 entradas por mano y permite aportar una entrada más, considerada neutral, que se toma como no realizar movimientos. Con esto también podemos saber cuántas entradas son suficientes para poder obtener al menos 10 clasificaciones (1 por salida), siendo 4 el mínimo de entradas necesarias ya que estas permiten 16 clasificaciones máximo.

Es posible definir la red neuronal al darle 10 neuronas de salida, cada una representativa de una entrada digital del esquema además de la posición neutral. Con el entrenamiento de la red cada salida tendrá un peso que se puede catalogar como “probabilidad de que ese botón se haya accionado” y así utilizarlas con una función de valor máximo, que arrojará una única salida igual a la neurona con mayor peso y por ende el botón más probable conforme el gesto del brazo.

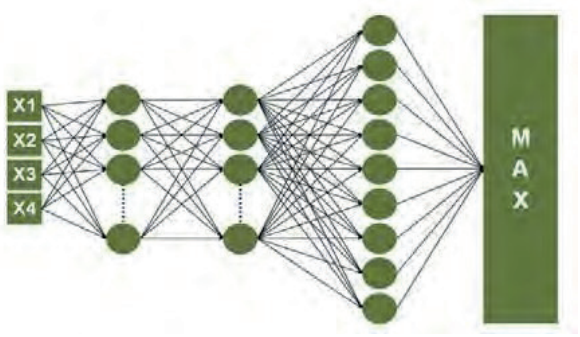


Figura 3 Red neuronal multicapa definida, con función de valor máximo para identificar la neurona de salida que se eligió.

3.3. Obtención de Datos

Con respecto a la red neuronal, se propone una estructura multicapa con 4 entradas, por lo que se requieren 4 sensores EMG conectados a uno de los brazos, se definen 9 movimientos arbitrarios y se valida el momento en que se realiza cada gesto con un botón, para señalar cuando el movimiento está siendo ejecutado. Se hacen repeticiones del gesto, tratando de ser constantes, por 1 minuto, con lecturas de los sensores cada 10ms, obteniendo 6000 datos en un minuto. Dicho proceso se repitió 10 veces (una por gesto) pudiendo obtener 60000 datos los cuales se capturaron en una base de datos en Microsoft Excel®.

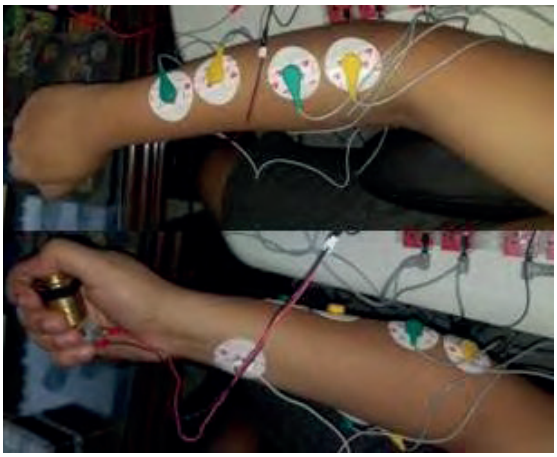


Figura 4 Conexión de los sensores EMG para la captura de datos

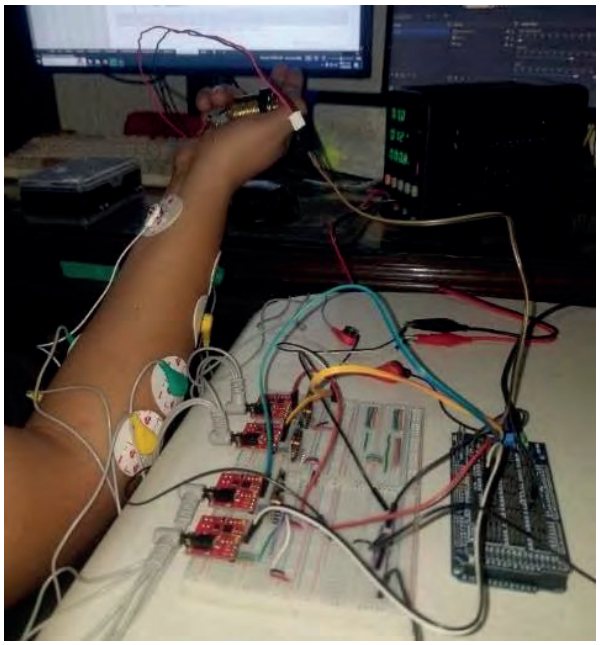


Figura 5 Proceso de captura de movimientos para la creación de la base de datos.

3.4. Entrenamiento de la Red

La base de datos fue utilizada para entrenar la red neuronal, donde se aleatorizaron estos datos con sus respectivas salidas y después se implementó el 80% para entrenar la red con la función de Levenberg-Marquardt, y el 20% restante para realizar las pruebas de su generalización.

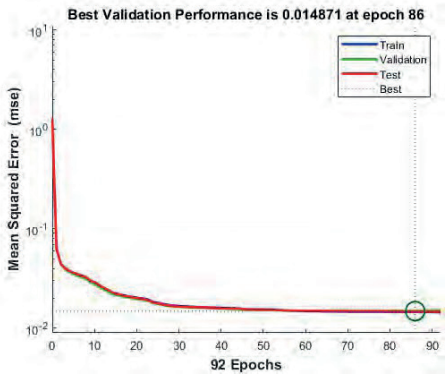


Figura 6 Ejemplo de entrenamiento de la red neuronal

4 Resultados Experimentales

Para la obtención de la base de datos la mayoría de las lecturas arrojan datos únicos dando una facilidad a la hora de clasificar, pero debido a la forma de obtener los datos se considera que pudo haber casos repetidos donde valores muy similares se podrían tomar tanto para un gesto del brazo como para otro, mayormente por error humano.

Información histórica

TIME	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5
21:15:34.31	207	414	576	782	1
21:15:34.30	206	416	577	776	1
21:15:34.29	208	413	577	784	1
21:15:34.27	206	414	574	780	1
21:15:34.26	205	416	576	776	1
21:15:34.25	207	417	576	783	1
21:15:34.24	209	413	575	779	1
21:15:34.23	209	416	577	779	1
21:15:34.22	211	415	576	784	1
21:15:34.21	209	413	575	779	1
21:15:34.19	210	418	578	782	1
21:15:34.18	212	417	577	786	1
21:15:34.17	208	415	572	778	1
21:15:34.16	210	422	580	781	1
21:15:34.15	210	417	576	782	1
21:15:34.14	209	417	571	775	1
21:15:34.13	211	423	580	783	1
21:15:34.12	209	417	576	781	1
21:15:34.10	209	414	572	775	1
21:15:34.09	213	421	581	787	1

Figura 7 Captura de datos de los sensores EMG, llevados a una base de datos.

El error humano es necesario tomarlo en cuenta, pues cuando una persona se mueve no lo hace de manera exacta ni precisa, efectúa variaciones en el ángulo e incluso en la fuerza al ejecutar el movimiento, lo que pudiera afectar los datos obtenidos. La red neuronal multicapa definida también fue puesta a prueba con las herramientas que ofrece Matlab®, pues es necesario tener buena precisión para que la persona sienta que los gestos que hace corresponden a las entradas que desea ingresar en el videojuego. Por esto la red neuronal fue

entrenada 100 veces distintas con los mismos datos, pero aleatorizados de forma diferente, aunque en la misma proporción (80% para entrenamiento y 20% para generalización). Para la comprobación de su precisión se implementó en la red ya entrenada los datos generalizados, contrastando la salida que brindaba la red con la esperada de la base de datos. Obteniendo que la mejor red entrenada fue de 81% de precisión (19% de fallos) y el peor de los casos de 78% de precisión (22% de fallos). Siendo el promedio de 80% de precisión de que la red categorizara correctamente los datos de los sensores y por ende la probabilidad de otorgar la salida correcta correspondiente al gesto que hace el usuario.

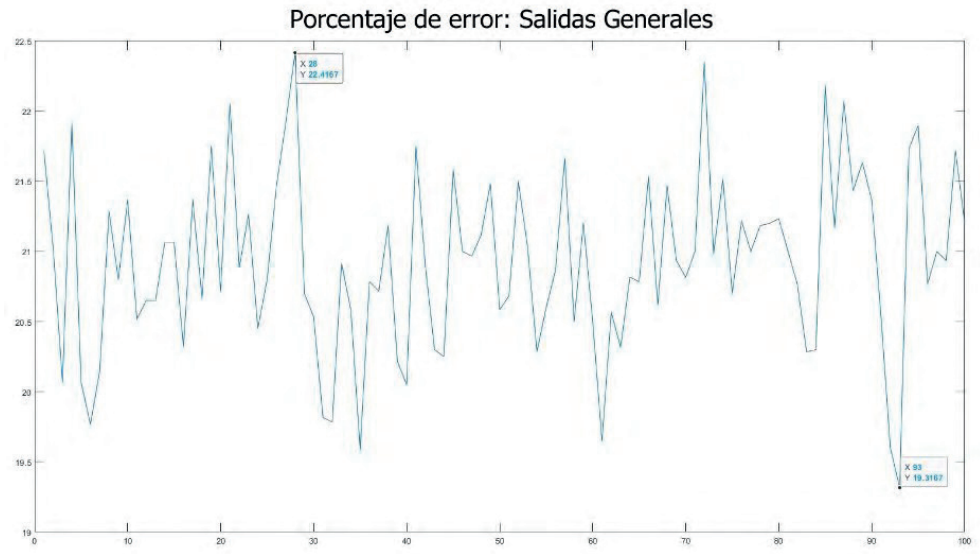


Figura 8 Precisión de las 100 redes ya entrenadas basada en el porcentaje de errores.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro de Investigación

Este tipo de interfaz puede permitir la interacción con videojuegos y otros sistemas que requieran entradas digitales, ya que las salidas de la red neuronal en realidad pueden mapearse a cualquier entrada deseada, ser interpretadas como botones e incluso aumentar su complejidad si se toma en cuenta el tiempo de cada movimiento como si fueran pulsaciones cortas o largas.

Con una red entrenada en diferentes gestos del brazo se abre la posibilidad de que personas que hayan sufrido de amputación de mano, total o parcial puedan volver a realizar actividades que requieren una interacción con su entorno de mayor precisión. Además, permite al usuario definir sus propios movimientos con los que se sienta cómodo.

La principal desventaja que tiene es que los sensores y el entorno para utilizarlos son susceptibles al ruido y los errores humanos, además de que la precisión de la red no es la adecuada para una implementación cotidiana. Por lo que en caso de querer implementarse se tendría que tomar muy en cuenta estos factores, algunos puntos de mejora observados son:

- Mejorar la red neuronal, ya sea implementando otra función de entrenamiento o cambiando a una red diferente o más compleja.

- Implementación de una estructura que permita tener los sensores en el brazo siempre en los mismos lugares, fácil de poner y quitar.
- Alimentación eléctrica del circuito gracias al conector USB del Arduino o cualquier otro microcontrolador.
- Alimentación eléctrica por pila y mejora de la conexión para que sea por un medio inalámbrico, permitiendo una mayor libertad con los movimientos.

Referencias

[1] Graham, E. M., Kota, A., Intintoli, M. K., Fried, A., Shah, A., & Mendenhall, S. D. (2023).

[2] From iron hooks to moving hands: The evolution of partial hand prostheses—a surgical perspective. Orthoplastic Surgery, 12, 29–43. https://doi.org/10.1016/j.orthop.2023.05.005

[3] Ivaniuk, N., Ponimash, Z., Karimov, V., & Shepanskiy, V. (2018). Control Systems of Bionic

[4] Limbs of the New Generation and Control Systems with EMG Signals of VR and Games and

[5] Toys. In Biofeedback. InTech. https://doi.org/10.5772/intechopen.74794

[6] Esaa, R. R., Jaber, H. A., & Jasim, A. A. (2023). Short-term hand gestures recognition based on electromyography signals. IAES International Journal of Artificial Intelligence, 12(4), 1765–1773. https://doi.org/10.11591/ijai.v12.i4.pp1765-1773

[7] Quwaider, M., Alabed, A., & Duwairi, R. (2019). The impact of video games on the players behaviors: A

[8] survey. Procedia Computer Science, 151, 575–582.

[9] https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.04.077

Sección VI.
Sistemas de información

Capítulo 34

Implementación de Sistemas Informáticos para el Registro de Actividad Ganadera

David Ortiz Gutierrez, Irlanda, Yanet, Ordoñez Sanchez, Luis, Eduardo Hernandez Avila, Cristobal Jesus Jimenez Olan y Fernando Velasco Lopez

Universidad Juárez Autónoma de tabasco
División Académica Multidisciplinaria de los Ríos

Resumen. El artículo aborda la implementación de sistemas informáticos en la actividad ganadera, destacando su importancia para mejorar la eficiencia y la trazabilidad en el registro de datos. Se discuten diversas tecnologías, como bases de datos y software especializado, que facilitan la gestión de la información relacionada con el ganado. A través de la automatización y la digitalización, se busca optimizar el manejo de los recursos, mejorar la productividad y asegurar el cumplimiento de normativas sanitarias. Sin embargo, la adopción de estos sistemas enfrenta desafíos, como la resistencia al cambio y la necesidad de capacitación en el uso de nuevas tecnologías. A pesar de estos obstáculos, la integración de estos sistemas promete revolucionar la industria ganadera, marcando un avance significativo en la gestión eficiente del ganado.

Palabras Clave: Sistemas informáticos, Ganadería, software especializado, resistencia al cambio

1 Introducción

El uso de las tecnologías o sistemas de información como herramientas es una gran ventaja por lo que gracias a estas se puede obtener un acceso rápido a la información, simplificación, facilidad en tareas y procesos y una mayor eficiencia en la administración; En la región sur de México, una de las principales actividades económicas primarias es la ganadería que genera grandes ingresos a esta región y que da sustento alimenticio a gran parte del país mexicano.

Cabe señalar, que la ganadería es una actividad que consiste en la crianza, cuidado y reproducción de animales para autoconsumo y comercialización. A pesar de ello, la comunidad ganadera no tiene una buena administración en el registro y control de las actividades relacionadas con el manejo de ganado bovino.

2 Estado del Arte

Históricamente, la comunidad ganadera ha dependido de técnicas rudimentarias para documentar procesos críticos, como la venta de animales, el movimiento de ganado, y el registro de compras y nuevas adquisiciones. Estos registros suelen realizarse en medios improvisados, como hojas de papel, cartón o madera, lo que conlleva a una serie de problemas. La información es frecuentemente incompleta, desorganizada, y susceptible a extravíos, lo

que a su vez dificulta la recuperación de datos cruciales y ocasiona pérdidas económicas significativas.

El sistema informático para el manejo de los registros de la explotación ganadera en la finca "Santa Rosa" de la parroquia Julio Andrade, es una aplicación significativa desarrollada para contribuir a la optimización del manejo de los registros en la finca, examinando nuevas herramientas para una mejor administración del área ganadera, las cuales continuarán proyectándose a nuevas necesidades. La metodología utilizada es el ciclo de vida clásica del software; cuyos elementos son: análisis, diseño, construcción y pruebas. Donde gracias a esta secuencia de pasos se permite cumplir con los requisitos para asegurar la calidad y el funcionamiento del sistema de principio a fin. Se presenta un sistema de ganadería enfocado a mejorar la calidad de la información ingresada y adquirida con datos exactos en la realización de consultas, para poder dar un seguimiento de las actividades que se manejan dentro de la granja, con ayuda de herramientas informáticas que están inmersas dentro de este sistema, por tanto, se lleva un registro confiable de cada movimiento que se realiza dentro de la actividad ganadera (ALEJANDRA, 2016)

La Región Puno se encuentra en el altiplano peruano entre los 3 800 y 4 500 m s. n. m., se caracteriza por tener una superficie llana en relación a otras regiones alto andinas, haciendo posible el desarrollo de la actividad pecuaria (Paredes y Escobar, 2018), cuenta con un aproximado de 120 mil productores de ganado bovino, concentrándose el mayor número de cabezas en las provincias de Puno, Melgar y Azángaro; las cuales cuentan con 108 785; 104 072 y 98 867 bovinos respectivamente. Con una población bovino-criolla de 63.47 %, el 34.07 % de la raza Brown Swiss y menos del 3 % proveniente del cruce entre ganado criollo y mejorado (CENAGRO, 2012).

Se caracterizaron 24 ranchos ganaderos de Campeche, México. Se evaluó la transferencia de tecnologías en proyectos de producción de leche, carne bovina y pastos, durante 2012. Predominaron los propietarios con educación primaria (33.33 %). El 55.40 % del área tenía pastos cultivados y el 0.41 % forrajes para la época poco lluviosa. El 8.33 % fabricaban alimentos. El 50

% tenía cerco eléctrico, con 1.28 unidades de ganado mayor. hectárea-1. Las vacas representaron el 64.01 % de las hembras; las novillas de 2 años al parto, el 18.12 %; del nacimiento al año, el 12.80 %, y de 1-2 años, el 5.07

%. En el hato predominaron: el Cebú (33.33 %) y Suizo pardo (29.17 %), y en los sementales Mestizos de Holstein (25 %) y Beef master (20 %), con 35 reproductoras. semental-1. Se utilizaron 4 de las 8 vacunas recomendadas en el estado. La mortalidad anual en crías fue del 10.23 %. El 66.67 % de los productores tenían registros de salud, 41.67 % de movimiento del hato, 33.33

% de reproducción, 25 % de producción y 8.33 % de economía. Se capacitaron 2,487 productores y se establecieron 10 ranchos tecnológicos demostrativos. Se logró el uso de controles técnicos, cerco eléctrico y alimentos elaborados en todos los ranchos. Se plantaron 54 hectáreas de Pennistum purpureum variedad cultivar Cuba CT-115, 15.50 hectáreas de Cuba OM-22 y 0.50 hectáreas de Cuba CT-169. Se incrementó la producción láctea en 60,000 litros de enero-agosto, respecto a igual período de 2011; y alcanzó 1 kilogramo.

animal-1. día-1 en 2 ciclos sucesivos de ceba en estabulación, en ranchos de productores líderes. (Diaz Castillo, Sardiñas López, Castillo Corría, & Padilla Corrales, 2014).

3 Metodología usada

El modelo de metodología usado es un modelo basado en prototipo. Pertenece a la rama de los modelos evolutivos tales como el modelo incremental, en este modelo se hace el uso de prototipos los cuales represe tan partes esenciales del software, sin embargo, a diferencia del modelo incremental los prototipos no son funcionales y en su mayoría únicamente corresponden a representaciones del diseño visible para el usuario y no del diseño interno tales como algoritmos y manejo de la Información, a al desarrollador una mejor comprensión de lo que hay que hacer (Nava Perez, Jimenez Celis, Gonzalez Vazquez, & Cardenas Zanabria, 2018)

Caracteristicas del modelo

Su característica principal es la retroalimentación, este modelo permite crear una muestra de la solución, para comprobar si será funcional, esta se consulta con el cliente y en base a la opinión del cliente, se hacen las modificaciones necesarias hasta llegar a un modelo final que satisfaga las necesidades del cliente en cuestión. Sus ventajas principales son el menor fallo de errores ya que se encuentra con una constante comunicación con el cliente. Además de que es una excelente herramienta para la recolección de requisitos del cliente. Que hacer, a lo largo de todo el ciclo de vida del software, para construir un producto bueno, de calidad, dentro del presupuesto y a tiempo. La utilización de técnicas para un desarrollo de software de calidad y que cumpla con todos los requerimientos que el cliente solicitó. (Nava Perez, Jimenez Celis, Gonzalez Vazquez, & Cardenas Zanabria, 2018)

En el proyecto del desarrollo de software la metodología, como se aprecia en la figura, puntualiza “quién debe hacer qué, cuándo y cómo debe hacerlo”, no existe una metodología de software universal. (Nava Perez, Jimenez Celis, Gonzalez Vazquez, & Cardenas Zanabria, 2018).

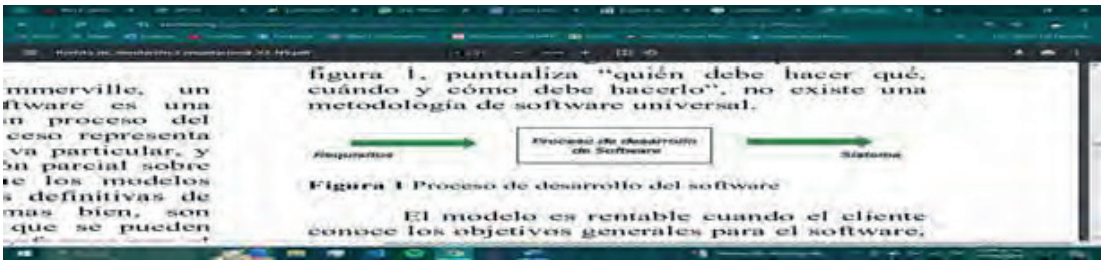


figura.1. Ciclo de desarrollo de los modelos de prototipos

Los sistemas prototipo desarrollan un comportamiento que satisface los requisitos y necesidades que se han entendido claramente. Realiza, por tanto, un proceso real de datos, para contrastarlo con el usuario. Se va modificando y desarrollando sobre la marcha, según las apreciaciones del cliente (el maestro). Esto hace más lento el proceso de desarrollo y disminuye la fiabilidad, puesto que el software está constantemente variando, pero, a la larga, genera un producto más seguro, en cuanto a la satisfacción de las necesidades del cliente. Una

aplicación terminada es de calidad si cumple rigurosamente con todos y cada uno de sus requisitos. (Nava Perez, Jimenez Celis, Gonzalez Vazquez, & Cardenas Zanabria, 2018).

figura.2

Es muy fácil comprender la metodología de desarrollo de prototipos funcional evolutiva, primeramente se realiza un debido análisis en donde se está en constante comunicación con el cliente para determinar todos los requerimientos solicitados y saber si los objetivos son totalmente claros, luego nos pasamos al diseño, en donde ya se incluye como parte de la elaboración del prototipo, continuando con la codificación incluyendo en gran parte del desarrollo, después de realizan las pruebas pertinentes, y en base a ello, surge la retroalimentación para la evolución del software, el número de iteraciones, variara dependiendo los requerimientos y/o modificaciones solicitadas por el cliente durante el proceso. (Nava Perez, Jimenez Celis, Gonzalez Vazquez, & Cardenas Zanabria, 2018)

Ventajas del modelo

Este modelo es útil cuando el cliente conoce los objetivos generales para el software, pero no identifica los requisitos detallados de entrada, procesamiento o salida. Además, también ofrece un mejor enfoque cuando el responsable del desarrollo del software está inseguro de la eficacia de un algoritmo, de la adaptabilidad de un sistema operativo o de la forma que debería tomar la interacción humano-máquina. (RAMOS ESCAMILLA, 2018)

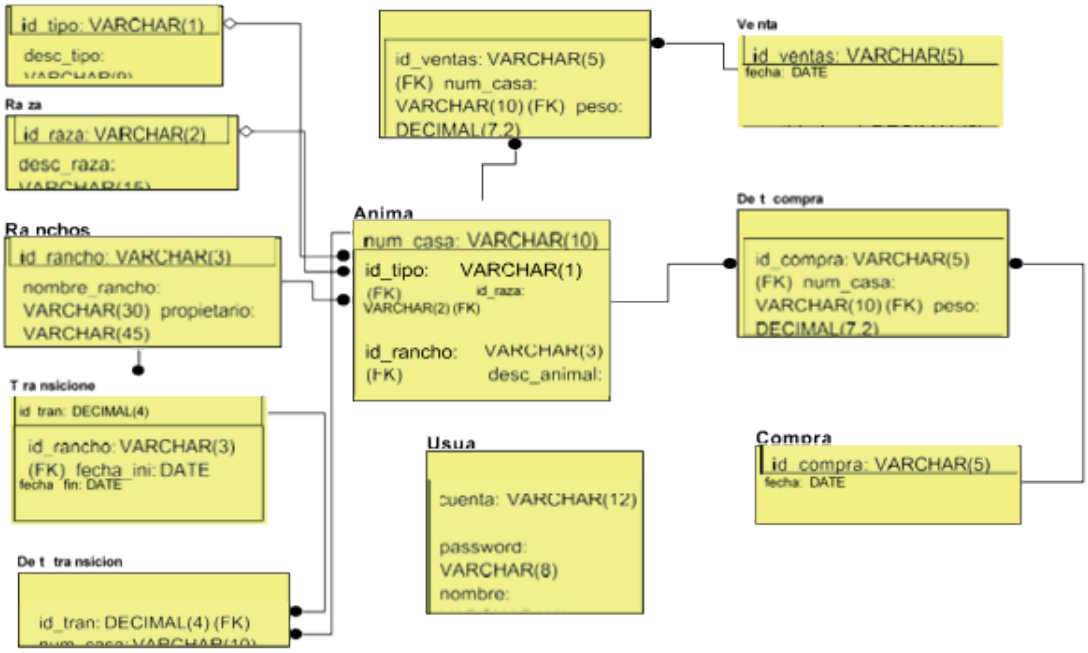
Factibilidad Técnica

Para el funcionamiento de la aplicación, se requiere de equipo móvil con la capacidad técnica que soporte los procesos realizados por los usuarios, que ofrezcan exactitud y confiablidad en la información.

Modelo relacional

Las bases de datos son un elemento fundamental en el entorno informatico, en la actualidad tienen una aplicación en la practica casi total de los campos, además son de utilidad para toda disciplina o área de aplicación donde exista la necesidad de gestionar datos. (Pulido Romero, Escobar Dominguez, & Nuñez Perez, 2019).

A continuación, se presenta la propuesta del modelo relacional para la base de datos del sistema de información:



4 Resultados experimentales

Las pruebas realizadas a la aplicación Ganadero Sur, se basaron el realizar pruebas constantes de la funcionalidad de la aplicación en el ámbito ganadero, conforme se avanzaba de acuerdo a la metodología aplicada.

Durante los prototipos realizados y entregados al cliente se encuentra un login funcional acorde a lo requerido por el cliente.

5 Conclusiones

En este trabajo se propone el desarrollo de una aplicación en dispositivos móviles con sistema operativo Android, que permita administrar una base de datos, que se adapta a las necesidades identificadas en el sector ganadero de la región sur del país mexicano, como lo son el registro de información de los animales, compras, ventas, movimientos de animales, búsqueda y consulta de información utilizando para el diseño de las interfaces del usuario el Android Studio 10 y para la administración de la base de datos SQLite en una plataforma completamente local.

Referencias

[1] ALEJANDRA, A. R. (2016). SISTEMA INFORMÁTICO PARA EL MANEJO DE LOS REGISTROS DE LA EXPLOTACION GANADERA EN LA FINCA “SANTA ROSA” DE LA PARROQUIA JULIO ANDREADE. TULCAN, ECUADOR: UNIVERSIDAD REGIONAL AUTÓNOMA DE LOS ANDES.

[2] Diaz Castillo, A., Sardiñas López, Y., Castillo Corría, E., & Padilla Corrales,

[3] C. (2014). Caracterización de ranchos ganaderos de Campeche, México. Resultados de proyectos de transferencia de tecnologías. Universidad de Colima.

[4] Nava Perez, H. A., Jimenez Celis, J. F., Gonzalez Vazquez, L. G., & Cardenas Zanabria, E. (2018). Revista Simulacion Computacional. ECORFAN.

[5] Pulido Romero, E., Escobar Dominguez, O., & Nuñez Perez, J. A. (2019). Base de datos. Cd de Mexico: Patria.

[6] RAMOSESCAMILLA, M. (2018). Revista de Simulación Computacional. ECORFAN- Taiwan, 11.

Capítulo 35

Sistema Informático de Control de Ventas por Catálogo

Betsabé De Los Santos Machín, Elizabeth Torres Guillermo, Jesús Alberto Morón Diaz, Diana Cristel Galicia Ruiz, Sandra Aguilar Hernández

Universidad Juarez Autonoma de Tabasco
División Académica Multidiciplinaria de los Ríos

Resumen. El artículo se centra en la implementación de sistemas de información para actividades de emprendimiento, específicamente las ventas por catalogo resaltando la facilidad para hacer más eficiente el proceso de venta mediante el uso de las tecnologías, discutiendo tecnologías como lo son las bases de datos. Por medio de luso de un sistema de informático facilitar la gestión de ventas.

Palabras Clave: Sistemas, emprendimiento, ventas por catálogo, base de datos

1 Introducción

Los sistemas de información han cambiado el mundo a lo largo de los años, puesto que estas se han especializado en facilitar y hacer más eficientes diferentes procesos como lo es el control de ventas por catálogo, “Hey neni” es un proyecto innovador encargado de usar las tecnologías informáticas, proporcionando a las personas una experiencia de compra intuitiva, fácil y accesible a través de una página web para que las empresas optimicen sus ventas por catálogo proporcionando una solución que simplifica la gestión de inventario, pedidos. La plataforma permite a las empresas crear y administrar catálogos digitales ofreciendo una experiencia de compra conveniente y directa desde dispositivos móviles y computadoras.

2 Estado del Arte

Los pronósticos son vitales para toda organización mercantil y para toda decisión administrativa importante. Presentan la base de los planes a largo plazo de la empresa. En las áreas funcionales de finanzas y contabilidad, los pronósticos son el cimiento para la planeación del presupuesto y el control de los costos. El departamento de Marketing depende de los pronósticos de ventas para cuantificar sus planes de productos nuevos y regulares, las estrategias de ventas y la valoración de los impactos promocionales que optimicen la toma de decisiones fundamentales. El personal de producción y el de operaciones usan los pronósticos para tomar decisiones de manera periódica, respecto a la selección de procesos, la planeación de la capacidad y la disposición física de las instalaciones, así como para las decisiones rutinarias sobre los planes de producción, los programas y los inventarios (Chase, Jacobs & Aquilano, 2005).Actualmente se utilizan diversas técnicas de análisis estadístico multivariante en el ámbito de mercadeo e investigación de mercados, tales como estudios estratégicos de segmentación de merca-dos, análisis de correlación, análisis discriminan-te, escalas multidimensionales, análisis de clúster, entre otros (Prieto, 2013); sin

embargo, el trabajo de Prieto se focaliza en el diseño estructural de un modelo estadístico de predicción, que pudiera derivarse en la consolidación de una herramienta automatizada en Visual Basic con base de datos Access, que permitiera a la empresa ejecutar, en tiempo real, proyecciones de demanda futura, alimentadas por variables causales de mercadotécnicas previamente valoradas según la información histórica particular de la compañía. En el caso particular de las empresas de venta por catálogo, el comportamiento de la demanda presenta diferencias con el estilo tradicional retail, ya que en el primer tipo de empresas la compañía posee el control de las formas de exponer y promocionar los productos dentro de su catálogo de ventas, el cual tiene un tiempo de vigencia determinado. De allí que la búsqueda de una aplicación automatizada para poder predecir la demanda fu-tura de unidades en empresas con estilo de ventas por catálogo, siempre ha sido una necesidad para poder administrar la demanda futura con eficiencia en las áreas de planificación, logística, compras y producción (Boada, 2017)

Enseguida se presenta una propuesta de solución que consiste en un producto de control administrativo denominado SIS-VEN-MULTI 2010. Esta solución comprende: el inventario, los registros de compras, ventas, entrega de mercancía, así como los reportes contables y estadísticos. El último capítulo está dedicado al proceso de capacitación de las personas que participan en cada una de las áreas involucradas en el uso de este producto. Como resultado del trabajo destacan dos conclusiones. Primero, para que proyectos de implantación de programas de cómputo para control administrativo tengan éxito, es indispensable que la empresa defina las funciones administrativas relacionadas con las operaciones de compra-venta, ya que el uso inadecuado de un sistema de control administrativo tiende a producir resultados impredecibles, incluso erróneos. Segundo, la empresa debe elegir el producto adecuado que cubra sus necesidades y que, además, sea una opción aceptable para que el proceso de implantación tenga un mínimo impacto negativo. De manera paralela, esta obra también tiene un objetivo didáctico, al buscar instruir a quién quiera que requiera instalar un programa de cómputo que facilite el control de procesos administrativos de inventario y compra-venta. Por ejemplo, puede ser útil al administrador de la empresa, vendedor, encargado de compras, almacenista, contador y a quién participe en los procesos ya mencionados y que lleva a cabo una empresa. (VERA RAMÍREZ, 2012).

En las últimas décadas, el término de comercio electrónico se ha relacionado con la aparición delinternet y su desarrollo. Sin embargo a partir de que la mensajería electrónica reconocida comúnmente como correo electrónico apareció como un medio de intercambio de información sin la limitante de la distancia y la posibilidad de recepción de ésta en tiempo real y de forma simultánea; fue de primera instancia, un motivo para que el internet se convirtiese en una herramienta cotidiana para las personas, mismas que dentro de una configuración del mundo actual y su forma de relacionarse mediante la conexión en red, apuntalaran al desarrollo del comercio electrónico. En una

Primera etapa, como una estrategia de proyección de mercado para que posteriormente convertirse en un pilar del desarrollo económico mediante el comercio internacional instalado en la red. Aunado a lo anterior, si entendemos a la información como un primer producto y/servicio del internet resulta un tanto obvio el cuestionamiento: ¿Esla información un producto o servicio como tantos otros? La respuesta es no, ya que la distinción para este caso es referente al medio de difusión, o sea al canal; por lo tanto, el comercio electrónico

podemos interpretarlo como una herramienta de comercialización "completa", ya que abarca el proceso de compra desde la localización del producto, su comparación, pagado y recibido a través de una plataforma electrónica. El comercio electrónico en México inició en el año 2009; no obstante, es importante mencionar que al principio no tuvo un gran impacto en el sector económico. Esto último fue por diversas causales, entre ellas el parteaguas generacional en el uso y consumo de la tecnología como un medio nuevo para relacionarse en todos los aspectos; desde una red social hasta una red de mercadeo dirigida a diversos sectores de productos y/o servicios como el bancario, educativo, de entretenimiento, trámites gubernamentales, etc. Para comprender el contexto en el que se dio el comercio electrónico en México es necesario ejemplificarlo. En la compra de un coche nuevo: uno puede conectarse a la red y verificar la variedad de autos acorde a la marca, modelo y presupuesto, al decidirse por alguno, es posible verlo y adaptarlos a las preferencias en color, tapicería y elementos adicionales que se quiera y verificar el costo final. Es posible incluso pagarlo; sin embargo, es necesario recoger o recibir el producto adquirido y no una simulación virtual del producto real, ya que éste no es reducible a bits, sino a átomos. Esta dualidad de producto/bit o producto/átomo, es una referencia al análisis que plantea Nicholas Negroponte en su libro "El Mundo Digital", en el cual contrasta la realidad de lo tangible con la realidad virtual, ésta última como una simulación del deber ser del producto o servicio tangible en el mundo real. Es importante reconocer cómo las redes mundiales de información están transformando nuestro entorno y en la forma en la que todos sus elementos se relacionan con el mundo y por lo tanto los cambios en todos los ámbitos de la actividad humana, desde la competitividad, el empleo y la calidad de vida de las naciones. (Manzur Quiroga., Rojas Ortiz, Balcázar González, & Rodríguez Espinosa, 2020).

3 Metodología usada

El modelo de metodología usado es una metodología de desarrollo de software en espiral

En el proceso de desarrollo de software un sistema informático está compuesto por hardware y software. El buen funcionamiento del hardware es, en principio, comparable a la de cualquier otro equipo de cómputo existente. Sin embargo, respecto al software, su construcción y resultados han sido en el pasado cuestionados debido a los problemas asociados a ellos: Los sistemas no responden a las expectativas de los usuarios. Los programas "se caen" con cierta frecuencia. Los costes del software son difíciles de prever y normalmente superan las estimaciones propuestas con anterioridad. La modificación del software es una tarea difícil y costosa. En el desarrollo de software, se establece algunas particularidades como los modelos de ciclo de vida del software, uno de estos modelos es el llamado "El Modelo Evolutivo Espiral" cuyo autor es Barry Boehm (1988), este tipo de modelo permite tener en cuenta el riesgo que aparece al momento de desarrollar software, se comienza analizando las diferentes alternativas de procesos en el diseño del software, se selecciona el riesgo más asumible y se hace un ciclo de la espiral. Si el usuario requiere hacer avances en el software, se evalúa las diferentes alternativas y riesgos y se realiza un nuevo giro a la espiral, así hasta que llegue un momento en el que el software diseñado sea aceptado y no necesite mejorarse con un nuevo ciclo (Galo, 2011).

Características del modelo

El modelo en espiral esta compartida en varias actividades estructurales, también llamadas regiones de tareas. Existen seis regiones de tareas que son:

Comunicación con el cliente: esta es una tarea requerida para establecer comunicación entre el desarrollador y el cliente.

Planificación: esta tarea es necesaria aplicarla para pode definir los recursos, el tiempo y otras informaciones relacionadas con el proyecto, es decir, son todos los requerimientos.

Análisis de riesgos: esta es una de las tareas principales por lo que se aplica el modelo en espiral, es requerida para evaluar los riesgos técnicos y otras informaciones relacionadas con el proyecto.

Ingeniería: esta es una tarea necesaria ya que se requiere construir una o más representaciones de la aplicación.

Construcción y adaptación: esta tarea es requerida en el modelo espiral porque se necesita construir, probar, instalar y proporcionar soporte al usuario.

Evaluación el cliente: esta también es una tarea principal, necesaria para adquirir la reacción del cliente según la evaluación de las representaciones del software creadas durante la etapa de ingeniería y la de implementación creada durante la etapa de instalación. (Galo , 2011).

Ciclo de desarrollo de los modelos de prototipos

El modelo espiral en el desarrollo del software es un modelo meta del ciclo de vida del software donde el esfuerzo del desarrollo es iterativo, tan pronto culmina un esfuerzo del desarrollo por ahí mismo comienza otro; además en cada ejecución del desarrollo se sigue cuatro pasos principales:

Determinar o fijar los objetivos. En este paso se definen los objetivos específicos para posteriormente identifica las limitaciones del proceso y del sistema de software, además se diseña una planificación detallada de gestión y se identifican los riesgos.

Análisis del riesgo. En este paso se efectúa un análisis detallado para cada uno de los riesgos identificados del proyecto, se definen los pasos a seguir para reducir los riesgos y luego del análisis de estos riesgos se planean estrategias alternativas.

Desarrollar, verificar y validar. En este tercer paso, después del análisis de riesgo, se eligen un paradigma para el desarrollo del sistema de software y se lo desarrolla.

Planificar. En este último paso es donde el proyecto se revisa y se toma la decisión si se debe continuar con un ciclo posterior al de la espiral. Si se decide continuar, se desarrollan los planes para la siguiente fase del proyecto. Ver fig1 anexos Con cada iteración alrededor de la espiral, se crean sucesivas versiones del software, cada vez más completas y, al final, el sistema de software ya queda totalmente funcional. La diferencia principal entre el modelo espiral y los modelos anteriores (ej.: cascada, evolutivo, incremental, etc.) es la evaluación del riesgo. El riesgo es todo lo que pueda salir mal en un proyecto de desarrollo de software. Por ejemplo, si queremos utilizar un lenguaje de programación para desarrollar

un sistema operativo, un riesgo posible es que los compiladores utilizables no produzcan un código objeto eficiente. Los riesgos originan problemas en el proyecto, como el exceso de los costos. Es así que, la disminución de los riesgos es una actividad muy importante. Un modelo espiral comienza con la determinación de los objetivos tanto funcionales como de rendimiento. Después se enumeran algunas formas posibles de alcanzar estos objetivos identificando las fuentes de riesgos posibles. Luego continuamos con el siguiente paso que es resolver estos riesgos y llevar a cabo las actividades de desarrollo, para finalizar con la planificación del siguiente ciclo de la espiral (Galo, 2011).

Ventajas y desventajas del modelo Ventajas:

No requiere una definición completa de los requerimientos del software a desarrollar para comenzar su funcionalidad.

En la terminación de un producto desde el final de la primera iteración es muy factible aprobar los requisitos.

Sufrir retrasos corre un riesgo menor, porque se comprueban los conflictos presentados tempranamente y existe la forma de poder corregirlos a tiempo.

Desventajas:

Existe complicación cuando se evalúa los riesgos.

Se requiere la participación continua por parte del cliente.

Se pierde tiempo al volver producir inicialmente una especificación completa de los requerimientos cuando se modifica o mejora el software. (Galo, 2011)

Factibilidad Técnica

La metodología espiral permite una mayor flexibilidad y adaptabilidad, ya que los requisitos y riesgos pueden ser reevaluados y ajustados en cada ciclo. Esto facilita la detección temprana y la resolución de problemas, reduciendo el riesgo de errores costosos en etapas posteriores del desarrollo. Además, fomenta la colaboración y la retroalimentación continua entre los stakeholders, lo que conduce a un producto final más robusto y satisfactorio

Los nuevos requerimientos del sistema se definen en todos los detalles posibles, esto implica generalmente el entrevistarse con un número determinado de usuarios que representarán a todos los usuarios tanto externos como internos y otros aspectos del sistema existente. Un prototipo preliminar se crea para el desarrollo del nuevo software partiendo de un diseño hecho del sistema que se construyó del prototipo inicial. Esto es generalmente un sistema scaled-down, y representa una aproximación de las características del producto final. Un segundo diseño de software es desarrollado por un procedimiento cuádruple: Evaluación del primer prototipo en términos de sus fuerzas, debilidades, y riesgos; Definir los requisitos del segundo prototipo; Planeando y desarrollando el segundo prototipo; Construyendo y probando el segundo prototipo. En la opción del cliente, el proyecto completado puede ser abortado si el riesgo se juzga demasiado grande. Los factores de riesgo pudieron implicar los excesos de coste del desarrollo, cálculo erróneo del fusionar los costes, o cual-

quier otro factor que podría, en el juicio del cliente, dar lugar a un producto final menos que satisfactorio. El diseño existente se evalúa de manera semejante al igual que el diseño anterior, y, en caso de necesidad, otro prototipo se desarrolla de él según el procedimiento cuádruple expuesto anteriormente. Se iteran los pasos precedentes hasta que el cliente está satisfecho sabiendo que el diseño mejorado representa el producto final deseado. Además, se construye el sistema final, basado en el diseño mejorado. El sistema final se evalúa y se prueba con todas las de ley. El mantenimiento general se realiza sobre una base continua para prevenir fallas en grande y para reducir al mínimo el tiempo perdido. (Galo , 2011)

Modelo relacional

A continuación, en le figura 1.1, se presenta la propuesta del modelo relacional para la base de datos del sistema de información:

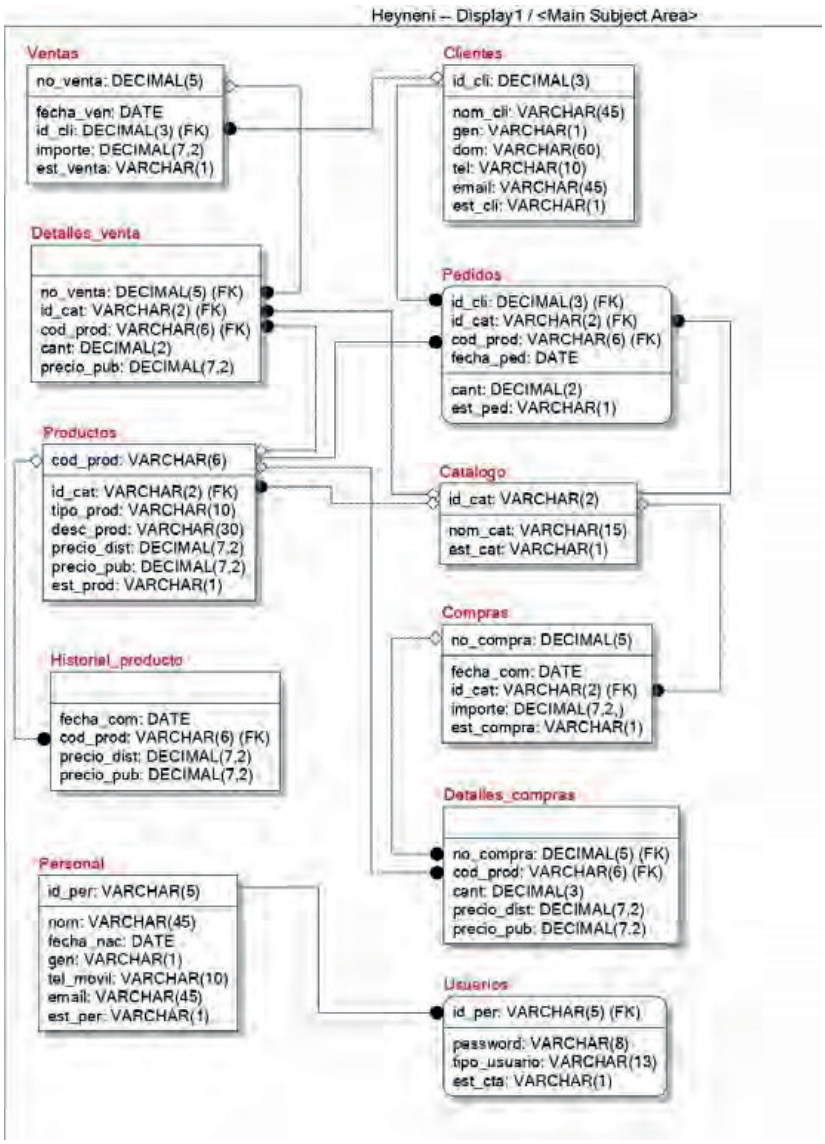


figura1.1

4 Resultados experimentales

Al realizar la implementación del sistema web, con las pruebas realizadas se comprobó la funcionalidad de esta al llevar un registro efectivo y preciso, controlar los inventarios, y llevar un seguimiento de las ventas y cobros. Generando resultados significativos en la optimización de procesos y la mejora del desempeño en empresas de ventas las cuales tuvieron una mejora en la eficiencia operativa

5 Conclusiones

En conclusión, el presente trabajo se propuso la funcionalidad del desarrollo de un sistema web para el control de registro de ventas por catálogo, controlar inventarios, y realizar un seguimiento de ventas, mediante el uso de un sistema web desarrollado por medio de un modelo de desarrollo de software en espiral un modelo iterativo del desarrollo de software

Referencias

[1] Boada, A. (2017). Sistema de proyección de la demanda. Caso práctico de predicción automatizada en empresas de venta por catálogo. Revista Perspectiva Empresarial, 23–41.

[2] Galo, F. (2011). Modelo Espiral de un proyecto de desarrollo de software Administracion y evaluacion de proyectos. UNEMI.

[3] Manzur Quiroga., S. C., Rojas Ortiz, L. J., Balcázar González, A., & Rodríguez Espinosa, A. P. (2020). Choque del paradigma en el uso sobre el comercio tradicional vs comercio electrónico en México. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores., 3-4.

[4] VERA RAMÍREZ, J. I. (2012). SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL ADMINISTRATIVO DE VENTAS E INVENTARIOS. Mexico D.F: FUNDACION ARUTO ROSENBUELTH.

Capítulo 36

Una Aplicación Móvil para Optimizar el Sistema de Transporte Universitario

Mario Anzures-García [1], Luz A. Sánchez-Gálvez [1], Mariano Larios-Gómez [1], and Alan E. Lino-Apango [1]

[1] Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Ciudad Universitaria, 14 sur esquina Boulevard Valsequillo, 72570, Puebla-México.

mario.anzures@correo.buap.mx, sanchez.galvez@correo.buap.mx, mariano.larios@correo.buap.mx, alan.linoa@gmail.com

Abstract. En los últimos años, el uso de las aplicaciones móviles ha incrementado, ya que permiten tener a la mano la información cuando y donde se desee; siempre y cuando se cuente con internet en el dispositivo móvil. En consecuencia, el presente trabajo propone el desarrollo de STUAPp basado en SCRUM y *Flutter*, que es una aplicación móvil para agilizar la gestión del Sistema de Transporte Universitario (STU). Con la finalidad de consultar desde el teléfono inteligente la ubicación en tiempo real de las unidades del STU, la información de las paradas autorizadas y los horarios de las diferentes rutas (el usuario podrá cambiar de pantalla para poder ver las imágenes con éstas). Esto se logrará mediante el uso de un mapa de la ciudad con las rutas que sigue cada unidad, por tanto, se requiere que el usuario se registre y posteriormente acceda a la misma.

Keywords: Aplicación Móvil, Sistema de Transporte Universitario, Tiempo Real, Mapa de Rutas, Horarios.

1 Introducción

En la actualidad, existen una gran cantidad de personas que utilizan las aplicaciones móviles [1, 2], principalmente para su entretenimiento tales como películas, videojuegos, redes sociales y muchos más. Sin embargo, durante la pandemia ocasionada por el SARS COV-2 (COVID 19), éstas aplicaciones demostraron lo importantes y útiles que son para el trabajo o los diferentes servicios que uno consume o necesita adquirir. Uno de los más necesarios por las personas, es el servicio de transporte por obvias razones, ya sea local o universitario [3], que comúnmente se basa en un mapa de la ciudad [4].

Existen varias aplicaciones para el servicio de transporte en una ciudad como EMT Madrid [5], City Trips [6], Moovit [7], City Mapper [8], Urban Step

[9] y Transit [10]. Aunque todas ellas brindan diversas opciones eficientes, no están centradas en el servicio de transporte que ofrece una universidad. Por tanto, es necesario tener una aplicación que permita a los alumnos de manera óptima utilizar el Sistema de Transporte Universitario (STU), tomando en cuenta el tamaño de la universidad, la cantidad de alumnos que usan el servicio y la variedad de rutas que comprende. Aunque distintas

universidades tienen sistemas de transporte privado similar a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), ninguna complementa éste con alguna App para simplificar y agilizar tal servicio.

En consecuencia, en este trabajo se pretende desarrollar una aplicación móvil denominada STUAPp, cuyo principal propósito es consultar desde el teléfono móvil la ubicación en tiempo real de las unidades del STU de la BUAP. Esto se logra mediante el uso de un mapa de la ciudad con las diferentes rutas, así como la información de las paradas autorizadas. Además, en el menú se coloca la opción de horario, donde el usuario descarga un archivo PDF con los horarios de las diferentes rutas. Para todo ello, se requiere que el usuario se registre y acceda a STUAPp. Por tanto, con dicha aplicación se puede:

- Hacer más frecuente el uso del servicio STU.
- Mejorar el servicio con respecto al tiempo.
- Ayudar a los alumnos de nuevo ingreso a encontrar la ruta más óptima.
- Dejar claras las paradas y rutas autorizadas.
- Saber cuándo haya algún cambio de tiempo o ruta.
- Hacer que el uso del servicio sea exclusivo para la comunidad universitaria activa.
- Aumentar la demanda del uso del servicio para que se tengan más salidas.
- Monitorear las unidades para dar más seguridad a los usuarios.

El objetivo general de este trabajo es desarrollar STUAPp basada en SCRUM [11] con la finalidad de monitorear la ubicación en tiempo real de las unidades del STU.

Mientras, que los objetivos específicos son:

- Desarrollar una aplicación móvil [12] en Android Studio [13, 14, 15] utilizando Flutter [16, 17, 18] para que la comunidad de la BUAP pueda acceder a información sobre el STU como ubicación en tiempo real, horarios, rutas y paradas autorizadas.
- Implementar una base de datos con firebase [19] donde se registren los usuarios (comunidad universitaria) para que sea de uso exclusivo.
- Almacenar las coordenadas de la unidad en la base de datos (firestore), para que el usuario las consulte y conozca la ubicación exacta.

Este documento está estructurado de la siguiente forma: La sección 2 explica el desarrollo de la aplicación móvil para la optimización del sistema de transporte universitario (STU). La sección 3 proporciona las conclusiones y el trabajo futuro.

Desarrollo de una Aplicación Móvil para la Optimización del STU

STUAPp está sustentado en el patrón arquitectónico Modelo-Vista-Controlador (MVC, *Model-View-Controller*). Por una parte, los patrones de diseño proporcionan: técnicas probadas que reflejan la experiencia y los conocimientos de los desarrolladores; siendo soluciones adaptadas a nuestras propias necesidades; y expresividad requerida para presentar soluciones complejas de forma sencilla [20, 21, 22, 23]. Por otra, MVC suministra una plantilla que sirve como guía para analizar, diseñar e implementar un proyecto de software; estableciendo un conjunto de recomendaciones para facilitar este proceso de desarrollo de software [24, 25]. En la Fig. 1 se presenta el MVC que sustenta nuestra propuesta, la *Vista*

presenta las interfaces de usuario de la aplicación de acuerdo a los datos contenidos en el *Modelo* que dependen de las peticiones hechas a la API, que *controla* la información mostrada en cada interfaz.

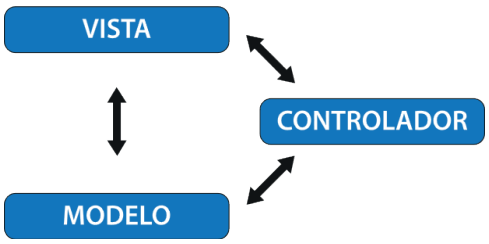


Fig. 1. MVC del STUAPp.

El desarrollo de STUAPp está basado en la metodología ágil SCRUM, haciendo entregas funcionales en tiempos cortos denominados *Sprints* (ejecución de una iteración del software), y el framework flutter, que cuenta con una amplia variedad de librerías e interfaz que se adaptan perfectamente a las necesidades de la aplicación. Este desarrollo consiste de dos aplicaciones: *Conductor y Usuarios*. Por tanto, de acuerdo a SCRUM se considera:

- La especificación de los *Product Backlog Ítems* (PBI's) a manera de historias de usuario, con su estimación y prioridad de acuerdo a las funcionalidades de la aplicación y conforme al desarrollo del proyecto.
- La especificación de los PBI's ordenado por prioridades.
- La descripción del plan de entregas o *release plan*.

STUAPp en el caso del conductor presenta una pantalla para que él inicie la ruta (véase la Fig. 2), una vez que ha hecho esto se muestra la ubicación en donde se encuentra la unidad del STU (Fig. 3). El usuario debe registrarse (véase la Fig. 4) en STUAPp, para poder acceder a dicha app, ingresando correo electrónico y contraseña (Fig. 5). Una vez que ha iniciado, debe conceder los permisos a dicha aplicación para que acceda a la ubicación del usuario, así enlaza con el *Global Positioning System* (GPS), tal y como aparece en la Fig. 6 y Fig. 7. Posteriormente, cuando se está utilizando STUAPp puede presentarse la pantalla de la Fig. 8 que indica "espere un momento", ya que la aplicación está realizando algún proceso. Una vez que ya está en uso dicha app y se dieron los permisos antes mencionados, se muestra la ubicación en el mapa (véase la Fig. 9).

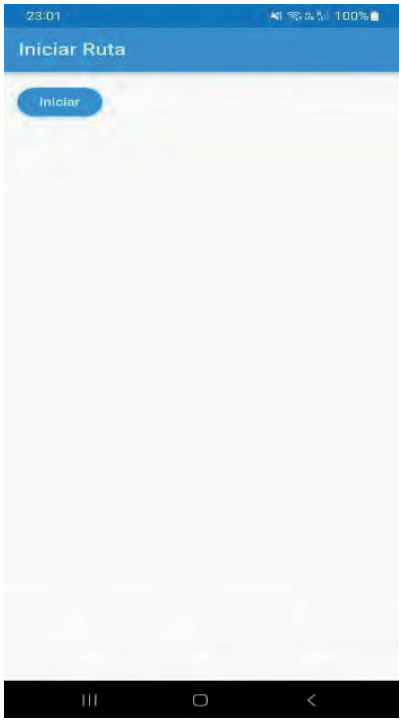


Fig. 2. Inicio y ruta del conductor.

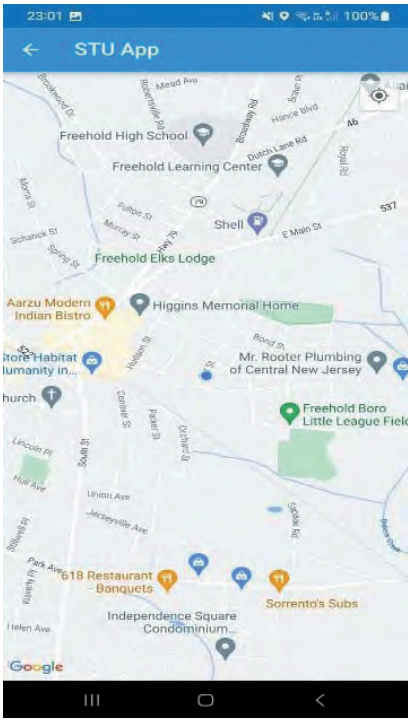


Fig. 3. Ubicación.

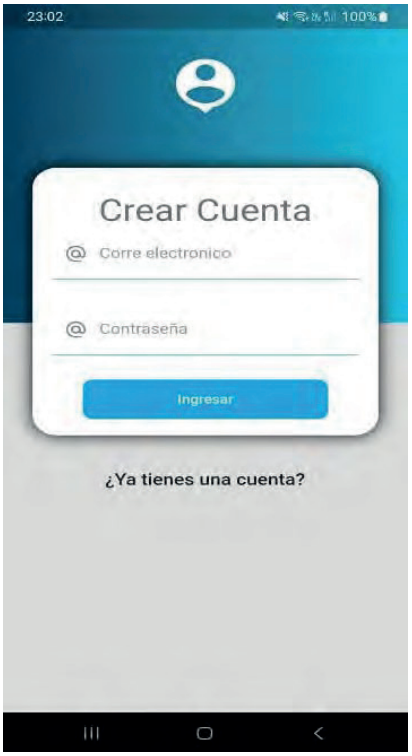


Fig. 4. Registro del usuario.

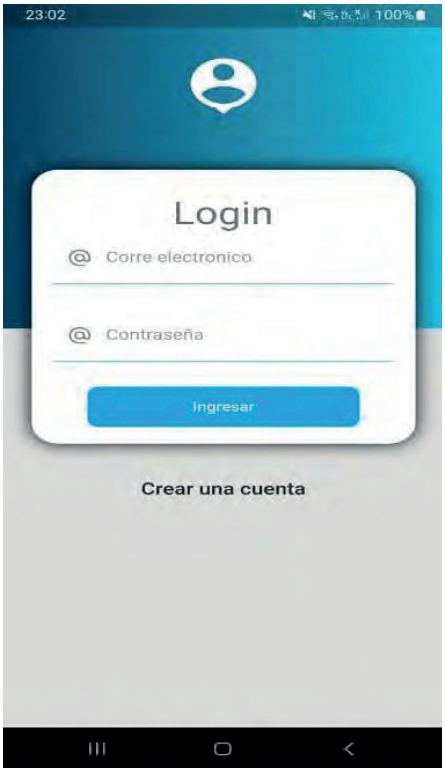


Fig. 5. Acceso del usuario a STUAPp.

Fig. 6. Solicitar acceso al GPS.

Fig. 7. Acceder a la ubicación del dispositivo.

Fig. 8. Espera, terminando proceso.

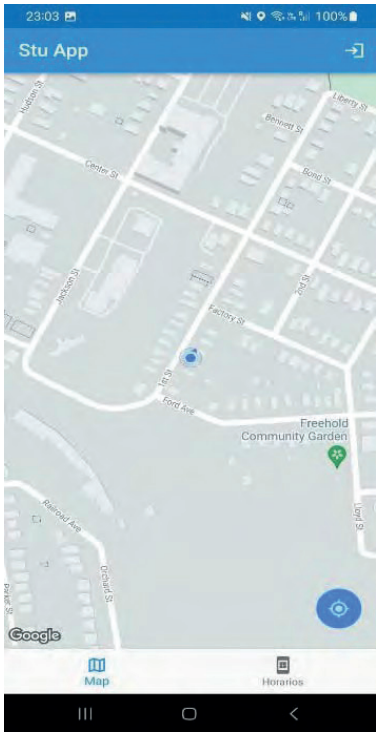


Fig. 9. Mapa de STUAPp.

Además, también se puede visualizar la ruta completa que sigue la unidad del STU en la que estamos, como se establece en la Fig. 10. Otro punto importante, que debe señalarse en este trabajo es la pantalla de horarios de las rutas; en la Fig. 11 se hacen notar los que corresponden a las rutas de “Amalucan” y “Maravillas”.

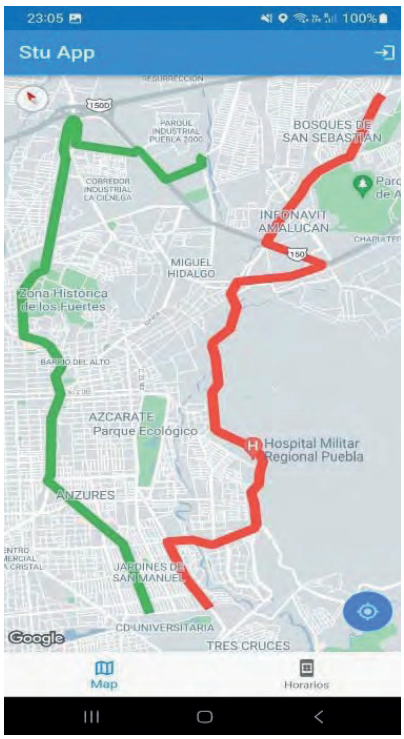


Fig. 10. Rutas STU.

Fig. 11. Horarios en STUAPp.

2 Conclusión y Trabajo Futuro

En este trabajo de investigación, se desarrolló STUAPp basada en SCRUM

—que simplificó la elaboración de dicha plataforma, permitiendo entregas continuas en tiempos cortos, así como una revisión de lo entregado, verificando que todos los requisitos planteados en las historias de usuario se cumplieran, en caso contrario, se agregó un nuevo *Sprints* para realizar las modificaciones requeridas— y *Flutter* —que desplegó la app en distintas tiendas de aplicaciones, sin necesidad de reescribir el código varias veces para cada sistema operativo móvil. El punto central del trabajo es la arquitectura MVC desarrollada para sustentar STUAPp. Además, la creación de interfaces de usuario se facilitó con los *Sprints* de SCRUM y las librerías que proporciona Flutter. Otra cuestión importante es que SCRUM permitió una monitorización constante, que se llevó a cabo en cada *Sprint* lo que ayudó a refinar y mejorar el producto en cada entrega al cliente, que a su vez hizo una retroalimentación. Consecuentemente, todos los objetivos planteados al inicio del proyecto fueron alcanzados, logrando que el objetivo principal optimizar el servicio del STU y el tiempo de desarrollo de la aplicación se cumplieran completamente. De tal manera, que STUAPp es usable, amigable, robusta, segura, escalable, adaptable y mantenible, lo cual es esencial cuando los usuarios son principalmente choferes y jóvenes universitarios con una

edad de entre 13 y 26 años, quienes hacen uso del servicio para llegar a tiempo a las clases, servicio social o prácticas profesionales que tienen asignadas en un semestre; e incluso, para estar de regreso en su casa. El trabajo futuro se centrará en proporcionar más opciones a los usuarios del STU con la finalidad de mejorar la optimización de la gestión y servicio de este medio de transporte. Una opción muy necesaria que debería agregarse en STUAPp sería comprar los boletos a través de ésta aplicación simplificando la accesibilidad; ya que los estudiantes deben acudir a los lugares donde están instaladas máquinas expendedoras o en la terminal central para hacerlo. Otra opción importante que se tendría que realizar es la compartición de saldo entre estudiantes, para que en caso de que alguno no tenga ya sea crédito o dinero para su pasaje, le pida a un amigo que le comparta saldo y de esa forma pueda utilizar el transporte del STU. Una más estaría centrada en la seguridad de la comunidad universitaria, en caso de que ocurra un accidente o asalto el STUAPp enviaría una notificación a las autoridades correspondientes, para que inmediatamente o lo más pronto que sea posible acuden al lugar a donde ha ocurrido tal suceso tan lamentable, ayudando o apoyando a los estudiantes universitarios.

Referencias

[1] McCallister, J. Mobile Apps Made Simple: The Ultimate Guide to Quickly Creating, Designing and Utilizing Mobile Apps for Your Business. 2nd Edition, Kindle Edition, 2014.

[2] McWheter. Professional Mobile Application Development. John Wiley & Sons, Inc. 2012.

[3] Sistema de Transporte Urbano, «STU,» [En línea]. Available: http://www.stu.buap.mx/ [Último acceso: 08 de Febrero de 2024].

[4] Google Maps. «Maps,» [En línea]. Available: https://www.google.com.mx/maps [Último acceso: 08 de Febrero de 2024].

[5] EMT Madrid. «EMT,» [En línea]. Available: https://www.emtmadrid.es/Home [Último acceso: 08 de Marzo de 2024].

[6] City Trips. «Trips,» [En línea]. Available: https://gocitytrips.es/ [Último acceso: 08 de Marzo de 2024].

[7] MOOVIT. «MOOVIT,» [En línea]. Available: https://www.company.moovit.com/ [Último acceso: 08 de Marzo de 2024].

[8] CITYMAPPER. «MAPPER,» [En línea]. Available: https://citymapper.com/df [Último acceso: 08 de Marzo de 2024].

[9] URBAN STEP. «URBAN,» [En línea]. Available: http://ascii164.com/blog/productos/urbanstep/iphone/. [Último acceso: 08 de Marzo de 2024].

[10] The Transit App «Transit,» [En línea]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.thetransitapp.droi d&hl=es-419 [Último acceso: 08 de Marzo de 2024].

[11] SCRUM. «SCRUM,» [En línea]. Available: https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/ [Último acceso: 28 de Marzo de 2024]

[12] Developer Android. «Android,»[En línea]. Available: https://developer.android.com/training/basics/firstapp/?hl=es-419 [acceso: 28 de Febrero de 2024]

[13] Aplicación Móvil. «App,» [En línea]. Available: https://servisoftcorp.com/definicion-y-como-funcionan-las-aplicaciones-moviles/. [Último acceso: 25 de Enero de 2024].

[14] Android Studio. «Android,» [En línea] https://developer.android.com/studio [Último acceso: 28 de Febrero de 2024].

[15] UDEMY «Udemy,» [En línea]. Available: https://www.udemy.com/desarrollo-de-apps-en-android-studio/ [Último acceso: 28 de Febrero de 2024].

[16] Flutter. «Flutter,» [En línea]. Available: https://talently.tech/blog/queesflutter/#:~:text=Flutter%20es%20el% 20kit%20de,una%20%C3%BAnica%20base%20de%20c%C3%B3di go. [Último acceso: 28 de Marzo de 2024].

[17] Lenguaje de Programación. «Programación,» [En línea]. Available: https://inlab.fib.upc.edu/es/blog/que-es-el-lenguaje-de- programacion-dart#:~:text=Dart%20es%20un%20lenguaje%20open,como%20en% 20sus%20objetivos%20principales. [Último acceso: 28 de Marzo de 2024].

[18] Microsoft. «Microsoft,» [En línea]. Available: https://support.microsoft.com/es-es/office/conceptos-b%C3%A1sicos-sobre-bases-de-datos-a849ac16-07c7-4a31-9948-3c8c94a7c204#:~:text=Una%20base%20de%20datos%20es,programa%20de%20procesamiento%20de%20texto. [Último acceso: 28 de Marzo de 2024].

[19] Firebase. «Firebase,» [En línea]. Available: https://digital55.com/blog/que-es-firebase-funcionalidades-ventajas-conclusiones/ [Último acceso: 28 de Marzo de 2024].

[20] Anzures-García M., Sánchez-Gálvez L.A., Hornos M.J., and Paderewski-Rodríguez P. Facilitating the development of Collaborative Applications with the MVC Architectural Pattern. Chapter 15 of the Book Software Engineering: Methods, Modeling, and Teaching, vol. 4, pp. 268-290. Editorial Bonaventuriana, 2017, Universidad de San Buenaventura, Bogotá.

[21] Alexander C., Ishikawa S., Silverstein M., Jacobson M., Fiksdahl-King I., and Angel S. A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction. Oxford University Press, New York, NY, USA, 1977.

[22] Alexander C. The Timeless Way of Building. Oxford University Press, New York, NY, USA, 1979.

[23] Buschmann F., Meunier R., Rohnert H., Sommerlad P., and Stal M.. Pattern-oriented Software Architecture. A System of Patterns, vol. 1, John Wiley and Sons, England, 1996.

[24] Goldberg A. Smalltalk-80: The Interactive Programming Environment. Addison-Wesley, United States of America 1984.

[25] Addy O. Learning JavaScript Architectural Patterns. A JavaScript and jQuery Developer's Guide, O'Reilly, 2015.

Capítulo 37

Mejorando la Experiencia de las Personas Mayores: Estrategias Clave en el Diseño Web

René Noriega Armendáriz, César Omar Balderrama Armendáriz,
Juan Luis Hernández Arellano, Everardo Santiago Ramírez y Josué Domínguez Guerrero

Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez,
Avenida del Charro No. 450 Norte. Col. Partido Romero C.P.32310,
Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

rnoriega@uacj.mx, cesar.balderrama@uacj.mx, luis.hernandez@uacj.mx, everardo.santiago@uacj.mx, josue.dominguez@uacj.mx

Resumen. La tecnología ha permitido que varios trámites que se hacían de manera presencial hoy son obligatoriamente en línea, esto genera dificultades sobre todo en las personas mayores que por lo general no cuentan con habilidades digitales. El objetivo de este trabajo es identificar las estrategias claves de diseño web para mejorar la experiencia de las personas mayores. Con la metodología PRISMA se identificaron las principales barreras en el uso de las aplicaciones web, luego, se buscaron, encontraron y clasificaron estrategias propuestas en la bibliografía, por último, un análisis por medio del software Atlas.ti, se eligieron las estrategias de mayor aparición en las guías de diseño. Como resultado de este trabajo se obtuvieron cinco grupos de estrategias de diseño web para mejorar la experiencia de las personas mayores. Diseñar sitios web tomando en cuenta las necesidades y el contexto de los diferentes grupos poblaciones ayudar a disminuir los problemas de accesibilidad.

Palabras clave: Personas mayores, diseño de interfaz, diseño web, guías de diseño, estrategias de diseño.

1 Introducción

A lo largo de la historia del diseño web han surgido guías de diseño para mejorar la interacción con el usuario, sin embargo, se siguen construyendo sitios web que parecen no tomar en cuenta las estrategias que se describen en estas guías. Algunas de ellas son extensas en documentación como las Directrices de Accesibilidad de Contenido Web propuesta por el World Wide Web Consortium (W3C) [2] y otras menos extensas como las ocho reglas de oro del diseño de interfaces de Ben Shneiderman [3]. La razón del por qué no se toman en cuenta no es tema de este trabajo, sino cuáles estrategias son las más efectivas en conseguir una mejor experiencia sobre todo en las personas mayore que por lo general no cuentan con habilidades digitales y que hoy se enfrentan a un mundo donde muchos de los trámites que antes se realizaban de manera presencial ahora se deben hacer obligatoriamente en línea [4].

Anteriormente las aplicaciones se diseñaban para que fueran utilizadas por expertos en informática, hoy el reto es conocer a la gran variedad de usuarios que utilizarán los productos o servicios. Para ello se planteó la pregunta de ¿Cuáles son las estrategias claves en

el diseño web que mejoran la experiencia de las personas mayores?, por lo que es necesario primero conocer las barreras que enfrentan las personas mayores al utilizar las aplicaciones web, para luego aplicar diferentes técnicas y metodologías como puede ser el diseño para personas mayores, cuyo objetivo central según lo escrito por Maya Rivero en [5] es colaborar en la mejora de la calidad de vida de los que en pocos años serán mayoría en varias partes del mundo.

El propósito de este trabajo es ofrecer a los desarrolladores de sitios web un modelo de estrategias de diseño que tomen en cuenta las necesidades y comportamientos de las personas mayores. Para la Organización Mundial de la Salud (OMS), se consideran personas mayores a todas las personas que tiene 60 años o más. Este grupo poblacional se encuentra en constante crecimiento principalmente debido a los adelantos en la medicina que permite que se incremente la esperanza de vida de las personas y a la baja tasa de natalidad. Según [1], entre el 2015 y 2050, el porcentaje de los habitantes del planeta mayores de 60 años se duplicará, pasando del 12% al 22%. Tanto el término "persona mayor" como el de "adulto mayor" se consideran igualmente válidos, en este trabajo se utilizará persona mayor ya que se considerarse inclusivo y respetuoso en ámbitos de derechos humanos y organismos internacionales como la OMS.

2 Estado del Arte

El diseño efectivo de las interfaces de usuario accesibles para las personas mayores es un tema de suma importancia para garantizar su inclusión digital, mejorar su calidad de vida y evitar el aislamiento social. A medida que la población envejece, crecen las limitaciones físicas, cognitivas y sensoriales que dificulta aún más su interacción con la tecnología. El buen diseño de la interfaz de usuario (UI, por sus siglas en inglés) es fundamental ya que actúa como el punto de contacto entre el usuario y un sistema o dispositivo, facilitando la navegación, reduce los errores y aumenta la satisfacción del usuario. En un mundo digital, contar con interfaces claras, accesibles y centradas en el usuario es clave para la adopción de la tecnología.

La calidad del diseño de las interfaces es un factor determinante en el rendimiento de los usuarios al utilizar los productos o servicios. En [6] desarrollaron un programa creado para investigar los efectos de los aspectos del diseño de la interfaz en el rendimiento de las tareas de las personas mayores, incluidos el diseño y color de la interfaz, la densidad de la información, el tamaño y la posición de los íconos, entre otros. Los resultados de su estudio tienen ramificaciones teóricas para la comprensión profunda de los factores que influyen en el rendimiento de las tareas de las personas mayores y contribuyen a la comprensión de las características de comportamiento de interacción de las personas mayores con la interfaz.

Se realizó una revisión sistemática de la literatura en [7] para determinar en primer lugar los autores más relevantes en el ámbito de los principios de diseño funcional de interfaces de usuario. Centrándose en las tres obras más citadas de los autores, se extrajeron 257 principios, los analizaron, unificaron sus variantes y seleccionaron 36 principios. Esta selección proporciona a los docentes y diseñadores UI una ruta clara para enseñar, evaluar y mejorar la funcionalidad del diseño de interfaces.

Por otro lado, en [8] demuestran cómo la experiencia del usuario im-

pacta en el desarrollo del pensamiento computacional. Encontrando qué a pesar de la escasez de literatura sobre el tema, el diseño específico de una interfaz de usuario tiene un impacto significativo en el desarrollo computacional. Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario realizar investigaciones que profundicen en los efectos causados por las tecnologías que se utilizan para desarrollar el pensamiento computacional.

3 Metodología

La etapa inicial del proyecto se enfoca en conocer las necesidades y comportamientos de las personas mayores, y como punto de partida, fue necesario conocer la situación actual sobre las barreras que enfrentan las personas mayores al interactuar con las aplicaciones web, para ello se decidió realizar una revisión en la literatura. El proceso de revisión se elaboró siguiendo la estructura de la metodología PRISMA [9].

Para disminuir las distintas barreras que se pueden abordar para mejorar la interacción y la inclusión, se proponen estrategias en cada categoría. Para la elaboración de las estrategias se tomaron en cuenta las guías de diseño utilizadas por Llorente y Sáenz [10] en su investigación, donde estudiaron los modelos existentes de guías de diseño amigables con las personas mayores y los aplicaron para evaluar un sitio web de comercio electrónico, además se incluyeron las propuestas de Jacob Nielsen y Ben Shneiderman, por sus contribuciones a la investigación y desarrollo en interfaces de usuario. Las guías que se tomaron en cuenta son:

[10] Usability Heuristics for User Interface Design [11]. Eight Golden Rules of Interface Design [3].

Universal Usability Web Design Guidelines for the Elderly (Age 65 and Older) [12].

Making your Website Senior Friendly: Tips from the National Institute on Aging and the National Library [13].

Barriers Face by Older Users on Static Web Pages. Criteria Used in The Barrier Walkthrough Method [14].

Developing Websites for Older People: How Web Content Accessibility Guidelines [2].

De esta revisión resultaron 121 estrategias de diseño, con las estrategias obtenidas se utilizó el software de análisis cualitativo Atlas.ti [15]. Mediante la codificación de los datos para la organización y categorización del material, realizando de manera manual las citas en cada uno de los seis documentos anteriormente mencionados, lo que permitió el análisis del contenido y la visualización de datos para interpretar y comunicar los hallazgos de manera efectiva. En la Figura 1, se puede apreciar parte del trabajo de codificación y análisis que se realizó en Atlas.ti.

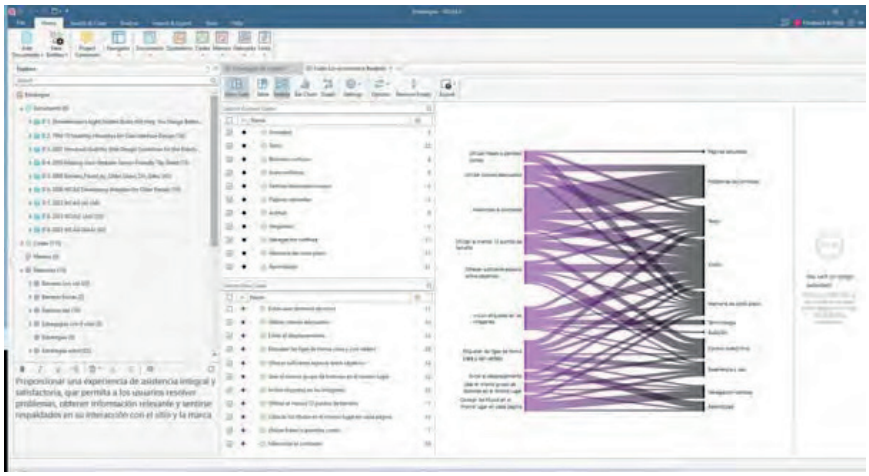


Fig. 1. Análisis de estrategias en Atlas.ti

4 Resultados

Se describen los resultados obtenidos de este proyecto, así como cada uno de los grupos de estrategias para ofrecer una guía y dirección en el proceso de diseño, manteniendo una consistencia y comunicación efectiva de cada una de las estrategias. Se identificaron 1,809 publicaciones de las cuales se seleccionaron 19 publicaciones de un total de 362 documentos examinados, publicados entre el 2017y el 2023, escritos en idioma inglés y español, las barreras mencionadas en estos documentos se reunieron en una matriz concentradora y posteriormente se clasificaron en seis categorías como se muestra en la Figura 2.

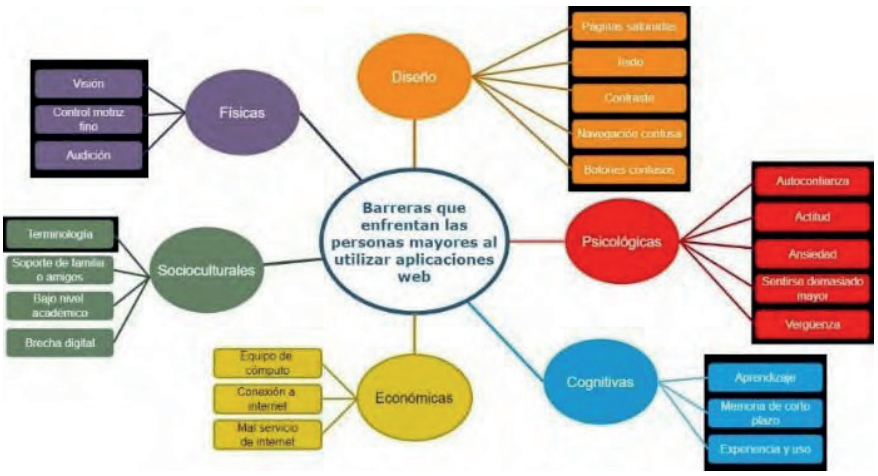


Fig. 2. Categorías de barreras.

Las barreras con fondo negro en la Figura 1, se eligieron para abordarlas desde el diseño de la interfaz, debido a que aparecen en las guías de diseño existentes que se detallan más delante, abarcando todas las barreras de las categorías de diseño, psicológicas, cognitivas y físicas, ninguna de la categoría de económicas y solo la barrera de terminología de la categoría de socioculturales.

Como parte del análisis de los datos se enlistaron las estrategias de mayor a menor número de menciones o apariciones en los documentos de las guías de diseño que se tomaron para este trabajo. Utilizando la Ley de Pareto (80/20) que menciona que el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas. Se utilizó para enfocarnos en el 20% de estrategias con mayor número de citas en las guías de diseño apoyados en la idea de que un grupo de estrategias tienden a generar la mayor parte de los resultados o efectos. En la Figura 3 se muestran las 18 estrategias más citadas y forman parte del 20% del grupo total de 121 estrategias.

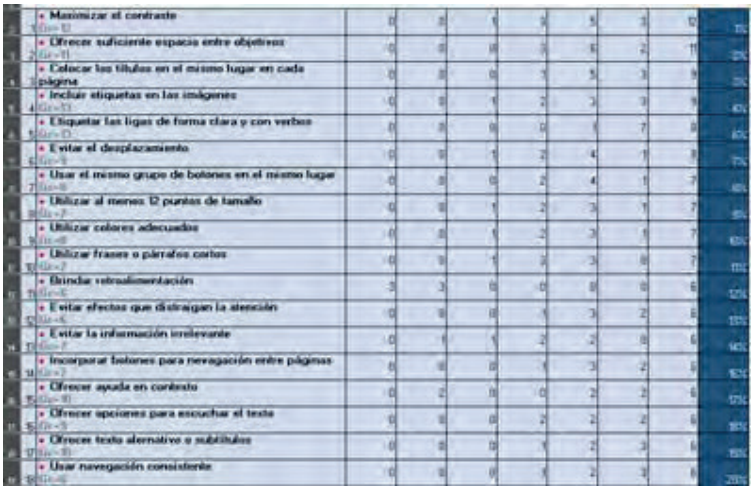


Fig. 3. 20% de estrategias con mayor número de apariciones en las guías de diseño.

Una vez realizado la identificación de las 18 estrategias con mayor número de apariciones en los documentos que sirvieron de marco de referencia como guías de diseño enfocadas a las necesidades de las personas mayores, además, se realizó un análisis de co-ocurrencia entre las diferentes barreras y las estrategias que confirmaron la relevancia de las estrategias seleccionadas. En la Figura 4 se puede apreciar el cruce entre la barrera de visión y las diferentes estrategias.

Fig. 4. Co-ocurrrencia entre la barrera de visión y las estrategias.

Para garantizar un desarrollo coherente y efectivo fue necesario ordenar la secuencia de aplicación de las estrategias de diseño. Esto permite una progresión lógica en la implementación de las estrategias, proporcionando un marco de referencia claro para los equipos de diseño y desarrollo, que optimiza el proceso y reduce la posibilidad de errores y retrabajo. En la Figura 5 se muestran los grupos para las estrategias por orden de aplicación, las cuales se explican en la sección de Resultados Experimentales.

Fig. 5. Grupos de estrategias por orden de aplicación

Posterior a la conformación de los grupos de las estrategias, se realizó un ejercicio de revisión del resto de las estrategias con menor número de aparición en los documentos, para identificar patrones entre ellas y las estrategias seleccionadas. En la Figura 6 se muestra un ejemplo del trabajo realizado para el análisis de las estrategias de organización de contenido.

Fig. 6. Análisis de las estrategias que guardan relación con las de mayor aparición.

Estrategias de Organización de Contenido

Estas estrategias se centran en cómo se estructura y se presenta la información dentro del sitio web para que sea fácilmente comprensible y accesible para los usuarios. Esto implica decidir qué contenidos se muestran, en qué secciones o páginas, cómo se agrupan y categorizan, cómo se etiqueta y como se presenta visualmente. El objetivo de este grupo de estrategias es facilitar a los usuarios para que encuentren rápidamente la información relevante y comprendan la estructura general del sitio. A continuación, se mencionan las estrategias de organización de la información:

Mantener consistencia al colocar los títulos de las páginas y tipo de botones en el mismo lugar.

Utilizar botones grandes y suficiente espacio entre los objetivos. Evitar información irrelevante.

Priorizar, ordenar y organizar la información de manera lógica y clara.

Agrupar la información relacionada e incluir encabezados claros para cada sección.

Diseño estético y minimalista. Interfaces simples.

Estrategias de Navegación

Se refieren a cómo los usuarios se desplazan por el sitio web y encuentran la información que están buscando. Incluyen elementos como menús de navegación, enlaces internos, botones de retorno, botones de acción y cualquier otro elemento interactivo que facilite la movilidad del usuario dentro del sitio. El objetivo principal es proporcionar una experiencia de usuarios fluida y fácil de usar, donde los usuarios puedan moverse de manera intuitiva y eficiente de una página a otra. Las estrategias de navegación son las siguientes:

Etiquetar las ligas de forma clara y con verbos.

Evitar las barras de desplazamiento horizontal y vertical. Evitar efectos que distraigan la atención.

Evitar efecto de parpadeo.

Usar navegación consistente con botones para navegar entre páginas, opciones para salir y buscar dentro del sitio.

Dejar al usuario el control del producto.

Disminuir el número de ligas evitando jerarquías profundas (muchas páginas).

Ofrecer un mapa del sitio.

Cambiar de color las ligas visitadas. Incluir atributo de foco.

Ofrecer opciones para interactuar sin el ratón con caminos cortos del teclado. Estrategias de Legibilidad del Contenido

Se centran en hacer que el contenido sea claro, conciso y fácil de entender para una amplia audiencia de usuarios. El objetivo principal es mejorar la experiencia del usuario al hacer la información más accesible, comprensible y atractiva, lo cual puede llevar a una mayor satisfacción, retención de usuarios y efectividad en la comunicación del mensaje del sitio web. A continuación, se enlistan las estrategias:

Utilizar frases o párrafos cortos escritos en voz activa y en positivo, evitar los errores de ortografía, con un interlineado de 1.5, evitar usar términos técnicos o defina los términos poco familiares, evitar abreviaciones, alineación izquierda y utilizar altas y bajas.

Utilizar un tamaño de letra de 12 puntos o superior, usar tipografía Sans Serif, evitar las itálicas, no utilizar diferentes tipos de letras y utilizar negritas para títulos y palabras claves.

Incluir etiquetas en las imágenes.

Estrategias de Uso del Color

Buscan crear una experiencia visual atractiva, funcional, accesible y alineada con los objetivos del sitio. El objetivo principal de este grupo de estrategias es mejorar la experiencia del usuario y la usabilidad del sitio. El uso efectivo del color puede ayudar a guiar la atención de los usuarios, transmitir mensajes y emociones, así como mejorar la legibilidad y accesibilidad del contenido. A continuación, se enlistan las estrategias de uso del color, las cuales pueden ayudar a los desarrolladores a crear páginas web más accesibles e inclusivas para personas mayores, permitiéndoles aprovechas al máximo los beneficios de la tecnología.

Maximizar el contraste 7.0 o superior. No usar imágenes o texturas de fondo. Utilizar colores adecuados.

Evitar colores fluorescentes. Utilice texto en rojo para errores. Usar colores complementarios.

Evitar los colores en el rango de los azules y verdes.

Estrategias de Soporte para el Usuario

Las estrategias de soporte al usuario para el diseño web juegan un papel fundamental en la creación de experiencias positivas y fluidas de los usuarios. Su objetivo principal es brindar asistencia y orientación a los usuarios mientras navegan por el sitio web, ayudándoles a encontrar la información que buscan, completar las tareas y resolver problemas de manera eficiente.

Las guías de diseño consultadas arrojan las siguientes estrategias: Ofrecer retroalimentación.

Ofrecer opciones para escuchar el texto con voces graves en un rango de 500 a 1000 Hz.

Ofrecer texto alternativo o subtítulos. Instrucciones sencillas.

Ofrecer pistas y ayuda en contexto. Usar íconos familiares.

Evitar los errores.

Ofrecer mensajes de confirmación para evitar errores.

Mensajes de error fáciles de entender y que se puedan rehacer o deshacer cambios.

Ofrecer tiempo razonable para completar las actividades.

5 Conclusiones y Trabajo a Futuro

En este trabajo se ofrecen cinco grupos de estrategias para aplicarlas en el desarrollo de la interfaz del usuario en aplicaciones web. Se tomaron en cuenta las necesidades y comportamientos de las personas mayores para identificar primero las barreras y buscar en las guías de diseño existentes las estrategias que se establecen para contrarrestar dichos obstáculos. Se espera que la implementación de estas estrategias de diseño enfocadas en mejorar la experiencia de las personas mayores contribuya en la creación de entornos digitales inclusivos y accesibles.

Como trabajo futuro, se plantea la necesidad de realizar pruebas en el desarrollo web aplicando estas estrategias y evaluar la usabilidad con expertos y personas mayores, des-

tacando la satisfacción del usuario y las emociones. Es importante seguir explorando y mejorando las guías de diseño y explorar la colaboración interdisciplinaria para desarrollar soluciones integrales considerando aspectos tecnológicos, psicológicos y sociales de las personas mayores.

Referencias

[1] (OMS) Organización Mundial de la Salud, "Envejecimiento y salud," 2022. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health

[2] W3C, "Developing Websites for Older People: How Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0 Applies," 2010, [Online]. Available: http://www.w3.org/WAI/older-users/developing

[3] B. Shneiderman, Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction, 3rd. Addison Wesley Logman, Inc., 1998.

[4] Observatorio del Envejecimiento, "Uso de Internet y Tecnologías de la Información y Comunicación en las personas mayores," 2022.

[5] A. Maya Rivero, "Design for older people: A person-centered approach," Kepes, vol. 17, no. 22, pp. 141–160, Jul. 2020, doi: 10.17151/kepes.2020.17.22.6.

[6] C. Zhou, F. Yuan, T. Huang, Y. Zhang, and J. Kaner, "The Impact of Interface Design Element Features on Task Performance in Older Adults: Evidence from Eye-Tracking and EEG Signals," Int. J. Environ. Res. Public Health, vol. 19, no. 15, pp. 1–25, 2022, doi: 10.3390/ijerph19159251.

[7] J. Ruiz, E. Serral, and M. Snoeck, "Unifying Functional User Interface Design Principles," Int. J. Hum. Comput. Interact., 2020, doi: 10.1080/10447318.2020.1805876.

[8] S. Rijo-Garcia, E. Segredo, and C. Leon, "Computational Thinking and User Interfaces: A Systematic Review," IEEE Trans. Educ., vol. 65, no. 4, pp. 647–656, 2022, doi: 10.1109/TE.2022.3159765.

[9] M. J. Page et al., "The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews," BMJ, vol. 372, 2021, doi: 10.1136/bmj.n71.

[10] C. Llorente and C. Sáez, "Los retos de las personas mayores ante el comercio electrónico: El caso de Amazon," Comun. Midia e Consum., vol. 16, no. 45, pp. 32–60, Jan. 2019, doi: 10.18568/cmc.v16i45.1883.

[11] J. Nielsen, Usability engineering. Morgan Kaufmann, 1994.

[12] H. Zhao, "Universal Usability in Practice Universal Usability Web Design Guidelines for the Elderly (Age 65 and Older)," Science (80-.)., pp. 1–9, 2001.

[13] S. E. Mead, "Making Your Website Senior Friendly: Tips from the National Institute on Aging and the National Library," Natl. Inst. Aginge Aging, p. 10, 2009.

[14] D. Lunn, Y. Yesilada, and S. Herper, "Barriers Faced by Older Users On Static Web Pages," Manchester, Jun. 2009.

[15] ATLAS.ti, "ATLAS.ti | El software no 1 para el análisis cualitativo de datos." https://atlasti.com/es (accessed Aug. 21, 2024).

Capítulo 38

Implementación de Tecnologías Digitales para Mejorar la Experiencia del Cliente en Establecimientos Comerciales

Francisco Preciado Álvarez [1] Arquímedes Arcega Ponce[2] Fabian Ojeda Pérez [3]
Marco Antonio Sambrano Aguayo [4] Alfredo Salvador Cárdenas Villalpando [5]

[1,2,3,4,5] Facultad de Contabilidad y Administración de Tecomán, Universidad de Colima, Av. Universidad # 333, Colonia Las Víboras, Colima, México, CP. 28040

fpreciado0@ucol.mx, pime@ucol.mx, fojedqa@ucol.mx, msambrano@ucol.mx, alfredo_salvador@ucol.mx

Resumen. El presente trabajo de investigación busca Evaluar el impacto de la implementación de tecnologías digitales, específicamente un sistema de punto de venta, en la mejora de la experiencia del cliente y la eficiencia operativa en una tienda de abarrotes en una comunidad. Para dicho fin, se creó un instrumento de recolección de datos, dirigido a los clientes del establecimiento, se utilizó la técnica de muestreo sistemático, encuestando a cada quinto cliente que visitó el negocio en un periodo de 15 días, el levantamiento de datos dio inicio una semana después de la implementación del punto de venta. Se obtiene como resultado que los clientes del establecimiento perciben una mejora en el servicio que les proporciona el negocio, considerando factores como la velocidad en el cobro y la disponibilidad de productos.

Palabras clave: Calidad en la Atención a Clientes, Microempresas, Transformación Digital.

1 Introducción

En la era contemporánea, marcada por la rápida evolución tecnológica, la transformación digital se ha erigido como un catalizador fundamental para el progreso y la competitividad en diversas industrias. Las tiendas de abarrotes, como eslabones vitales en la cadena de suministro de alimentos y productos básicos, no son ajenas a esta revolución. La intersección entre la tecnología y el comercio minorista ha dado lugar a una nueva dimensión en la forma en que estas tiendas operan y atienden a sus clientes.

El presente estudio se adentra en el apasionante campo de la transformación digital en las tiendas de abarrotes, enfocándose en la implementación de tecnologías digitales con el propósito de mejorar tanto la eficiencia interna como la experiencia del cliente. En un mundo donde los consumidores están cada vez más inmersos en un entorno digital y conectado, las expectativas respecto a la conveniencia, la personalización y la accesibilidad se han elevado a niveles sin precedentes.

A lo largo de esta investigación, se explorarán los motivos detrás de la creciente adopción de soluciones tecnológicas en el entorno de las tiendas de abarrotes. Se examinará

cómo la automatización de procesos, el análisis de datos en tiempo real y la integración de plataformas digitales pueden redefinir la manera en que estas tiendas gestionan sus operaciones internas. Además, se analizará el impacto de estas tecnologías en la experiencia del cliente, desde la optimización del proceso de compra hasta la creación de interacciones más significativas.

Antecedentes y trabajos relacionados

Para la elaboración del presente estudio, se tomaron como referentes trabajos como el estudio realizado en Mérida, Yucatán, México, analizó la incidencia del uso de las TIC en la percepción de calidad en el servicio por parte de los clientes de las tiendas de abarrotes. Los resultados mostraron una incidencia positiva del uso de las TIC en las tiendas de abarrotes y la percepción de calidad en el servicio global (Polanco Carrillo et al, 2022); Otro estudio en Zapopan, Jalisco, México, reveló que las tiendas de conveniencia han incrementado su cantidad, mientras que las tiendas de abarrotes han disminuido porcentualmente. Además, se identificó que las tiendas de abarrotes han logrado mantenerse en el mercado gracias a elementos de índole social que sustentan aspectos económicos (Cantero Ramírez y Morales Acosta, 2023); Finalmente, una revisión sistemática sobre la transformación digital en América Latina mostró que las investigaciones en este tema se orientaron hacia tres áreas: educación, empresas y personas. Además, se concluyó que la digitalización global experimentó una aceleración inesperada como resultado de la pandemia COVID-19 (Trujillo Valdiviezo et al, 2022).

Planteamiento del problema

El problema central se sitúa en la necesidad imperante de modernización tecnológica en las tiendas de abarrotes en comunidades pequeñas, con un enfoque particular en el Rincón de López, Armería, Colima, México. Esta necesidad emerge de diversas evidencias y factores. Entre ellos, destacan los retrasos en los procesos de cobro y la gestión de inventario, caracterizados por la lentitud y la propensión a errores en los métodos tradicionales de administración y ventas. Estos aspectos afectan negativamente tanto la experiencia del cliente como la eficiencia operativa de las tiendas.

Además, se identifica un desafío competitivo significativo ante la creciente presencia de cadenas comerciales grandes y plataformas en línea, lo que demanda una respuesta más ágil y tecnológicamente avanzada por parte de las tiendas locales. Los síntomas de este problema incluyen largas filas y tiempos de espera para los clientes, inexactitudes en la gestión del inventario, y dificultades para competir en términos de precios y variedad de productos frente a competidores más grandes (Serna, 2019).

La evolución de este problema se ha acentuado en los últimos años, especialmente con el avance de la digitalización y el cambio en las expectativas de los consumidores. La situación se ha vuelto aún más crítica con la pandemia de COVID-19, que ha acelerado la necesidad de digitalización en el comercio minorista y evidenciado la brecha tecnológica en tiendas pequeñas (Comercial SG, 2021).

El problema está específicamente localizado en la comunidad del Rincón de López, la cual puede ser considerada representativa de muchas otras comunidades pequeñas en

México y en países con estructuras comerciales similares. La población afectada incluye a los propietarios de las tiendas, quienes luchan por mantener su competitividad; los clientes, que buscan un servicio eficiente y moderno; y la comunidad local en general, que depende del comercio local para sus necesidades diarias.

El impacto del problema es considerable tanto en la economía local, afectando la sostenibilidad y el crecimiento de las tiendas de abarrotes, como en la experiencia del cliente, influenciando su satisfacción y lealtad. En cuanto a los organismos involucrados y los resultados obtenidos, instituciones nacionales como el INEGI pueden haber realizado estudios sobre la digitalización en el sector minorista. Asimismo, entidades internacionales como la OCDE han abordado la transformación digital en las PYMEs, ofreciendo recomendaciones que suelen enfocarse en la adopción de tecnologías digitales para mejorar la competitividad y la eficiencia.

La investigación se centra en una sola tienda de abarrotes en Rincón de López, limitando la generalización de los resultados. Factores como la conectividad a Internet y la disponibilidad de tecnologías pueden influir en los resultados. Se delimita al estudio del impacto de un sistema de punto de venta digital en la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa.

Para la realización del trabajo se plantearon tres preguntas de investigación:

¿Cómo influye la implementación de un punto de venta digital en la experiencia del cliente en una tienda de abarrotes?, ¿De qué manera la digitalización de procesos afecta la eficiencia en la gestión de inventarios?,

¿Cuál es la percepción de los clientes sobre la calidad del servicio tras la digitalización? Y con la finalidad de dar respuesta a estas preguntas, se formuló un objetivo general: "Evaluar el impacto de la implementación de tecnologías digitales, específicamente un sistema de punto de venta, en la mejora de la experiencia del cliente y la eficiencia operativa en una tienda de abarrotes en Rincón de López, Armería", para cumplir este objetivo fue necesario plantear cuatro objetivos específicos: a) Analizar la eficiencia del proceso de cobro antes y después de la implementación del punto de venta digital; b) Evaluar los cambios en la gestión de inventario con la digitalización; c) Medir la satisfacción del cliente con respecto al servicio recibido post-implementación; d) Identificar los desafíos y oportunidades en la adopción de tecnologías digitales en tiendas de abarrotes pequeñas.

Previendo el posible resultado del trabajo, se propuso la siguiente hipótesis: La implementación de un sistema de punto de venta digital en una tienda de abarrotes mejorará significativamente la experiencia del cliente y la eficiencia operativa, reflejándose en un menor tiempo de atención y una mejor gestión del inventario.

La importancia de la realización del presente estudio es diversa y significativa. En primer lugar, la investigación facilitará la creación de herramientas específicas para recolectar y analizar datos en el contexto del comercio minorista en pequeñas comunidades. Estas herramientas serán fundamentales para entender mejor las dinámicas de la digitalización en un sector tradicionalmente menos atendido por la innovación tecnológica.

Además, el estudio ayudará a examinar a una población específica: los propietarios y clientes de tiendas de abarrotes en comunidades pequeñas.

Este enfoque permitirá una mejor comprensión de sus necesidades y expectativas en el contexto de la modernización tecnológica. Asimismo, contribuirá a la definición y clarificación de conceptos y variables clave, como la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa, así como a la exploración de la relación entre estas variables en el ámbito de la digitalización.

Un aspecto crucial de esta investigación es que llenará un vacío de conocimiento existente en cuanto a la implementación y el impacto de tecnologías digitales en tiendas de abarrotes en áreas menos urbanizadas. Se espera descubrir aspectos inéditos sobre cómo la digitalización puede influir en la experiencia del cliente y en la gestión operativa en este sector específico, conocimientos que hasta ahora no se han explorado profundamente.

Los resultados obtenidos podrán ser utilizados para comentar, desarrollar o apoyar teorías relacionadas con la adopción de tecnología en pequeñas empresas y su impacto en la experiencia del cliente. Este aspecto es particularmente relevante en el contexto de teorías de gestión empresarial y comportamiento del consumidor.

Los beneficiarios directos de esta investigación serán los propietarios de tiendas de abarrotes, quienes obtendrán información valiosa sobre cómo mejorar su competitividad y servicio al cliente mediante la digitalización. Los clientes de estas tiendas también se beneficiarán de servicios más eficientes y posiblemente de una experiencia de compra mejorada. Además, la comunidad en general se beneficiará de un comercio local más robusto y eficiente.

En términos de proyección social, el estudio tiene el potencial de influir positivamente en el desarrollo económico y social de las comunidades pequeñas, demostrando cómo la tecnología puede ser un aliado importante en la mejora de negocios locales. Además, ayuda a resolver un problema práctico relevante: la necesidad de modernización y eficiencia en el sector minorista tradicional, un sector crucial para la economía y la vida cotidiana en muchas comunidades.

Rincón de López, una localidad rural en el estado de Colima, México, representa un escenario ideal para examinar los efectos de la transformación digital en pequeños establecimientos comerciales debido a sus características socioeconómicas y demográficas únicas. Como una comunidad pequeña, es un ejemplo típico de entorno rural donde la introducción de tecnologías digitales en establecimientos comerciales puede tener un impacto distinto. Este estudio se centra en una tienda de abarrotes en Rincón de López.

2 Estado del Arte

La transformación digital está redefiniendo el sector minorista, afectando desde grandes cadenas hasta pequeñas y medianas empresas (PYMEs). Este fenómeno es crucial para mantener la competitividad y mejorar la experiencia del cliente en un mercado cada vez más digitalizado. Se resume el estado del arte en ocho temas clave relacionados con este cambio:

Transformación Digital en el Sector Minorista: Las pequeñas empresas que adoptan tecnologías digitales experimentan mejoras significativas en ingresos y eficiencia. La digitalización no solo es una herramienta para grandes empresas sino también esencial para la

supervivencia y crecimiento de las PYMEs en el comercio minorista (Ayala & Marotias, 2024).

Tecnologías Emergentes en el Comercio Minorista: Sistemas de punto de venta, aplicaciones móviles y plataformas de e-commerce son ejemplos de tecnologías que están transformando cómo las tiendas interactúan con sus clientes y gestionan sus operaciones internas, resultando en procesos más eficientes y una mejor experiencia de cliente (Bohorquez-Lopez et al, 2022)

Comportamiento del Consumidor en Entornos Digitales: Los consumidores modernos esperan conveniencia, rapidez y personalización, lo que obliga a los minoristas a adaptar sus estrategias y operaciones a un entorno digital para satisfacer estas expectativas (Bedoya-Soto y otros, 2024).

Impacto Económico y Social de la Digitalización en Comunidades Pequeñas: La digitalización puede ser un motor de cambio económico y social en comunidades pequeñas, mejorando la eficiencia de los negocios locales y facilitando el acceso a mercados más amplios (Araya-Carvajal, 2024).

Desafíos y Barreras para la Digitalización: Las barreras incluyen el costo de la tecnología, la resistencia al cambio y la necesidad de capacitación. A pesar de estos desafíos, la adopción de tecnologías digitales es fundamental para que las empresas minoristas permanezcan relevantes y competitivas.

Legislación y Políticas Públicas: Los marcos regulatorios y las políticas públicas desempeñan roles cruciales en apoyar la transformación digital de las PYMEs, ofreciendo incentivos, subvenciones y programas de formación para facilitar la transición digital.

Futuro de la Digitalización en el Comercio Minorista: Se anticipa que la digitalización seguirá siendo una tendencia dominante, con innovaciones tecnológicas continuas y un enfoque creciente en la personalización y la experiencia del cliente.

La implementación de tecnologías digitales en el sector minorista es una tendencia imparable que ofrece numerosas oportunidades para mejorar la experiencia del cliente y la eficiencia operativa.

3 Materiales y Métodos

Diseño metodológico

El presente trabajo de investigación se clasifica como aplicado por su propósito, exploratorio por el nivel de conocimientos alcanzado, de acuerdo con la estrategia es documental y de campo, mixta (cualitativa y cuantitativos) por el tipo de datos recogidos, de acuerdo con el grado de manipulación de las variables se considera no-experimental, de acuerdo con la inferencia se considera inductiva y por el periodo temporal transversal. Debido a que la población de clientes de una tienda de abarrotes es restringida, y no se tiene una estimación clara del número de clientes, se calculará la muestra según el estimado de clientes únicos que visitan la tienda en un periodo dado. Por lo que se empleó la técnica de muestreo sistemático, donde se encuestó cada quinto cliente que visite el negocio en un periodo de 15 días.

Tabla 1. Matriz de operacionalización del instrumento.

Dimensión	Constructo	Variable	Tipo de Pregunta	Escala/Respuestas
Experiencia del cliente	Satisfacción del cliente	Calidad de la experiencia pre-digitalización	Escala Likert	1 - 5 (Muy Insatisfecho Muy Satisfecho)
		Calidad de la experiencia post-digitalización	Escala Likert	1 - 5 (Muy Insatisfecho Muy Satisfecho)
	Tiempo de atención	Reducción en el tiempo de atención	Opción Múltiple	Sí/No
Eficiencia Operativa	Gestión de inventarios	Disponibilidad de productos	Opción Múltiple	Sí/No
Percepción de Servicio	Calidad del servicio	Precisión en el inventario	Opción Múltiple	Mejorada/Igual/Disminuida
		Percepción de la calidad de servicio	Escala Likert	1 - 5 (Mucho Peor - Mucho Mejor)

Fuente: elaboración propia

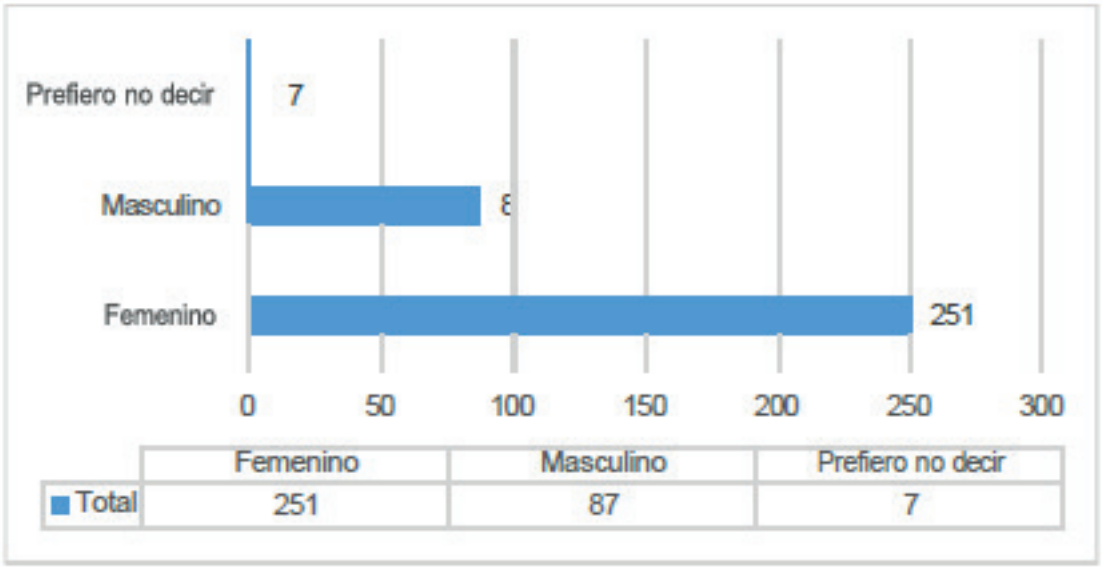
En la tabla 1 se presenta la matriz de operacionalización del instrumento es una herramienta crucial para especificar cómo se medirán las variables y constructos en una investigación. En este caso, el instrumento se centra en evaluar la transformación digital en un establecimiento comercial y su impacto en la experiencia del cliente y la eficiencia operativa. Esta matriz permite un enfoque estructurado para recoger datos cuantitativos y cualitativos de manera sistemática, ayudando a analizar cómo las tecnologías digitales influyen en diferentes aspectos del servicio y operación en los establecimientos comerciales.

4 Resultados y Discusión

Resultados del análisis de datos recogidos de los clientes

En lo que respecta a la distribución de edades de los participantes. Las edades se agrupan en cinco categorías: “20-30”, “31-40”, “41-50”, “Más de 50” y “Menos de 20”. Según el gráfico, las categorías “Más de 50” y “Menos de 20” tienen la mayor frecuencia, ambas con 72 participantes. Esto indica que los extremos del rango de edad están igualmente representados. La categoría de “20-30” años sigue con 77 participantes, siendo la de mayor representación en el estudio. Por otro lado, el grupo de “31-40” años muestra la menor participación, con 59 individuos. La categoría de “41-50” años tiene una presencia ligeramente superior, con 65 participantes. En general, la distribución de edades parece bastante uniforme, con una ligera tendencia hacia los grupos de mayor edad y el grupo de “20-30” años, mientras que los de mediana edad están menos representados. Este patrón de distribución puede sugerir diversas implicaciones dependiendo del contexto de la encuesta, como podría ser una mayor disposición a participar en encuestas de los grupos de edad más jóvenes y viejos en comparación con aquellos en la mitad de la escala de edad.

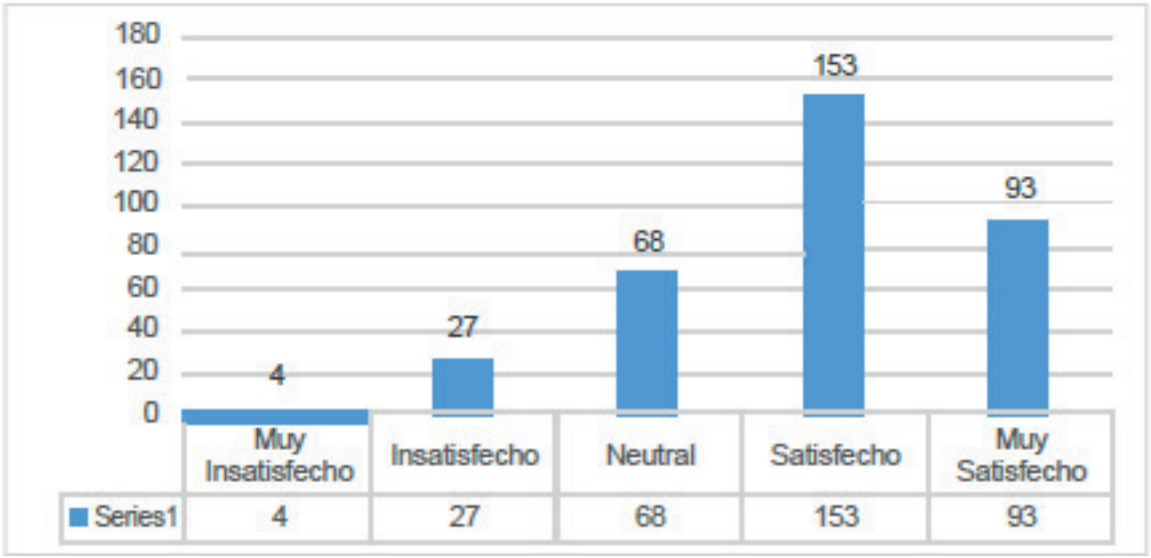
Figura 1. Sexo de los encuestados



Fuente: elaboración propia

En la figura 1 se puede observar un patrón que indica que la mayoría de los participantes están cómodos revelando su género y que hay una representación desproporcionadamente mayor de mujeres en la muestra del estudio. La baja cifra en la opción "Prefiero no decir" podría interpretarse como un nivel de confort aceptable con la pregunta sobre el género entre los encuestados, o bien, una disposición a identificarse dentro de las categorías binarias de género proporcionadas.

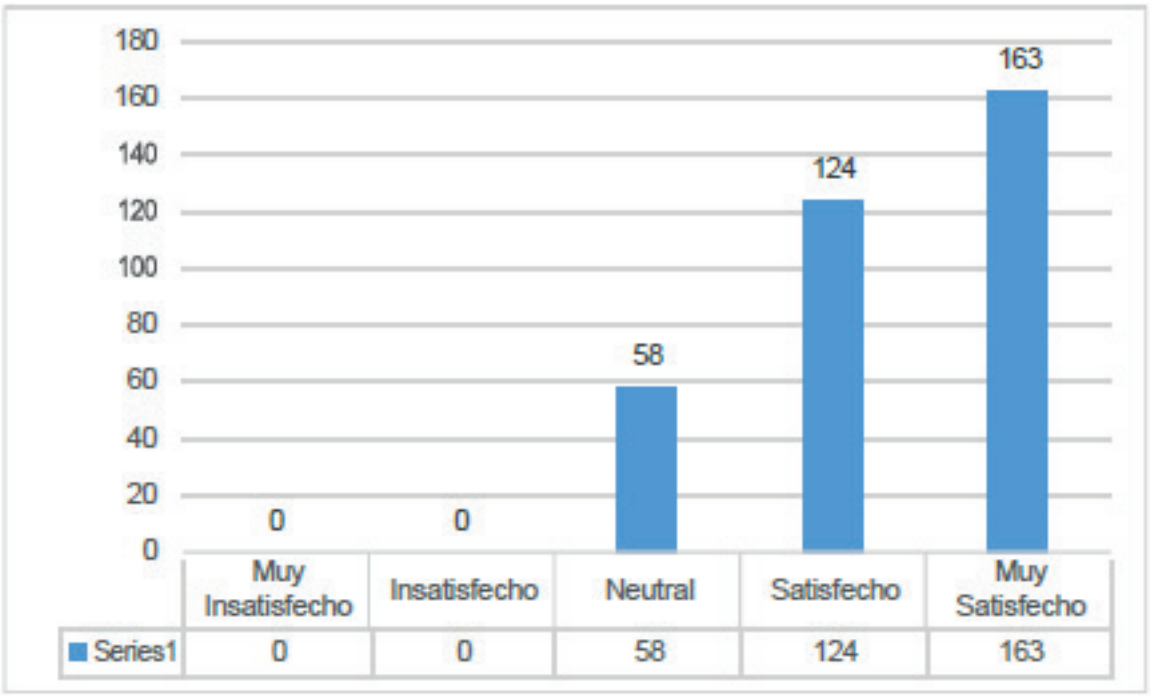
Figura 2. Percepción de la experiencia del cliente antes de la transformación digital



Fuente: elaboración propia

La figura 2 muestra la satisfacción de los encuestados con un servicio o producto antes de que se implementaran cambios digitales. Las respuestas están categorizadas en una escala de "Muy Insatisfecho" a "Muy Satisfecho". La mayoría de los encuestados parece haber tenido una experiencia positiva ("Satisfecho" y "Muy Satisfecho") antes de la transformación digital, aunque también hay una presencia notable de opiniones neutrales y un pequeño segmento de insatisfacción. Esto proporciona una base para comparar cómo la percepción de los clientes ha cambiado como resultado de la transformación digital.

Figura 3. Percepción de la experiencia del cliente después de la transformación digital



Fuente: elaboración propia

Comparando la figura 3 con la de la experiencia antes de la transformación digital, se observa una mejora en la percepción de los encuestados, con un incremento en la categoría "Muy Satisfecho" y una disminución en las categorías neutrales y negativas. Esto podría interpretarse como una señal de que la transformación digital ha tenido un impacto positivo en la experiencia del usuario.

Tabla 2. Análisis descriptivo comparativo de los resultados

Estadística	Experiencia Antes	Experiencia Después	Calidad del Servicio
Media	3.04	4.01	3.92
Desviación Estándar	1.44	0.80	0.80
Mínimo	1.00	3.00	3.00
25%	2.00	3.00	3.00
Mediana (50%)	3.00	4.00	4.00
75%	4.00	5.00	5.00
Máximo	5.00	5.00	5.00

Fuente: elaboración propia

El análisis de las estadísticas descriptivas obtenidas de la encuesta sobre digitalización revela insights valiosos sobre cómo los encuestados perciben el impacto de la digitalización en sus experiencias y la calidad del servicio. Este análisis se centra en tres aspectos clave: la experiencia antes de la digitalización, la experiencia después de la digitalización y la calidad del servicio percibida.

Antes de la implementación de medidas de digitalización, la experiencia promedio de los encuestados se sitúa en un 3.04 sobre 5. Esta cifra sugiere una percepción moderadamente positiva, pero con margen de mejora. La desviación estándar de 1.44 indica variabilidad en las respuestas, reflejando diferencias significativas en las percepciones individuales de la digitalización antes de su implementación. Esto podría deberse a la diversidad en los niveles de exposición previa a tecnologías digitales y en las expectativas respecto a su impacto.

La experiencia después de la digitalización muestra una mejora notable, con una media que se eleva a 4.01. Este incremento evidencia una percepción generalmente más positiva tras la adopción de tecnologías digitales. La menor desviación estándar de 0.80 sugiere que las respuestas son más homogéneas, indicando una experiencia consistentemente positiva entre los encuestados. Este resultado puede interpretarse como una confirmación del éxito de las iniciativas de digitalización en mejorar la experiencia general.

En lo que respecta a la calidad del servicio, la media de 3.92 muestra una valoración positiva. La cercanía de esta cifra a las evaluaciones de la experiencia después de la digitalización refuerza la idea de que las mejoras percibidas no se limitan a la eficiencia operativa o la precisión en el manejo de inventarios, sino que también se extienden a la calidad del servicio ofrecido. La desviación estándar de 0.80, similar a la de la experiencia después de la digitalización, apunta a una percepción generalizada de mejora en este ámbito.

El análisis revela una percepción positiva significativa hacia la digitalización, destacando mejoras notables en las experiencias de los individuos y en la calidad del servicio percibida tras su implementación. La consistencia en las respuestas sugiere una aceptación general de que la digitalización tiene un impacto beneficioso. Sin embargo, la variabilidad en las percepciones antes de la digitalización indica que el grado de familiaridad y las ex-

pectativas previas pueden influir considerablemente en cómo se perciben los beneficios de estas tecnologías.

Tabla 3. Percepciones por grupo de edad

Grupo de Edad	Experiencia Antes	Experiencia Después	Calidad del Servicio
20-30 años	3.01	4.04	3.88
31-40 años	3.00	4.20	4.03
41-50 años	2.95	3.95	3.95
Menos de 20 años	3.21	4.00	3.90
Más de 50 años	3.01	3.90	3.83
Fuente: elaboración propia			

El análisis por grupo de edad muestra que todas las categorías perciben una mejora en la experiencia y en la calidad del servicio tras la digitalización, siendo el grupo de 31-40 años el que reporta la mayor mejora en ambas experiencias y calidad del servicio. Este grupo también presenta la mayor valoración media post-digitalización (4.20) y en calidad del servicio (4.03), lo que podría sugerir una mayor afinidad o beneficio percibido de la digitalización en este segmento de edad.

Tabla 4. Percepciones por grupo de edad

Género	Experiencia Antes	Experiencia Después	Calidad del Servicio
Femenino	3.06	4.03	3.90
Masculino	3.03	3.95	3.99
Prefiero no decir	2.29	4.14	3.71

Fuente: elaboración propia

En cuanto al género, ambos géneros presentan una percepción similar de mejora en la experiencia después de la digitalización, aunque el grupo “Prefiero no decir”, a pesar de tener una media más baja en la experiencia antes de la digitalización, muestra la mayor mejora después de la digitalización (4.14). Este resultado podría indicar una experiencia inicialmente más baja con la digitalización en este grupo, pero una percepción significativamente mejorada tras su implementación.

Este análisis demográfico revela cómo diferentes segmentos perciben de manera distinta el impacto de la digitalización, ofreciendo insights valiosos para adaptar y dirigir estrategias de implementación de digitalización de manera más efectiva hacia diferentes grupos.

Tabla 5. Correlaciones relevantes

Variables	Correlación
Experiencia Después vs. Precisión del Inventario Mejorada	0.856
Edad 31-40 vs. Precisión del Inventario Mejorada	0.091
Género Femenino vs. Precisión del Inventario Mejorada	0.022
Género Masculino vs. Precisión del Inventario Mejorada	-0.025
Experiencia Después vs. Calidad del Servicio	-0.094

Fuente: elaboración propia

Experiencia Después vs. Precisión del Inventario Mejorada: La fuerte correlación positiva (0.856) indica que una mejora en la percepción de la precisión del inventario está estrechamente vinculada con una experiencia positiva post-digitalización.

Edad 31-40 vs. Precisión del Inventario Mejorada: Una correlación leve (0.091) sugiere una ligera tendencia de este grupo de edad a percibir mejoras en la precisión del inventario.

Género Femenino vs. Precisión del Inventario Mejorada: La correlación baja (0.022) sugiere una relación mínima entre ser del género femenino y percibir una mejora en la precisión del inventario.

Género Masculino vs. Precisión del Inventario Mejorada: La correlación negativa leve (-0.025) muestra una mínima tendencia contraria en el género masculino en relación a percibir mejoras.

Experiencia Después vs. Calidad del Servicio: La correlación negativa leve (-0.094) indica que no necesariamente una experiencia post-digitalización positiva se traduce en una percepción mejorada de la calidad del servicio, aunque la correlación es bastante baja.

Hay una correlación muy alta (0.856) entre la experiencia después de la digitalización y la percepción de que la precisión del inventario ha mejorado. Esto sugiere que las mejoras en la precisión del inventario son un factor significativo en la percepción positiva de la experiencia post-digitalización.

Las correlaciones entre los grupos de edad y otras variables son generalmente bajas, lo que indica que no hay una relación directa fuerte entre la edad de los encuestados y sus percepciones sobre la digitalización o la calidad del servicio. Sin embargo, ciertas tendencias menores, como la correlación entre el grupo de edad de 31-40 años y una percepción mejorada post-digitalización (0.091 con la precisión del inventario mejorada), pueden sugerir diferencias sutiles en cómo diferentes grupos de edad perciben los beneficios de la digitalización.

Las correlaciones entre género y percepciones también son bajas, indicando que el género, por sí solo, no es un predictor fuerte de cómo se percibe la digitalización o sus efectos. No obstante, hay ligeras variaciones que podrían explorarse más a fondo en análisis específicos por género.

El análisis de correlación extendido revela la importancia de las percepciones de mejora en áreas específicas, como la precisión del inventario, en la evaluación general de la

experiencia post-digitalización. Mientras tanto, factores demográficos como la edad y el género no muestran una correlación fuerte con las percepciones de la digitalización, lo que sugiere que los beneficios percibidos de la digitalización atraviesan diversos grupos demográficos sin una tendencia clara basada en estas características.

Respondiendo las Preguntas de Investigación

Retomando las preguntas de investigación planteadas al inicio del documento, se les da respuesta de la siguiente manera: ¿Cómo influye la implementación de un punto de venta digital en la experiencia del cliente en una tienda de abarrotes? La implementación del punto de venta digital ha mejorado significativamente la experiencia del cliente. Los datos muestran un incremento en la satisfacción general de los clientes, evidenciado por una subida en la puntuación media de la experiencia post-digitalización en comparación con la pre-digitalización. Los clientes reportaron tiempos de atención más rápidos y un proceso de pago más eficiente, lo que contribuyó a una mejor experiencia de compra.

En cuanto a la segunda pregunta de investigación que a la letra dice: "¿De qué manera la digitalización de procesos afecta la eficiencia en la gestión de inventarios?" se dio respuesta de la siguiente manera: "La digitalización ha impactado positivamente la gestión de inventarios, con una mejora en la precisión del inventario y la disponibilidad de productos. Estos cambios han llevado a una reducción de errores y tiempos de gestión, facilitando una operación más fluida y eficiente que se refleja en el servicio al cliente".

Finalmente, la tercera pregunta se dio respuesta de la siguiente manera:

¿Cuál es la percepción de los clientes sobre la calidad del servicio tras la digitalización? La percepción de la calidad del servicio ha mejorado tras la digitalización. Los encuestados indicaron un aumento en la calidad del servicio con una calificación más alta en la experiencia post-digitalización. Esto se atribuye a interacciones más eficientes y satisfactorias durante sus visitas a la tienda.

Probando la Hipótesis Planteada

La hipótesis planteada que a la letra dice "La implementación de un sistema de punto de venta digital en una tienda de abarrotes mejorará significativamente la experiencia del cliente y la eficiencia operativa, reflejándose en un menor tiempo de atención y una mejor gestión del inventario." Se valida por las siguientes razones:

Comparando las medias de las calificaciones de la experiencia del cliente antes y después de la digitalización, observamos un aumento significativo de la media de 3.04 a 4.01, y una reducción en la desviación estándar, lo que indica una experiencia más uniforme y positiva post-digitalización.

En cuanto a la eficiencia operativa, la percepción de la precisión del inventario también mostró una mejora, con menos variabilidad en las respuestas y una evaluación general más alta.

Estos cambios estadísticamente significativos confirman la hipótesis, indicando que la implementación del sistema de punto de venta digital ha tenido un impacto positivo tanto en la experiencia del cliente como en la eficiencia operativa.

Por lo anterior, se reitera la validación de la hipótesis. La implementación del sistema de punto de venta digital ha mejorado significativamente tanto la experiencia del cliente como la eficiencia operativa en la tienda de abarrotes. La adopción de esta tecnología no solo ha optimizado los procesos internos, sino que también ha elevado la calidad del servicio, cumpliendo con las expectativas del estudio.

5 Conclusiones

La implementación de un sistema de punto de venta digital en la tienda de abarrotes ubicada en Rincón de López, Armería, Colima, ha demostrado tener un impacto positivo tanto en la experiencia del cliente como en la eficiencia operativa del establecimiento. Los resultados obtenidos del estudio muestran que la adopción de tecnologías digitales contribuye significativamente a la mejora de la calidad del servicio, reflejada en la percepción elevada de los clientes post-digitalización.

La investigación revela que la digitalización no solo optimiza los procesos de cobro, sino que también mejora la gestión del inventario, lo cual se traduce en una mayor disponibilidad de productos y precisión en el inventario, aspectos altamente valorados por los clientes. Estos cambios han resultado en una reducción en los tiempos de atención, aumentando así la satisfacción del cliente y potencialmente la lealtad hacia el establecimiento.

Además, se observó que la experiencia mejorada no se limita a un grupo demográfico específico. Los datos demuestran mejoras en la percepción del servicio en diversos grupos de edad y género, indicando que la digitalización posee un amplio alcance en términos de impacto positivo. La fuerte correlación entre la mejora en la precisión del inventario y la experiencia del cliente post-digitalización subraya la importancia de integrar tecnologías que no solo enfaticen la eficiencia operativa sino también la calidad del servicio percibida.

Finalmente, este estudio subraya el potencial de la transformación digital como una herramienta estratégica para las pequeñas y medianas empresas en comunidades rurales, destacando que la integración de soluciones tecnológicas es crucial para mantener la competitividad frente a opciones de compra más grandes y digitalmente más avanzadas. La adaptación al contexto digital moderno no solo es una vía para mejorar la experiencia del cliente, sino también un enfoque esencial para asegurar la sostenibilidad y el crecimiento de los negocios locales en la era digital.

Este estudio proporciona una base sólida para futuras investigaciones y prácticas en el ámbito de la digitalización en entornos comerciales pequeños, mostrando cómo la tecnología puede ser un aliado significativo en la mejora de los negocios locales y el bienestar económico de las comunidades.

6 Recomendaciones

Basado en los resultados obtenidos en este estudio sobre la implementación de tecnologías digitales en una tienda de abarrotes en Rincón de López, Armería, Colima, se sugieren las siguientes recomendaciones para optimizar la adopción y el impacto de las soluciones tecnológicas en establecimientos comerciales similares:

Capacitación Continua: Se recomienda implementar programas de formación continua para el personal sobre el uso y mantenimiento del sistema de punto de venta digital y otras tecnologías relacionadas. Esto asegurará que los empleados estén bien equipados para manejar la tecnología de manera eficaz y maximizar los beneficios de su uso.

Monitoreo y Evaluación Constante: Establecer un sistema de monitoreo y evaluación regular para medir el impacto de las tecnologías digitales sobre la experiencia del cliente y la eficiencia operativa. Utilizar estos datos para realizar ajustes y mejoras en tiempo real.

Expansión de la Tecnología Digital: Explorar la integración de otras tecnologías digitales que puedan complementar el punto de venta, como aplicaciones móviles para pedidos anticipados, sistemas de gestión de inventario automatizados, y soluciones de comercio electrónico para expandir el alcance del negocio.

Personalización de la Experiencia del Cliente: Utilizar los datos recogidos por las tecnologías digitales para personalizar la experiencia del cliente. Por ejemplo, ofrecer promociones y descuentos personalizados basados en los hábitos de compra previos.

Seguridad y Protección de Datos: Asegurar que todas las tecnologías implementadas cumplan con las normativas de seguridad de datos aplicables para proteger la información del cliente. Proporcionar formación sobre seguridad de datos al personal para minimizar los riesgos de brechas de seguridad.

Feedback de los Clientes: Establecer canales efectivos para recoger retroalimentación de los clientes sobre su experiencia de compra y la funcionalidad de las nuevas tecnologías. Utilizar esta información para mejorar continuamente los procesos y la interfaz del usuario.

Colaboración con Proveedores de Tecnología: Mantener una relación estrecha con los proveedores de tecnología para asegurar soporte técnico adecuado y actualizaciones de software que puedan mejorar la funcionalidad y eficiencia del sistema.

Estudios de Impacto Futuros: Realizar estudios futuros para seguir evaluando el impacto a largo plazo de la digitalización en diferentes aspectos del negocio, incluyendo la lealtad del cliente, la rentabilidad y el crecimiento del mercado.

Implementando estas recomendaciones, las tiendas de abarrotes y otros pequeños comercios pueden mejorar significativamente tanto la eficiencia operativa como la satisfacción del cliente, asegurando una transición exitosa hacia la digitalización en un mercado cada vez más competitivo.

Referencias

Araya-Carvajal, M. A., (2024). Hacer comunidad virtual: redes afectivas en tiempos de pandemia. Una experiencia con personas adultas mayores desde la Acción Social. Espacios en blanco. Serie indagaciones, 1(34), 273-287. https://doi.org/10.37177/UNICEN/EB34-388

Ayala, S., & Marotias, A. (2024). De tecnologías digitales y usos. Un recorrido por los desafíos actuales. InMediaciones de la Comunicación, 19(1), 17-24. https://doi.org/10.18861/ic.2024.19.1.3702

Bedoya-Soto, M., Arango-Aguilar, T., & Gómez-Bayona, L. (2024). El nuevo consumidor y su evolución tras la pandemia del COVID-19. Revista Academia & Negocios, 10(1), 163-178.

https://doi.org/10.29393/RAN10-10NCML30010

Bohorquez-Lopez, V. W., García-Ortíz, P. A., Méndez-Lazarte, C., & Caycho-Chumpítaz, C. (2022). Atributos diferenciadores entre el comercio minorista tradicional y el moderno. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, 32(83), 75-86.

https://doi.org/10.15446/innovar.v32n83.99890

Cantero Ramírez, M., Morales Acosta, J. J. (2023). Características socioeconómicas del comercio minorista en tiendas de abarrotes y tiendas de conveniencia en Zapopan, Jalisco, México. Vol. 9 (1). https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9038338

Comercial, S.G. (2021). Comercio minorista: recuperación, transformación y resiliencia. Boletín Económico de ICE.

Paccini, J.C., Volonterio, M.D., & Villar, A. (2014). Muestreo Sistemático-Agrupado: una alternativa para mejorar el Muestreo Alfabético en poblaciones documentales.

Polanco Carrillo, P. A., Hernández Cuevas, F. I., & Morales González, M.

A. (2022). Incidencia de las TIC en la percepción de calidad en el servicio en tiendas de abarrotes de Mérida, Yucatán, México. Economía & Negocios, 4(2), 249-266.

https://www.doi.org/10.33326/27086062.2022.2.1463

Serna, J.A. (2019). Comprar con los 5 sentidos: indicadores de una experiencia agradable del comprador en locales de tenis y ropa deportiva de la marca Branchos.

Trujillo Valdiviezo, G., Rodríguez Alegre, L., Mejía Ayala, D., y López Padilla, R. (2022). Transformación digital en América Latina: una revisión sistemática. Revista Venezolana de Gerencia, 27(100), 1519-1536. https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.100.15

Capítulo 39

Sistema Informático para Negocios de comida rápida

Eddy Santiago Hernández Cárdenas[1], Eloisa Mendoza Vázquez[1*], Elizabeth Torres Guillermo[1], Sonia del Carmen Ara Chan[1], Arturo Magaña Contreras[1]

[1] Universidad Juárez Autónoma de Tabasco – División Académica Multidisciplinaria de los Ríos, Tenosique Tabasco.

*emendoza1978@hotmail.com

Abstract. Con el paso del tiempo el uso de la tecnología en los procesos administrativos va tomando fuerza, debido a que cada vez son más utilizadas en las pequeñas y medianas empresas. El presente trabajo muestra el desarrollo de una herramienta tecnológica para la administración de un negocio de venta de comida rápida. La metodología que se utilizó está basada en el método Lean de desarrollo de software, con un ciclo de vida en espiral, enfocado en minimizar el desperdicio y enfocarse directamente en la necesidad del cliente, se basa en el principio de entregar lo más valioso a los clientes lo antes posible. Como resultado se obtuvo un prototipo el cual se presentó a los usuarios finales para sugerir cambios. Posteriormente se aplicaron los cambios y se obtuvo el nuevo software poniéndose éste a prueba durante un tiempo.

Keywords: PYMES, software administrativo, comida rápida.

1 Introducción

Las nuevas tecnologías han traído consigo enormes cambios en todos los entornos de nuestra vida, esta transformación digital ha implicado muchos retos para las empresas, acelerando con esto la digitalización, pues muchos negocios, tanto grandes como pequeños, se han visto en la necesidad de hacer cambios drásticos en sus organizaciones para seguir funcionando de manera óptima. Algunos de esos cambios incluyen, desde adaptar los sistemas para trabajar remotamente, hasta tomar decisiones estratégicas en tiempo récord para saber cuáles serían los siguientes pasos correctos [1]. Un sistema de información no tiene un solo objetivo, puesto que existen diferentes soluciones que pueden adaptarse a las necesidades y metas del negocio, pero además la información que se genera debe ser confiable para tomar las mejores decisiones. Los inventarios, por otro lado, son considerados como el corazón de las empresas, trátese de una PYME o de una gran compañía, pues sustentan su principal actividad: la compra y venta de productos y servicios; es decir, estos activos son el mejor indicador del estatus sus finanzas [2].

Existen numerosas razones para darle importancia al control de inventarios, una de ellas es que, de su flujo y aprovechamiento depende la capacidad de atender la demanda, y, por ende, las ganancias. Su mal manejo representa pérdidas que ponen en riesgo la existencia del negocio. Por lo tanto, el control de inventarios es fundamental a la hora de tomar decisiones de negocios, lo que conlleva al éxito o fracaso de cualquier empresa [2].

La empresa del caso de estudio es una Pyme que comercializa pollos asados y rostizados. Brinda su servicio todos los días de la semana con horario de 7:00 am – 8:00 pm y se encuentra ubicado en el municipio de Tenosique, Tabasco. Actualmente cuenta con un sistema informático donde se registran las ventas únicamente, sin embargo, los procesos como gastos e inventarios son anotados en una libreta, y al finalizar la jornada laboral los encargados del negocio realizan las operaciones de ingresos y gastos relacionados, lo que representa una inversión de tiempo y esfuerzo, y no necesariamente se obtiene información confiable.

El presente trabajo despliega las investigaciones realizadas con respecto a los sistemas relacionados con la administración de negocios y puntos de venta. Posteriormente, la metodología abarca el enfoque metodológico y el ciclo de vida utilizado, que para este caso tiene como ventaja un desarrollo continuo, es rápido y las características se añaden de manera sistémica. Los resultados que se muestran dan respuesta a las necesidades detectadas de acuerdo a las especificaciones de los documentos fuente, utilizados por la empresa.

2 Estado del Arte

Los puntos de venta son sistemas informáticos que han sido creados para apoyar en los procesos administrativos de ventas, compras y pagos. Existe un gran número de proveedores que ofrecen este tipo de herramientas en el mercado, los precios oscilan entre los $980.00 hasta $28,000.00 o más, la diferencia de estos precios radica en las prestaciones que ofrecen al usuario final.

A continuación, se describen algunas aplicaciones tecnológicas genéricas que ofrecen diversos proveedores en el mercado del software, las cuales contribuyen a la administración de negocios y tienen en común llevar a cabo la gestión y administración de los materiales que se requieren.

Alpha ERP [3] es un software administrativo y contable integral para manejar las operaciones de una empresa. Cuenta con los módulos de proveedores, clientes, contabilidad, almacén, nómina, producción y servicio e informes con estadísticas.

Bsale [4], por su parte, es un software administrativo para el manejo de una empresa. Cuenta con el apartado de control de inventario, venta en sucursales y sitio web, además de informes de ventas y cobranza. Este software está orientado a pequeñas y grandes empresas para un mejor desarrollo productivo.

Posline [5] es un Punto de Venta para Rosticerías, cuya función principal es la venta de productos rápidos, utiliza el monitor TouchScreen que permite al empleado identificar en pantalla visualmente el producto, cuenta con generación automática de reportes, cierre de caja, ventas, productos, niveles de stock, capturación de productos, organización por categorías, para fácil identificación y actualización automática de stock.

Sysme Tpv [6] gestión del punto de venta, clientes, facturación y almacén. Adaptado a terminales, pantallas táctiles y a lectores de códigos de barras. Ofrece una gestión completa sobre las ventas y stock del negocio, no obstante, su interfaz de usuario claro y sencillo es muy fácil de usar y entender, no son necesarios avanzados conocimientos informáticos para trabajar Glop es un software TPV [7] (SPnet, 2023) creado para ser utilizado en diferentes

tipos de negocios. Se ajusta perfectamente a hostelería, tiendas de ropa y moda, negocios de alimentación, supermercados y comercios de otros sectores. Su versatilidad agiliza y mejora la gestión del sector donde se use, con funcionalidades específicas para cada uno.

Las herramientas tecnológicas descritas son enfocadas a empresas grandes, que, de aplicar alguna de ellas cubriría solo algunos requerimientos de la empresa del caso de estudio, debido a que cuentan con uno.

3 Metodología

La metodología que se utilizó está basada en el método Lean de desarrollo de software [8] enfocada en minimizar el desperdicio y entregar software de calidad. Se caracteriza por la orientación al cliente, la reducción de residuos y la mejora continua. Para aplicar este método se realizó lo que específicamente solicitaba el cliente para un mejor control de los movimientos de entradas y salidas. Como primera instancia, la funcionalidad del punto de venta, inventarios reales y cierre diario, para lo que fue necesario registrar las compras, producción y ventas; tomando en consideración solo los campos necesarios, asegurando con esto, el máximo aprovechamiento de los recursos, y facilitar el soporte ante cualquier problemática que se presente. Lo que garantiza el valor ofrecido al cliente [9].

El enfoque metodológico para este trabajo fue cualitativo y el desarrollo del software fue basado en un modelo en espiral [10], el cual es un de proceso de software evolutivo que acompaña la naturaleza de este con los aspectos controlados y sistemáticos del ciclo de vida tradicional. Proporciona el potencial para el desarrollo rápido de versiones incrementales del software. En este modelo, el sistema se desarrolla en una serie de versiones incrementales. Durante las primeras iteraciones, la versión incremental podría ser un modelo en papel o un prototipo. Durante las últimas iteraciones se producen versiones cada vez más completas de ingeniería del sistema. Finalmente, en sí mismo, el modelo es relativamente nuevo y tendrá que pasar muchas pruebas para certificar los beneficios que la utilización de este software. Ver Fig. 1.

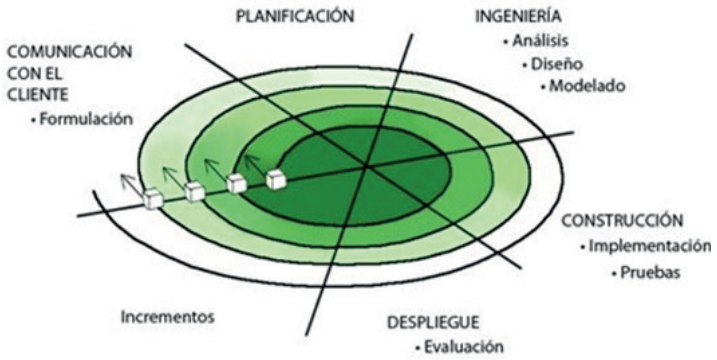


Fig. 1. Ciclo de vida de desarrollo en Espiral [10]

La adaptación de este modelo se incluyó en las etapas siguientes:

- Comunicación con el cliente, para plantear necesidades, revisar especificaciones y documentos fuente. Se entrevistó al personal que interactúa directamente con los procesos administrativos, para conocer lo que estos usuarios requieren.

- Planificación, para definir recursos, tiempos e información relacionada con el proyecto, así como evaluar los posibles riesgos técnicos y de gestión.
- Ingeniería, requerida para analizar a detalle, diseñar y construir una o más representaciones de la aplicación. Se diseñó la base de datos en Erwin y la interfaz en Visual Fox Pro.
- Construcción, para instalar y probar en las terminales y proporcionar soporte al usuario. El software fue instalado en un servidor local desde el cual se comunican las terminales.
- Despliegue, para evaluar la utilización del software en la ejecución de las tareas requeridas por el cliente, según la evaluación de las representaciones del software creadas durante la etapa de ingeniería e implementada durante la etapa de instalación.

4 Resultados

Los resultados que ahora se muestran son parte de los procesos realizados durante el desarrollo del proyecto.

Primeramente, se realizó el diseño y la creación de la base de datos con los respectivos permisos de acceso a los tipos de usuario, posteriormente, la configuración de la conexión del origen de la fuente de los datos correspondientes a la base de datos utilizada y, finalmente, la creación del proyecto y su código fuente.

Fig. 2 Pantalla de registro de usuarios

Posteriormente se crearon los catálogos principales como son: Producción, Personal, Productos, Proveedores, Compras, Ventas y Cierre diario.

El catálogo de Personal registra los datos personales de los empleados y emite un reporte de estos datos para consulta en caso necesario.

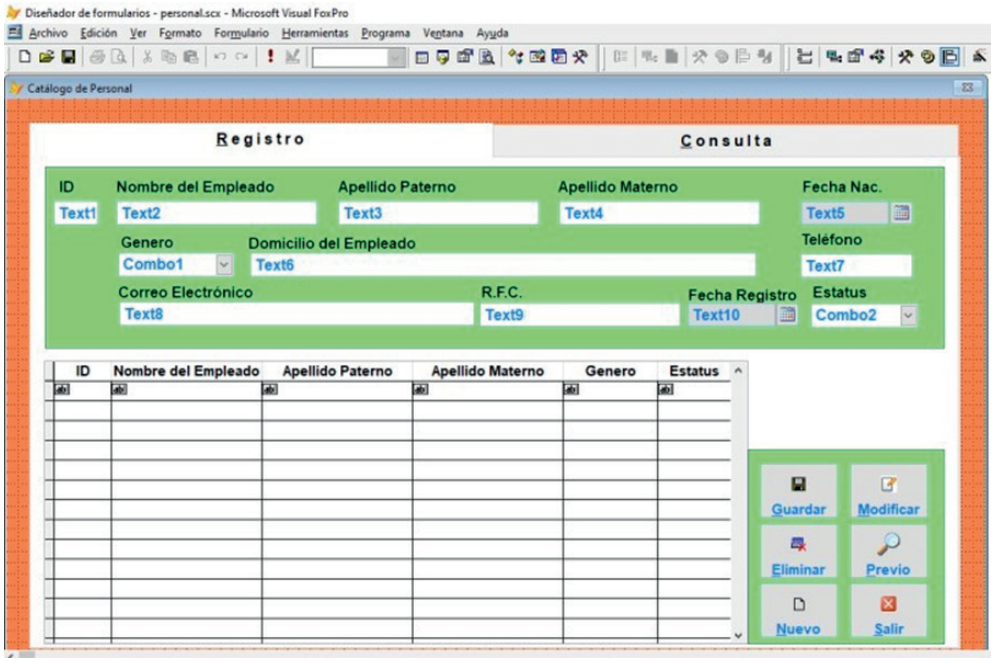


Fig. 3 Pantalla del catálogo de Personal

El catálogo de Productos está compuesto por los campos generales de los insumos y materia prima, que posteriormente se utilizan en la Producción.

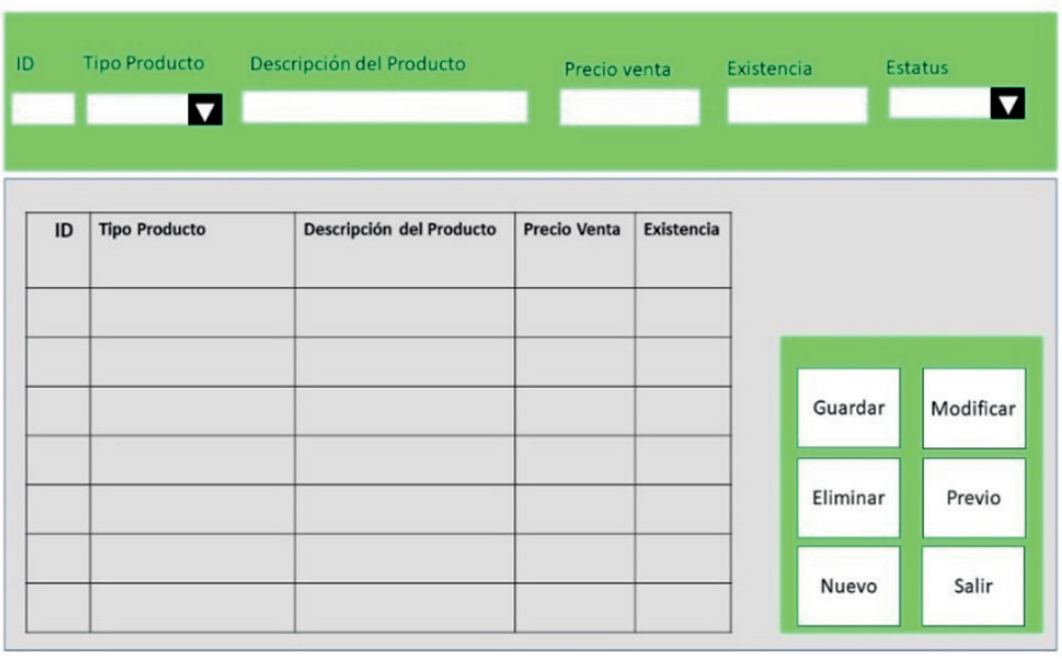


Fig. 4 Pantalla del catálogo de Productos

Por su parte, el catálogo de proveedores incluye los datos generales de las empresas donde se adquieren los insumos o materia prima.

Fig. 5 Pantalla del catálogo de Proveedores

El ingreso de los productos (insumos y materia prima) se realiza en el catálogo de Compras. Posteriormente, con estos productos se genera el producto terminado a través del proceso de Producción, el cual aparecerá disponible para la Venta. Este último proceso genera el costo del producto terminado y el precio de venta.

El proceso de Venta toma del catálogo de productos, el producto terminado, con el cual se generan los ingresos del día.

Los gastos o salidas generan los egresos a través del catálogo de Compras.

El Cierre Diario es un proceso que incluye las entradas a través de Ventas; salidas, a través de Compras, el cual debe ser generado diariamente al término de la jornada laboral. Con este proceso, se podrá generan un reporte por periodo que incluya la fecha, ingresos y egresos.

Finalmente, para el proceso de implementación, el software generado fue instalado en una de las terminales del negocio, donde los usuarios finales lo pusieron a prueba para evaluar la confiabilidad, usabilidad y rendimiento, los cuales emitieron resultados favorables, logrando con esto, cumplir con los requerimientos específicos solicitados por el cliente.

5 Conclusiones

Se obtuvo un software que incluyen las salidas de insumos y gastos en general de manera constante, mismo que permite visualizar diariamente o por periodos las entradas y salidas de materiales y recursos, incluyendo un inventario real de insumos, lo cual brinda la posibilidad a los administradores de conocer y verificar el stock de estos materiales, para ser adquiridos con anticipación. Esto genera como consecuencia, evitar la adquisición urgente de algunos materiales que en menor cantidad resultan costosos. La implementación de esta herramienta cubre la necesidad de la empresa, al contar con un inventario real, además de tener información actualizada respecto a los movimientos de entradas y salidas de recursos.

La metodología Lean fue la ideal para este trabajo, debido a que el objetivo principal radica en el principio de entregar lo más valioso a los clientes lo antes posible. Lo que permitió establecer puramente los requerimientos específicos del cliente, que, en combinación

con el ciclo de vida en espiral, permitió la evolución del prototipo, hasta lograr el software deseado.

Referencias

[1] Hubspot. (2021). Hubspot Marketing. Obtenido de https://blog.hubspot.es/: https://blog.hubspot.es/marketing/sistema-informacion

[2] Bind ERP. (2023). Bind ERP / Recursos. Obtenido de bind.com.mx: https://bind.com.mx/recursos/guia-basica-para-el-control-de-inventarios

[3] Castelec Internacional S.A. de C.V. (12 de 11 de 2022). ALPHA ERP. Recuperado el 20 de 04 de 2023, de https://software.castelec.mx/: https://software.castelec.mx/?caspro=gads&casnet=g&casid=130889104&kw=software%20 para%20 gestion&gad=1&gclid=EAIaIQobChMItpCLp6C5_gIVSCitBh0TTAT8EAAYAyAAEgJunvD_BwE

[4] Bsale. (2006). Sistema de Venta y Gestión Comercial. Recuperado el 01 de 05 de 2023, de https://www.bsale.com.mx/: https://www.bsale.com.mx/sheet/canales-venta

[5] Posline. (29 de 06 de 2018). Rosticería TouchScreen Punto de Venta. Recuperado el 01 de 05 de 2023, de http://posline.mx/index.html: http://posline.mx/bar-y-restaurant/rosticeria.html

[6] Sysme software. (25 de Abril de 2023). *Sysme Tpv*. Obtenido de https://www.sysme.net/sysme-tpv/

[7] SPnet. (07 de Septiembre de 2023). *Glop, un TPV modular y escalable para todo tipo de negocios*. Obtenido de https://softwarepara.net/glop/

[8] Globalbit. (2019, 11 07). www.globlbit/Desarrollo de software Lean (LSD) y sus beneficios para las empresas. Retrieved 2022, from www.globalbit: https://www.globalbit.co/2019/07/11/desarrollo-de-software-lean-lsd-y-sus-beneficios-paralas-empresas/#:~:text=Esta%20filosof%C3%ADa%20fue%20tomada%20por,de%20desarrollo%20%C3%A1gil%20conocidos%20actualmente.

[9] Rayo, Á. M. (27 de Septiembre de 2016). Lean Software Development (LSD): los siete principios. Obtenido de https://netmind.net/es/lean-software-development-lsd-los-sieteprincipios/#:~:text=La%20idea%20principal%20de%20la,final%20(servicio%20o%2 0produ cto).

[10] Boehm. (2006). A spiral Model of Software Development and Enhancement. IEEE Computer.

Capítulo 40

Creación de una Aplicación Web como apoyo a una Unidad Productora de Miel

Jared Barahona García [1], Elizabeth Torres Guillermo[2], Erika Guadalupe Ceballos Falcón[3], Eloísa Mendoza Vázquez[4] y Víctor Guillermo Castro [5]

[1,2,3,4,5] Universidad Juárez Autónoma de Tabasco – División Académica Multidisciplinaria de los Ríos. Carretera Tenosique-Estapilla Km. 1, Cocoyol, 86902

Tenosique de Pino Suárez, Tabasco. elizabeth.torres@ujat.mx

Resumen. El desarrollo de las tecnologías de la información ha venido a tener influencia en todos los ámbitos de la vida diaria, el área agropecuaria no es la excepción, lo que presenta un área de oportunidad para las disciplinas como la ciencia de datos, la telemática, ingeniería del software, entre otras. El presente trabajo tiene como objetivo describir el desarrollo de una aplicación como medio de control de producción de una unidad productora de miel. Para el desarrollo de la aplicación se utilizó el método RUP. Se concluye que la implementación de la tecnología en los procesos agroindustriales, representa un reto importante para la creación de diferentes alternativas empezando por el desarrollo de aplicaciones que aporten en la producción agrícola, especialmente en la apicultura, en donde se pueden implementar aplicar las áreas del análisis inteligente de datos, telecomunicaciones, técnicas de ingeniería del software, entre otros. Palabras Claves: sitio web, tic, sistema de información.

1 Introducción

Sin duda alguna los avances alcanzados en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha transformados las formas de realizar las actividades cotidianas en todos los sectores de la sociedad. Aspecto que representa un campo de exploración en las actividades agropecuarias en donde se requieren de aplicaciones tecnológicas para la gestión administrativa, del predio, y del propio rodeo animal.

Por lo tanto, debido a la importancia de la actividad apícola es necesario que las unidades productoras cuenten con las herramientas tecnológicas necesarias para eficientizar sus procesos administrativos y de producción. Se considera que la apicultura es una actividad muy antigua que se ha desarrollado en diferentes partes del mundo, resultado de la relación entre el hombre y la naturaleza [1].

Se hace referencia que esta actividad llegó a México con la con la conquista de los españoles, quienes trajeron el género Apis al nuevo continente, el cual fue desplazando paulatinamente a la meliponicultura (cultivo de abejas meliponas), actividad que había sido la principal forma de obtención de miel entre los nativos de la península de Yucatán [2], pero que no era tan productiva en lo referente a rendimientos de miel.

Según la Secretaría de Desarrollo Forestal y Pesca, los principales estados productores de miel son Jalisco, Yucatán y Chiapas. Sin embargo, Tabasco aporta el .7% de la produc-

ción equivalente a 405 toneladas. Donde Tenosique es el tercer municipio productor de miel en el estado[3]. Por lo tanto, la apicultura es una de las actividades económicas que en los últimos años ha presentado un crecimiento considerable en el municipio de Tenosique, de ahí que surge la demanda del desarrollo de una aplicación web que permita llevar el control de la producción, de pedidos y de sus clientes de una unidad productora de miel; con la finalidad de contar con una herramienta que a la vez que le sirva como medio de control, también puedan darse a conocer desde cualquier ubicación geográfica, rompiendo así la barrera de la distancia.

2 Estado de Arte

Como resultado de una consulta en la Web para identificar aplicaciones en el área de la apicultura se encontró que actualmente existente las siguientes aplicaciones: Beetality, Cuaderno del Colmenar, ColmenApp y 3Bee. Complementando así lo mencionado en [4], los autores mencionan que existen varias aplicaciones web en el mercado, comúnmente ubicadas en España, que hacen gestión de información de apiarios; entre otras se encuentran Software APIGESTION, Beetight y TRACTUS, que se encargan de registrar información de producción de miel y manejo de las colmenas. De igual manera, [5] afirman que el mundo se va dotando de tecnologías que propenden a la captura de información con fines de análisis, para poder propiciar la toma de decisiones, que pretende ayudar a la mejora de procesos biológicos en entornos de producción agrícola como lo es la apicultura.

3 Metodología Usada

La aplicación fue desarrollada para la unidad productora denominada Mieles Rico, ubicada en el Ejido Redención del Campesino, del municipio de Tenosique, Tabasco, México.

De los diversos métodos que existen para el desarrollo de aplicaciones informáticas, se eligió el método del Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP); el cual se define como un conjunto organizado de actividades necesarias para transformar las necesidades o requisitos de un usuario en un producto software [6].

El proceso unificado de desarrollo de software se caracteriza principalmente por tres puntos claves:

1. Está dirigido por los casos de uso: Para el Proceso Unificado de desarrollo de software los casos de uso constituyen el modelo con el cual hilvanan todas las actividades que componente el Proyecto. Los casos de uso guían y ordenan el diseño, la implementación y las pruebas del sistema.
2. Se centra en la arquitectura: El Proceso Unificado es centrado en la arquitectura ya que todo el desarrollo del sistema se realiza guiado por las pautas y reglas de la fundamentación del Sistema, además, cualquier cambio en el desarrollo debe ser incluido en la arquitectura.
3. Es iterative e incremental: Para algunos autores es las características más importantes del Proceso Unificado. La idea central es que el sistema debe ser desarrollado por partes, en periodos de tiempos cortos. De esta manera, no se tiene que esperar hasta tener un entendimiento total del sistema para comenzar a obtener resultados, por el contrario, los resultados serán visibles, en la mayoría de los casos, de manera temprana en el proyecto.

Para el desarrollo de la aplicación se utilizaron las cuatro fases del proceso RUP:

A Comunicación con el cliente: en esta fase se recabarán los requisitos de contenido, funcionales y se definió escenarios de interacción para diferentes clases de usuarios.

B Planeación: en esta etapa se realizará el plan del proyecto, en el cual se definirán las tareas y el plazo para llevarlas a cabo, que serán medidas en semanas.

C Modelado: en esta fase se realizarán el modelado del análisis, el modelado de contenido, el modelado de interacción, el modelado funcional y modelado del diseño.

D Construcción: Para la construcción de la aplicación se utilizó como lenguaje de programación PHP, MySQL como manejador de base de datos y Apache como servidor de páginas web.

4 Resultados

Como parte de las actividades del desarrollo del método RUP se elaboró el diagrama de clase que se muestra en la Fig.1 .

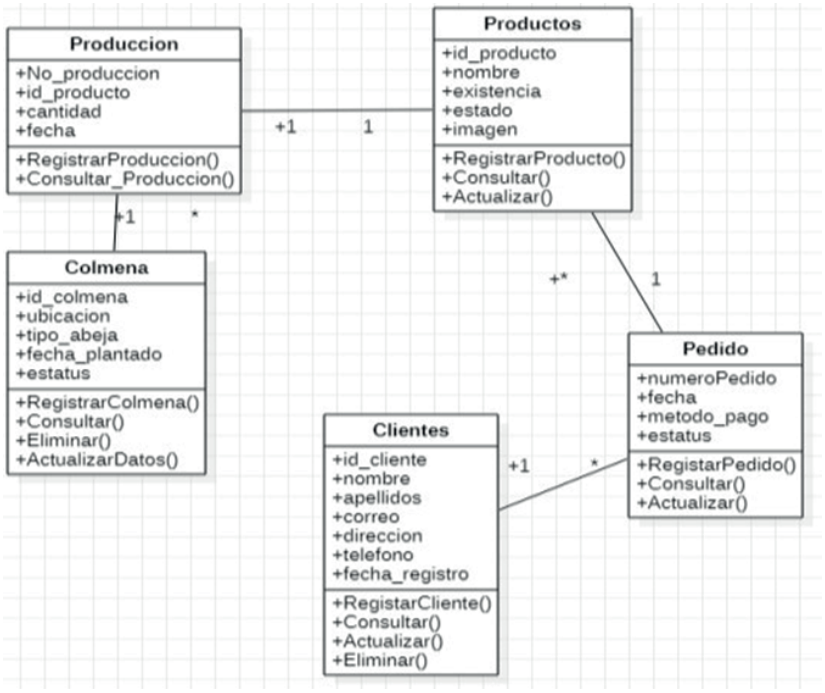


Fig. 1. Diagrama de Clase.

La aplicación permite el registro de los datos de los clientes, de los pedidos que se realicen, los productos que se tienen; así como también los datos de las colmenas con las que se cuenta en la unidad productora. En la Fig. 2, se muestra el ejemplo del diseño de un caso de uso.

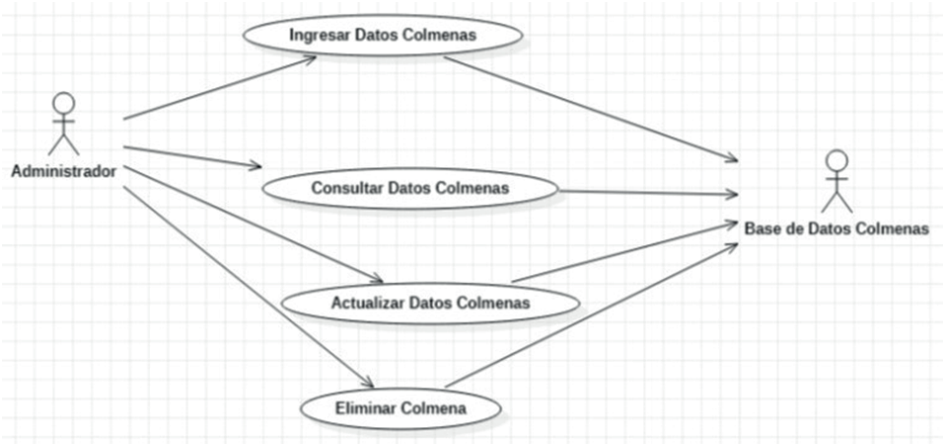


Fig. 2. Ejemplo de Diagrama de Caso de Uso.

Para la codificación de la aplicación se programó en php y se utilizó como diseño de las interfaces html, tal y como se muestra en la Fig. 3. De igual manera, como resultados de las actividades realizadas y con los requerimientos de información solicitada por la unidad de producción se obtuvo el diseño de interfaz que se muestra en la Fig. 4.

```php
<?php
    include "conexion.php";

    $no_prod = $_GET["no_prod"];


    $sql = "DELETE FROM produccion WHERE no_prod = '$
        no_prod' ";
    $query = $mysqli -> query($sql);

    header("location: catalogo_produccion.php");

?>
```

Fig. 3. Código php de la aplicación.

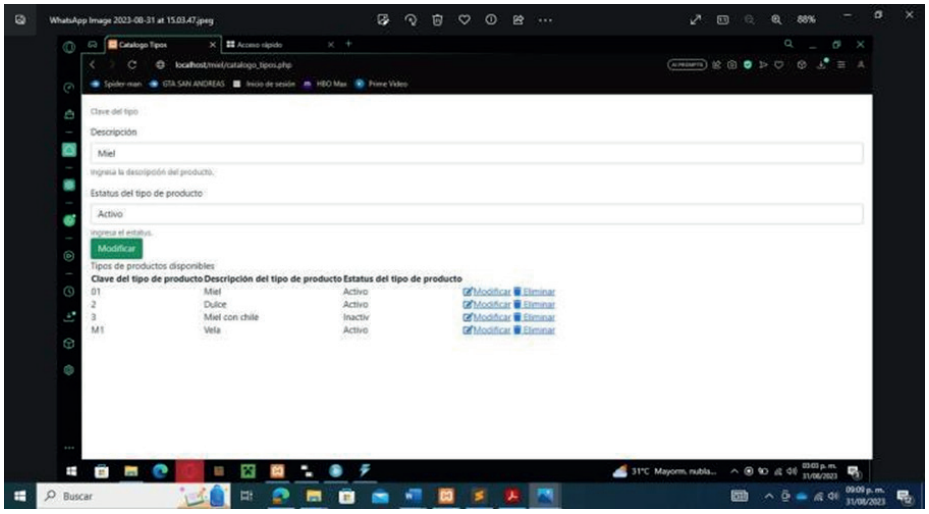


Fig. 4. Muestra del diseño de pantallas.

5 Conclusiones y trabajos a futuros

Se concluye que el uso de las tecnologías de la información en las áreas agroindustriales representa un área de oportunidad para el desarrollo de aplicaciones enfocadas en la producción de la miel, por lo que se espera que el desarrollo de la aplicación la unidad productora de Mieles Rico lleve el control de sus productos, de sus colmenas y datos de sus clientes de una manera eficiente. Es importante mencionar que a la fecha los resultados que se tienen son del proceso de desarrollo. Sin embargo, como trabajo a futuro se espera que uno de los beneficios que se tenga sea la difusión y comercialización sin intermediarios de los productos.

Referencias

[1] A. Correa Benítez, «Historia de la apicultura en México,» Imagen veterinaria, vol. 4, nº 1, pp. 4-10, 2004.

[2] D. H. Flórez Martínez, «Diseño de una minicadena productiva para apicultura orgánica en San Andrés Islas a través de un itinerario de ruta como herramienta de gestión e integración,» Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, vol. 14, nº 2, pp. 129-147, 2013

[3] Secretaría de Desarrollo Forestal y Pesca, Apícola. https://campotabasco.gob.mx/?pecuario=miel-de-abeja. Consultado el 20 de agosto de 2023.

[4] J. Reyes, J. Galarza, R. Muñoz, R., & A. Moreno, Diagnóstico territorial y espacial de la apicultura en los sistemas agroecológicos de la Comarca Lagunera. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5(2), 215-228, 2014.

[5] R. Schalkoff, *Pattern Recognition: statistical, structural and neural approaches*. John Wiley & Sons, Inc., 1992.

[6] J. Diaz, A. Neira, Estudio documental sobre la aplicación del Internet en procesos agrícolas.” Sinapsis: La revista científica del ITSUP 1.19 (2021): 11.

[7] I. Jacobs, G., Booch & J. Rumbaugh, El Proceso Unificado de Desarrollo de Software, Addison Wesley, Madrid, 2006..

Sección VII.
TIC y responsabilidad social

Capítulo 41

Sistema de Monitoreo y Recuperación de Energía Solar Basado en TIC'S a través de Algoritmos con Aprendizaje Integrado

David Oliver Arce Rocha [1] , Francisco Javier Hermenegildo Mejía [1] Jorge Edmundo Mastache Mastache[1], Roberto López Ramirez[1], Jesús Namigtle Jiménez[1]

[1] TECNM/Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán, Carretera Toluca-Atlacomulco KM 44.8 Ejido de San Juan y, San Agustin C.P.

50700 7222528568 – jorge.mastache@tesjo.edu.mx

Resumen. Este artículo detalla el diseño e implementación de un sistema fotovoltaico basado un algoritmo de optimización de red neuronal de búsqueda para encontrar el punto de máxima potencia (MPPT). El objetivo del sistema es monitorear la eficiencia de la recolección de energía, particularmente en situaciones de sombra parcial, que son comunes en condiciones de nubosidad o en aplicaciones donde el espacio es limitado. Para lograr esto se desarrolló un sistema de control en el cual desarrollamos algoritmos predicción de control de búsqueda usando Python para el aprendizaje automático y de esta forma optimizar el funcionamiento del sistema, así mismo dentro del documento presentamos el diseño de una interfaz de monitoreo de sensores en tiempo real donde observamos la potencia eléctrica, la irradiancia y la temperatura del panel. Finalmente se describen las pruebas realizadas en un entorno real, los métodos utilizados y las conclusiones extraídas de dichas pruebas.

Palabras Clave: Irradiancia, Monitoreo, Temperatura, IoT (Internet de las cosas)

1 Introducción

En el contexto actual de creciente conciencia sobre la sostenibilidad ambiental y la urgente necesidad de identificar fuentes de energía limpias y renovables, la generación de energía solar se convierte en una solución prometedora e inevitable [1]. La conversión de la radiación solar en energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos se ha convertido en una de las tecnologías más influyentes para satisfacer las necesidades energéticas globales [2]. Sin embargo, para aprovechar al máximo esta fuente de energía es necesario invertir no sólo en la instalación de paneles solares, sino también en sistemas de monitorización y optimización que garanticen su funcionamiento en tiempo real.

La eficiencia en la conversión y aprovechamiento de la energía solar está intrínsecamente ligada a una serie de factores ambientales que serán nuestras variables de estudio y que definen el comportamiento de un panel solar, especialmente la irradiancia solar y la temperatura ambiente [3].

La irradiancia solar fluctúa a lo largo del día, dependiendo de las condiciones climáticas, y la temperatura lo cualpuede tener un impacto significativo en el comportamiento

eléctrico y la eficiencia de los paneles solares en sus curvas IV. Es por esto que al proponer un sistema de monitorización de las variables eléctricas de un sistema fotovoltaico (SFV) en tiempo real, proporcionará las herramientas para la predicción del comportamiento de la zona norte del estado de México lo cual será una base para determinar la eficiencia en convertidores de potencia en condiciones de sombreado parcial y a plena potencia. [4].

Este proyecto plante el uso de un algoritmo de aprendizaje automático en tiempo real que integra tecnologías de información como el Internet de las cosas (IoT) y las redes neuronales para la estimación de la irradiancia incidente en un SFV[5].

El desarrollo de este sistema representa una contribución como base en el diseño de sistemas de recuperación de energía y regenerativas. Además, esta investigación brindará la posibilidad de mejorar la eficiencia energética al considerar los efectos eléctricos codependientes a la temperatura e irradiancia incidente en la zona. La integración de tecnología, innovación y sostenibilidad en este proyecto será un enfoque necesario e importante para recuperar energía utilizable en sistemas de recuperación de energía y almacenaje [6].

2 Estado del arte

La generación de energía solar ha experimentado un crecimiento sin precedentes en las últimas décadas, impulsada por la necesidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles y abordar los desafíos del cambio climático. La conversión de la radiación solar en electricidad a través de paneles fotovoltaicos se ha consolidado como una de las tecnologías más prometedoras y sostenibles para abastecer de energía eléctrica a comunidades y sectores industriales. Sin embargo, a pesar de su potencial, la eficiencia de los sistemas solares todavía enfrenta desafíos, y uno de los principales está relacionado con la variabilidad de las condiciones ambientales.

Los sistemas fotovoltaicos son altamente sensibles a factores ambientales como la irradiancia solar y la temperatura. La irradiancia solar varía constantemente a lo largo del día debido a la posición del sol y las condiciones climáticas. La temperatura

ambiente también influye en la eficiencia de los paneles solares, ya que un aumento de la temperatura puede disminuir la producción de energía en forma de voltaje. Estas variaciones hacen que sea esencial contar con sistemas de monitoreo y optimización en tiempo real para maximizar la eficiencia de la generación de energía solar en convertidores de potencia asociados.

En la búsqueda de soluciones para este desafío, investigadores de diversas disciplinas han explorado diferentes enfoques y tecnologías. Uno de los enfoques más prometedores involucra el uso de redes neuronales artificiales (RNAs) para predecir y optimizar la producción de energía solar. Las RNAs son modelos de aprendizaje automático inspirados en el funcionamiento del cerebro humano, capaces de aprender patrones complejos a partir de datos.

Un estudio destacado en esta área es el trabajo realizado por Zhang et al. (2017) [7], donde se aplicaron RNAs para predecir la producción de energía solar en función de la irradiancia solar, la temperatura y otros factores meteorológicos. Este estudio demostró la capacidad de las RNAs para mejorar la precisión de las predicciones en comparación con

modelos tradicionales. Sin embargo, el enfoque se centró en la predicción de la producción de energía, sin abordar la optimización en tiempo real del sistema de paneles solares.

Otro estudio relevante fue realizado por Li et al. (2019) [8], que propuso un sistema de monitoreo en tiempo real que utilizaba sensores para medir la irradiancia y la temperatura en un entorno de paneles solares. Sin embargo, este sistema carecía de la capacidad de adaptar la operación de los paneles solares en función de los datos adquiridos.

3 Metodología:

3.1. Diseño

El sistema de monitoreo y recuperación está constituido por un conjunto de paneles solares interconectados en serie, colocados a diferentes inclinaciones y orientaciones para evaluar el sombreado parcial del SFV. Las variables eléctricas de los paneles son adquiridas a través de sensores de corriente, voltaje, temperatura e irradiancia. Donde la irradiancia fue estimada a través del entrenamiento de una red neuronal basada en un conjunto matricial de fotorresistencias que se evaluaron en periodos de 12 horas en diferentes condiciones climatológicas que emulan el comportamiento de un medidor comercial y se identifican patrones de comportamiento. Así mismo para acondicionar con las Tics los datos adquiridos de las variables eléctricas se transmiten a una plataforma de IOT con ayuda del hardware ESP32, que a través de los microcontroladores y la conexión inalámbrica determinan el comportamiento del siclo de trabajo de un convertidor para el almacenamiento en baterías con ayuda de un FPGA. La etapa de controlador esta construida de drivers controladores de compuerta y un convertidor de potencia CD-CD que nos ayudara a acondicionar la potencia obtenida de los paneles a una tensión conmutada de 12 volts.

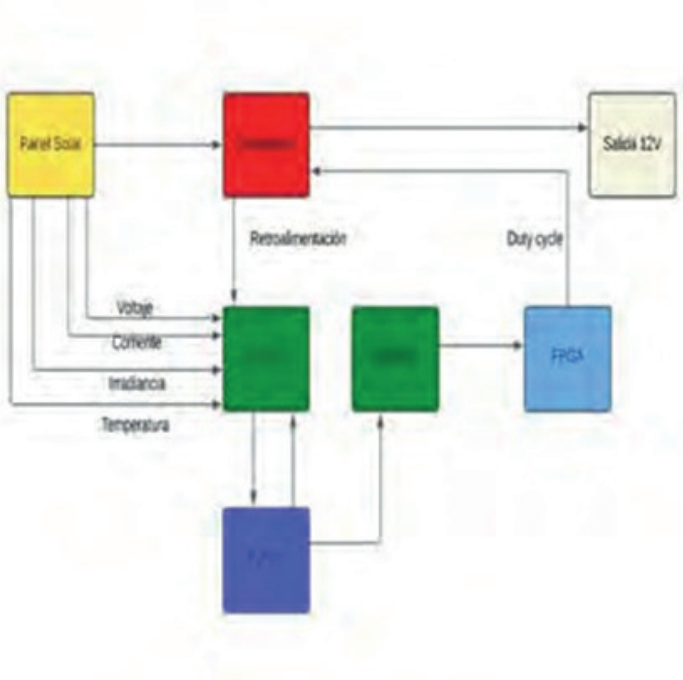


Figura 1. Diagrama a bloques

3.1.1. Modelado del sistema fotovoltaico en Simulación

Para evaluar el comportamiento dinámico del sistema de control, se necesitaba evaluar el sistema físico en un simulador que pudiese representar el comportamiento eléctrico del modelo SFV, proponiendo un esquemático equivalente basado en componentes eléctricos pasivos que limitan la corriente y voltaje de salida de los paneles los cuales se acerca al comportamiento que se tendría en un panel comercial.

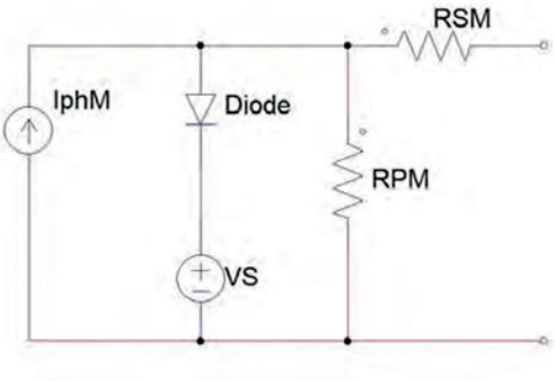


Figura 2 Modelo eléctrico de panel solar

Para modelar el comportamiento se opta por simular las características del módulo de paneles en el punto de máxima potencia (MPP) obtenida de su hoja de datos técnicos con las siguientes ecuaciones donde se calcularon las resistencias en serie R_{SM} y la resistencia en paralelo R_{PM} emulando el comportamiento del panel físico.

$$R_{SM} = \frac{V_{OC}-V_{MPP}}{I_{MPP}} = \frac{63.15-52.5}{5.71} = 1.86\Omega \qquad (3.1)$$

$$R_{PM} = \frac{V_{OC}}{I_{CC}-I_{MPP}} = \frac{63.15}{6.02-5.71} = 203.70\Omega \qquad (3.2)$$

Para calcular el voltaje en serie con el diodo se utiliza:

$$Vs = (NS - 1) * V_D = (108 - 1) * 0.7 = 74.9\ V \qquad (3.3)$$

3.1.2. Modelo eléctrico del convertidor en PSIM

Se utilizó un simulador de elementos de potencia PSIM para el valuar el comportamiento eléctrico del sistema fotovoltaico, el cual se conectó con el modelo del convertidor de CD reductor a 12 volts, el cual tiene la estructura de un convertido Buck común con un inductor de 5 µH y un capacitor de 400 µF, conectado a una carga de 10Ω, este modelo se muestra en la siguiente figura siguiente evaluando el sistema de potencia en la salida del convertidor tanto en corriente como en voltaje.

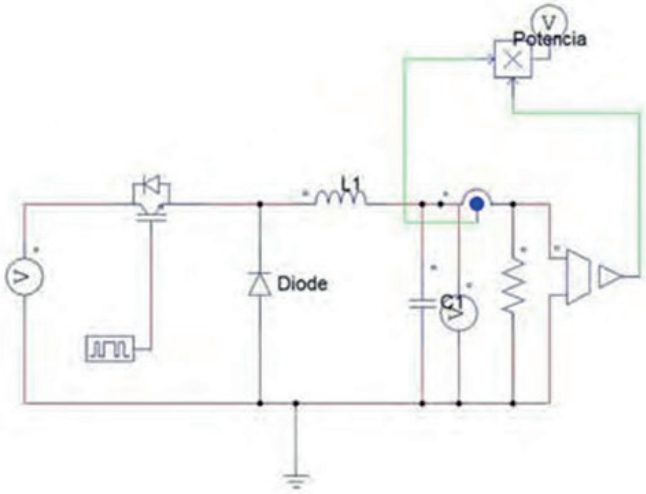


Figura 3 Circuito Buck

Continuando con el diseño, se simulo el sistema fotovoltaico y para emular el comportamiento de los paneles soleres se presentó el modelo construido se muestra completo en la siguiente figura el cual muestra la conexión entre el modelo fotovoltaico del modelo interno y el convertidor de potencia CD-CD para cargar las condiciones de irradiancia y temperatura en los paneles solares.

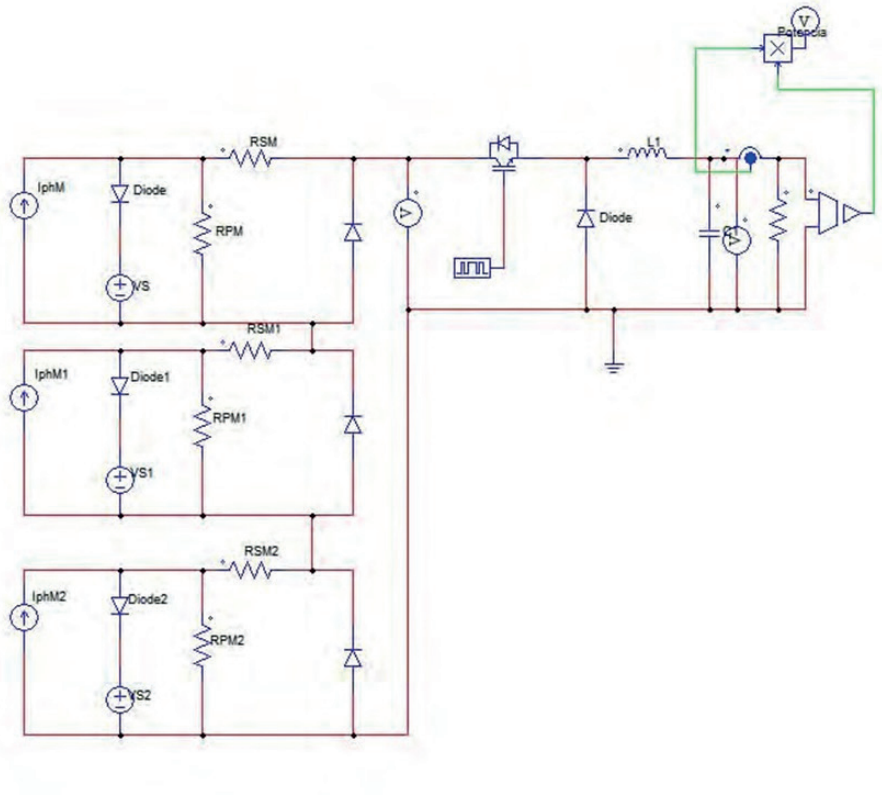


Figura 4 Diagrama completo del sistema de recuperación de energía fotovoltaica

3.2. Algoritmo de búsqueda en FPGA

Para desarrollar el controlador del convertidor de potencia se desarrolló el siguiente algoritmo de programación basado en la comparación de la salida proporcionada por los paneles y la tensión regulada de salida del convertidor CD-CD. Está diseñado con programación en VHDL por lo que su aplicación en un FPGA requiere algunas consideraciones de acondicionamiento en un vector de tiempo y aplicaciones de comparación simultaneas como se muestra en el diagrama de bloques de la siguiente figura.

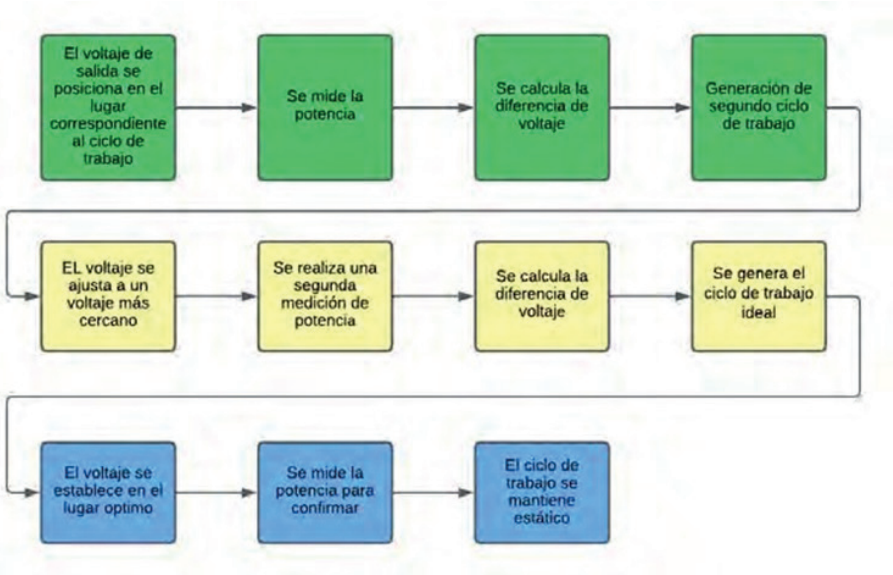


Figura 5 Comportamiento del algoritmo

3.3. Adquisición de señales con sistema de transmisión de datos

Se empleó una placa de adquisición de datos con IOT para la medición de variables, diseñada con el propósito específico de capturar los valores de corriente y voltaje. Su función principal es calcular la potencia resultante al comunicarse con la FPGA y transmitir los valores de manera simultánea, a través de una conexión paralela.

El diagrama de flujo adjunto ilustra la lógica operativa de esta placa, detallando el proceso mediante el cual lleva a cabo esta tarea.

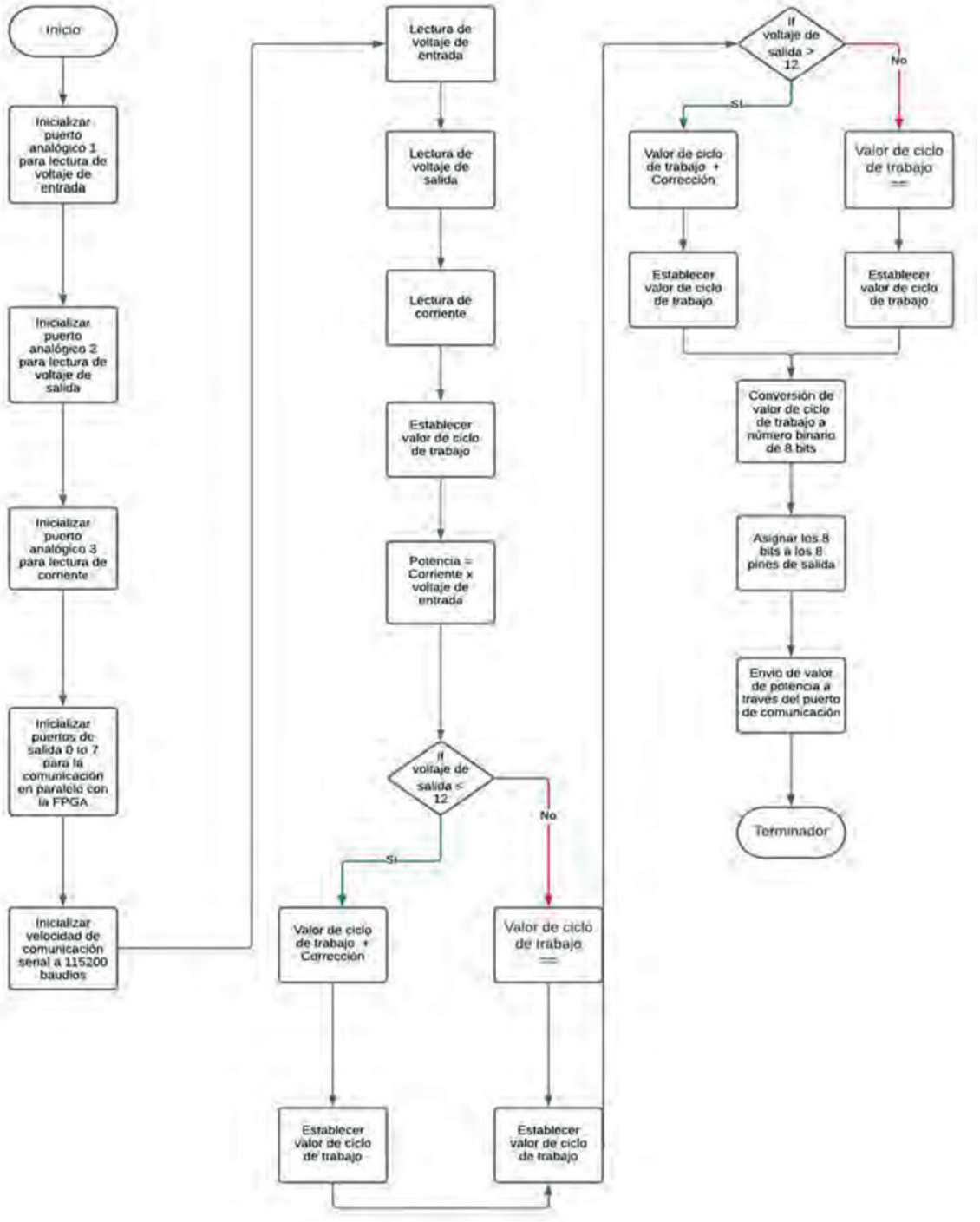


Figura 6 Algoritmo de adquisición

Simultáneamente la placa de adquisición de datos se comunica de manera inalámbrica creando un servidor y de esta forma poder monitorear y evaluar los valores de forma remota comunicándose con el algoritmo de Python para el procesamiento de la información.

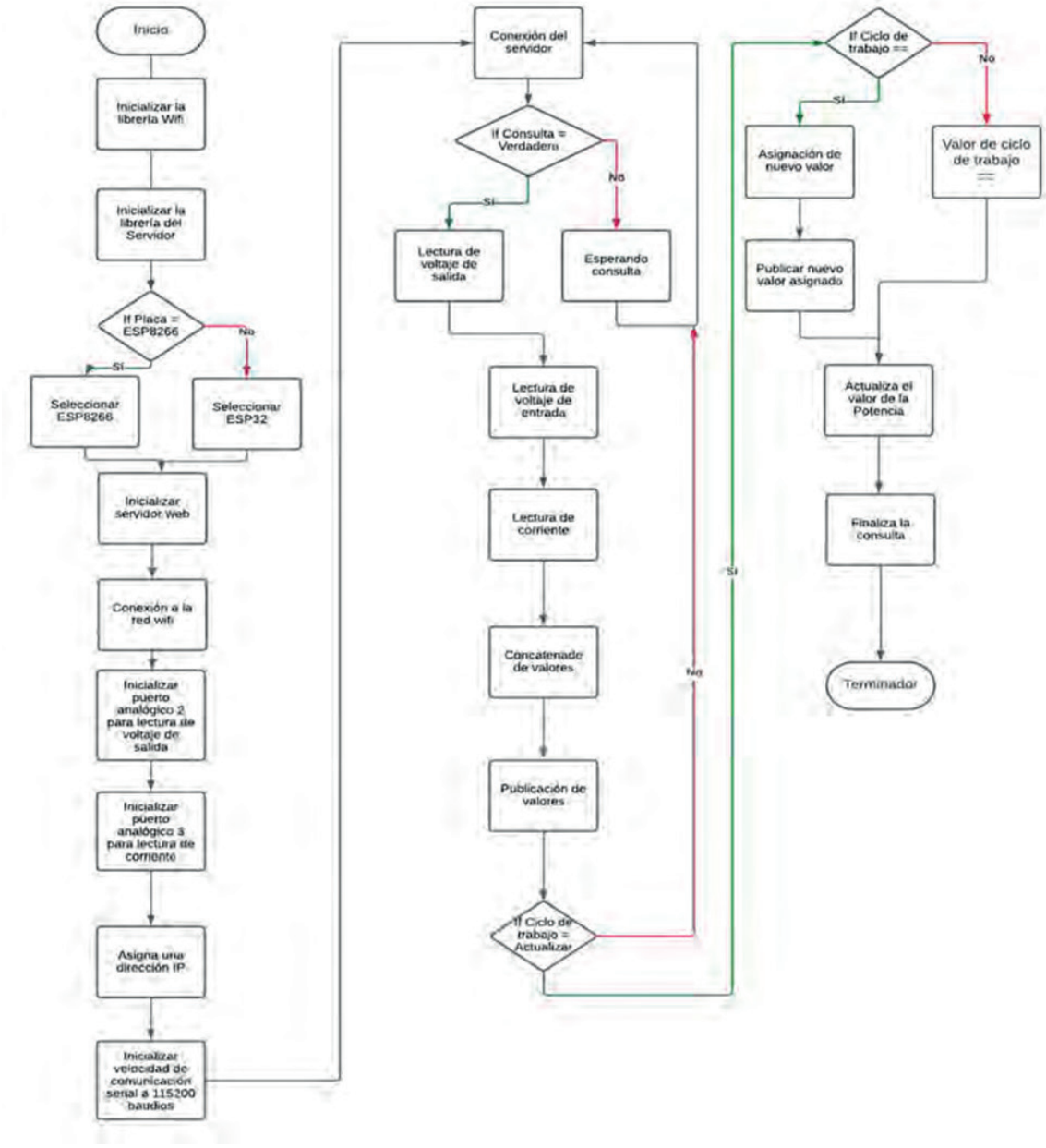


Figura 7 Algoritmo de comunicación

Otro dato crucial para tener en cuenta es la irradiancia y la temperatura, obtenidos mediante el siguiente del algoritmo. Este algoritmo desempeña la función de recopilar datos de una matriz de fotorreceptores compuesta por 16 componentes y un sensor de temperatura desarrollados para detectar las condiciones climatológicas del ambiente al cual esta expuesto el SFV. Posteriormente, evalúa estos resultados a través de una red neuronal para, finalmente, almacenarlos de manera sistematizada en una base de datos.

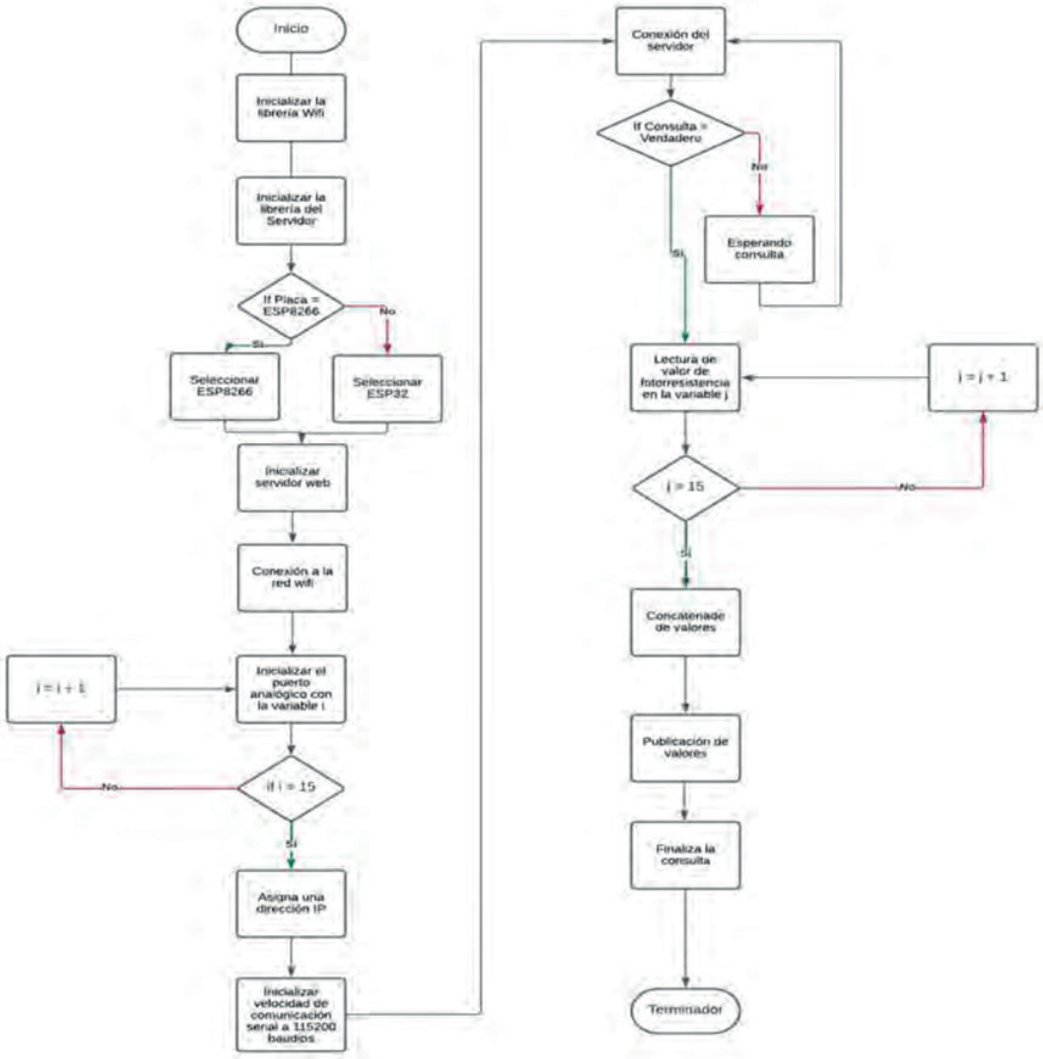


Figura 8 Algoritmo de entrenamiento

Una vez entrenada la red neuronal este es el algoritomo que se encarga de la adquisición de los datos donde usa la red neuronal preciamente entrenada para la estimacion de los valores.

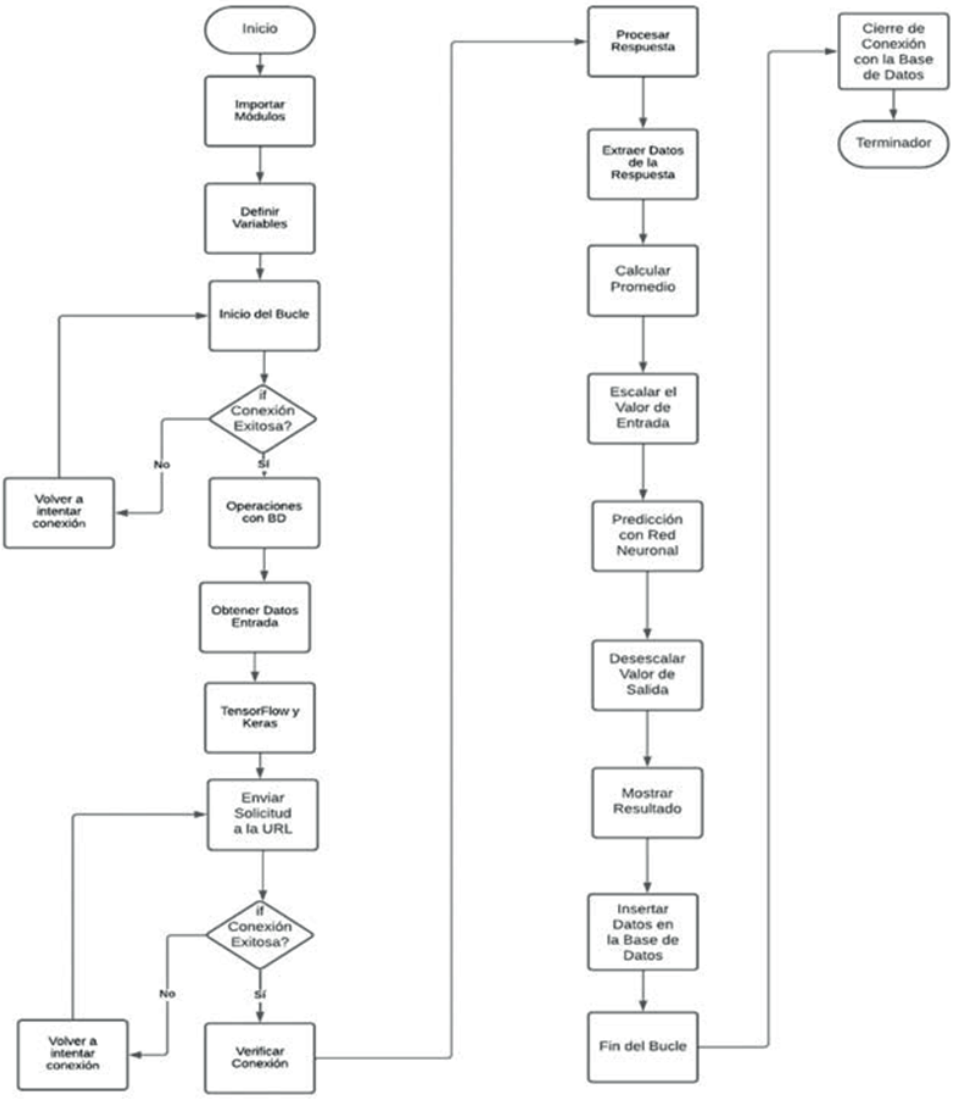


Figura 9 Algoritmo de estimación

Para calcular el punto de maxima potencia se emplea el siguiente algoritmo el cual adquiere los datos de forma real, prosesandolos con la red neuronal y guardandolos en una base de datos, obteniendo como salida el ciclo de trabajo ideal.

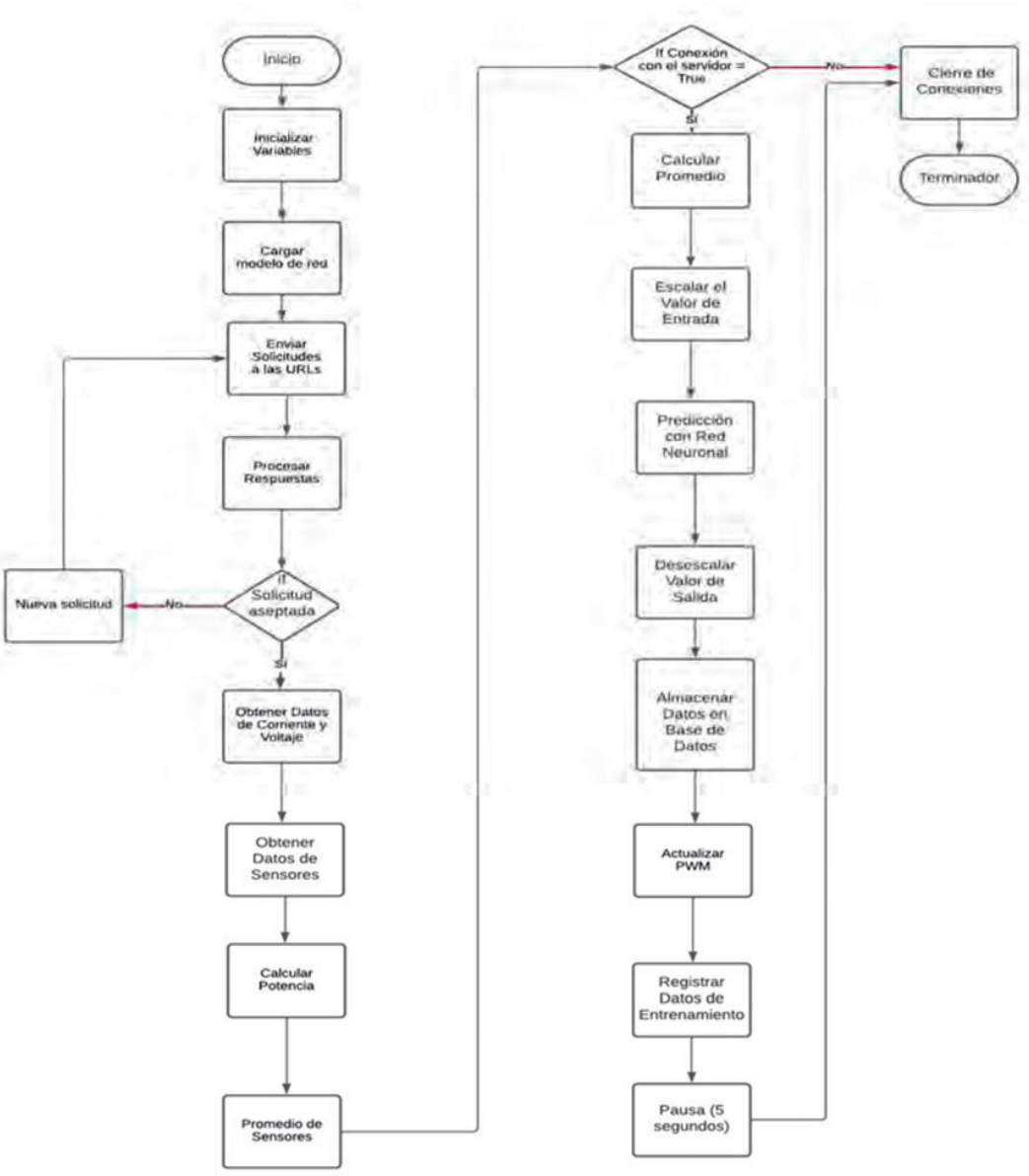


Figura 10 Puesta en marcha Fabricación de sensor de irradiancia

Se acondicionó el integrado CH340C y la ESP32-S2 el cual es esencial para diseñar y proponer un sensor de irradiancia y temperatura. El CH340C actúa como un intermediario que permite la comunicación serial bidireccional entre la ESP32-S2 y la computadora. Esto es fundamental para la transferencia de datos desde el sensor al sistema de monitoreo y análisis. El CH340C convierte los datos generados por la ESP32-S2 en un formato que puede ser interpretado por la computadora y viceversa, facilitando así la visualización y el almacenamiento de los datos recopilados.

Se diseñó una matriz de 16 fotorresistencias dispuestas en forma de divisor de voltaje para emular el comportamiento de un sensor de irradiancia con los componentes clave para la medición de irradiancia. Cada una de ellas está conectada al pin de tierra (GND) para establecer una referencia común, mientras que la otra resistencia se conecta al pin de voltaje

de la fuente (Vcc). Cuando la luz incide sobre las fotorresistencias, varía su resistencia eléctrica, provoca variaciones en la tensión medida en los puertos analógicos de la ESP32-S2.

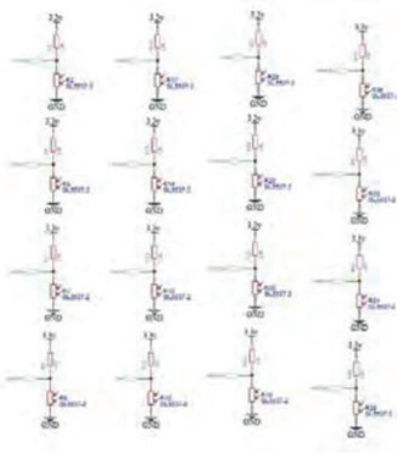


Figura 11 Diagrama electrónico de sensor de irradiancia Caracterización de sensor de irradiancia

Para llevar a cabo la caracterización del sensor de irradiancia y temperatura, se implementó un proceso de muestreo que abarcó varios días. Durante este periodo de tiempo, se realizaron mediciones de irradiancia y temperatura con una frecuencia de muestreo, tomando lecturas cada 3 minutos durante 12 horas donde el sensor de irradiancia se colocó en una posición especifica ligada a la inclinación de un panel solar y una orientación constante para garantizar mediciones reproducibles. Estas mediciones se llevaron a cabo utilizando un piranómetro comercial, lo que garantizó la validación y comparativa de los datos recolectados. La información obtenida de las mediciones de irradiancia y temperatura proporcionó un registro detallado de las condiciones ambientales a lo largo del tiempo de muestreo.

Figura 12 Lectura de irradiancia y temperatura

Simultáneamente, se registraron los valores con el sistema de adquisición de señales leídos por las fotorresistencias y los datos generados por el sensor de temperatura en sincronización con las mediciones de irradiancia y temperatura. Esto permitió crear un conjunto de datos completo que abarcó diversas condiciones lumínicas y térmicas de diferentes días y sombreados parciales.

Para esto fue necesario la creación de una interfaz gráfica desarrollada en Python la cual tenía como objetivo vincular los datos ingresados manualmente a través del teclado del equipo de cómputo con los datos adquiridos a través del sensor de irradiancia.

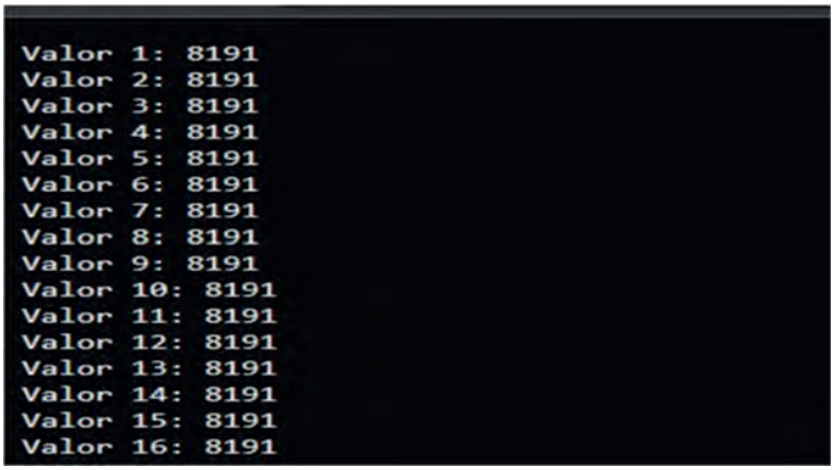


Figura 13 Interfaz gráfica para adquisición de datos

Es importante destacar que todos los valores obtenidos se almacenaron en una base de datos de Microsoft Access (Access) para facilitar su organización, análisis y posterior procesamiento. Esta base de datos sirvió como un repositorio centralizado que almacenó los datos y permitió su acceso y consulta de los mismos. La recopilación de datos a lo largo de varios días y su almacenamiento en una base de datos Access proporcionaron una base sólida para el entrenamiento de la red neuronal, lo que permitió obtener resultados reales bajo diversas condiciones para la aplicación del sensor en diferentes ambientes.

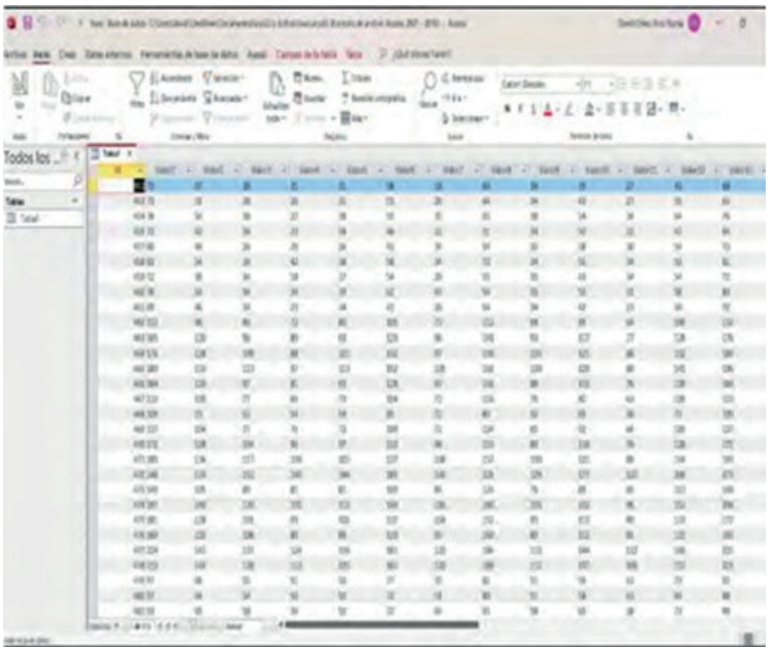


Figura 14 Base de datos Entrenamiento de la red neuronal

Una vez que se disponía de los datos, se procedió a llevar a cabo el entrenamiento de la red neuronal para llevar a cabo la caracterización del sensor de irradiancia. Esto se logró mediante la creación de un script en Python que permitía acceder y extraer los datos almacenados. De esta manera, se pudo construir un conjunto de datos con 16 entradas y otro con una salida, los cuales se utilizaron para entrenar la red neuronal.

La red neuronal que se describe en el código consta de varias partes, comenzando con la preparación de datos y luego la construcción de la arquitectura de la red. La red se compone de las siguientes partes:

Preparación de Datos:

input_data_scaled: Se crea una lista vacía que se utilizará para almacenar datos de entrada escalados.

Un bucle for se ejecuta 16 veces para procesar cada una de las 16 listas de datos de entrada en input_data y escalarlas dividiendo cada elemento de la lista por el valor máximo de la misma lista. Esto normaliza los datos de entrada para que estén en el rango de 0 a 1.

output_data_scaled: La variable de salida se normaliza dividiendo cada elemento de output_data por su valor máximo. Esto es necesario para asegurarse de que los datos de salida estén en el mismo rango de 0 a 1.

Creación de la Matriz de Entrada Combinada: Se utiliza np.column_stack para combinar las 16 listas de datos normalizados en combined_input_data. Esto da como resultado una matriz en la que cada columna representa una característica específica y cada fila corresponde a una instancia de entrada. La forma de esta matriz será (Número de Instancias, 16).

Construcción de la Red Neuronal: Se utiliza la biblioteca Keras para crear una red neuronal secuencial (Sequential). En una red secuencial, las capas se apilan secuencialmente.

Capa de Entrada: keras.layers.Dense(64, activation='relu', input_shape=(16,)): La primera capa es una capa densa (completamente conectada) con 64 neuronas y función de activación ReLU. Esta capa define la forma de entrada con 16 características. Cada neurona de esta capa está conectada a las 16 características de entrada.

Capa Oculta 1: keras.layers.Dense(64, activation='relu'): La segunda capa oculta también tiene 64 neuronas y utiliza ReLU como función de activación. No es necesario especificar la forma de entrada en esta capa, ya que se obtiene automáticamente de la capa anterior.

Capa Oculta 2: keras.layers.Dense(64, activation='relu'): La tercera capa oculta tiene 64 neuronas y utiliza ReLU como función de activación.

Capa de Salida: keras.layers.Dense(1): La última capa es la capa de salida con una sola neurona.

Compilación del Modelo: model.compile(optimizer='adam', loss='mse'): El modelo se compila utilizando el optimizador 'adam' y la función de pérdida 'mse' (Error Cuadrático Medio). Esto establece el método de optimización y la métrica a minimizar durante el entrenamiento.

Entrenamiento del Modelo: model.fit(combined_input_data, output_data_scaled, epochs=5000, verbose=0): La red se entrena con los datos de entrada combinados y los datos de salida normalizados durante 5000 épocas (iteraciones). verbose=0 significa que no se mostrarán mensajes durante el entrenamiento.

4 Resultados Experimentales

La incorporación de una red neuronal se basa en un modelo de regresión que toma datos de entrada con 16 características y produce una única salida continua. Durante el entrenamiento, se ajustan sus pesos y sesgos para minimizar el Error Cuadrático Medio y, por lo tanto, Luego de un riguroso proceso de entrenamiento, el modelo neural se encuentra óptimamente preparado para su utilización, asegurando un rendimiento muy aproximado al sensor comercial de irradiancia. A medida que se adentró en el proceso de aprendizaje, se evidenció un progreso gradual y constante basado en la cantidad de datos obtenidos a lo largo de diferentes periodos de tiempo de comportamiento real en los paneles solares, se evaluaron corrientes, voltajes, irradiancias y potencias de días convencionales, donde cada iteración del modelo lo acercaba más a la obtención de una representación precisa de los datos. Este proceso se ilustra en una gráfica que muestra cómo el modelo evoluciona con el tiempo.

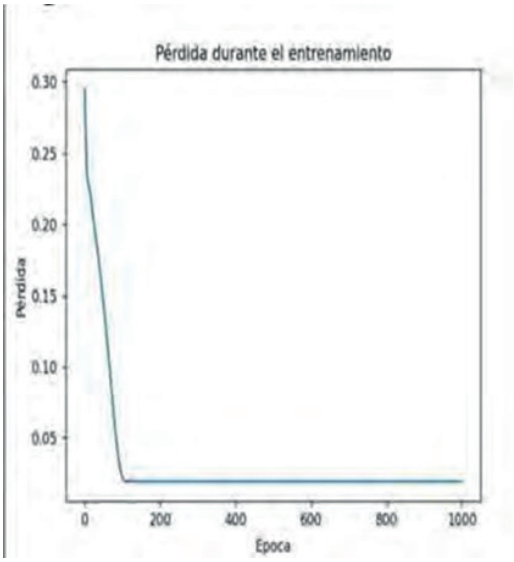


Figura 15 Perdida durante el entrenamiento

Para evaluar el rendimiento de la red neuronal, se llevaron a cabo pruebas con datos adicionales, obtenidos después del proceso de muestreo. En estas pruebas, se compararon los valores de irradiancia y temperatura del sensor con los del piranómetro de referencia. Los resultados obtenidos durante estas comparaciones validan la efectividad y precisión del modelo neuronal en la caracterización del sensor, mostrando una coherencia notable entre las mediciones del sensor y las del piranómetro de referencia, la siguiente grafica muestra los resultados donde la línea naranja muestra en sensor construido y la azul es el piranómetro.

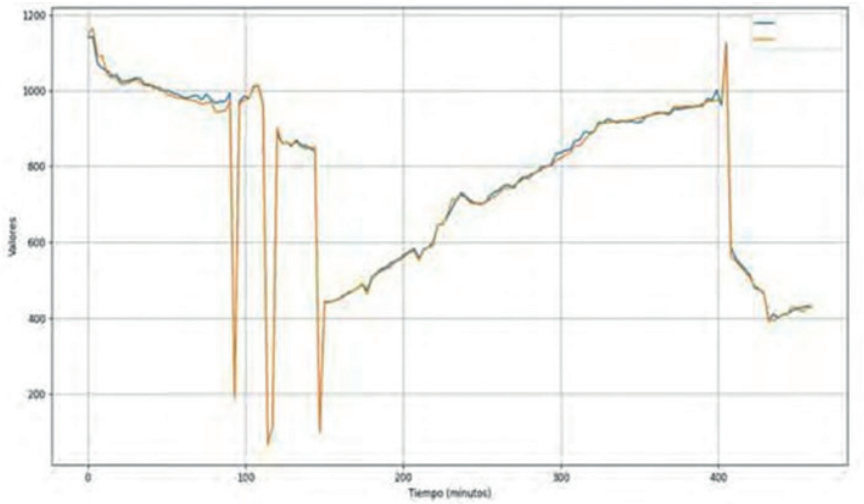


Figura 16 Comparación entre piranómetro y sensor propio

Se ha desarrollado un conversor reductor Buck con el objetivo de transformar la salida del arreglo de paneles solares, que genera una tensión de 60V, a un nivel de 12V. Este proceso implicó el diseño del circuito utilizando la plataforma EasyEDA, seguido de la construcción y ensamblaje del dispositivo. A lo largo de este proyecto, se han aplicado conocimientos en eléctrica y electrónica para lograr una conversión eficiente de voltaje.

En la tala a continuación se muestran los valores requeridos para este convertidor:

Inductor	5 µH
Capacitor	400 µF 400 V
Diodo	MUR3040
Dispositivo de switcheo	IrFP25N

Tabla 1 Dispositivos del convertidor BUCK

En la imagen a continuación se muestra el diagrama electrónico completo del convertidor Buck diseñado en el software de diseño EasyEda

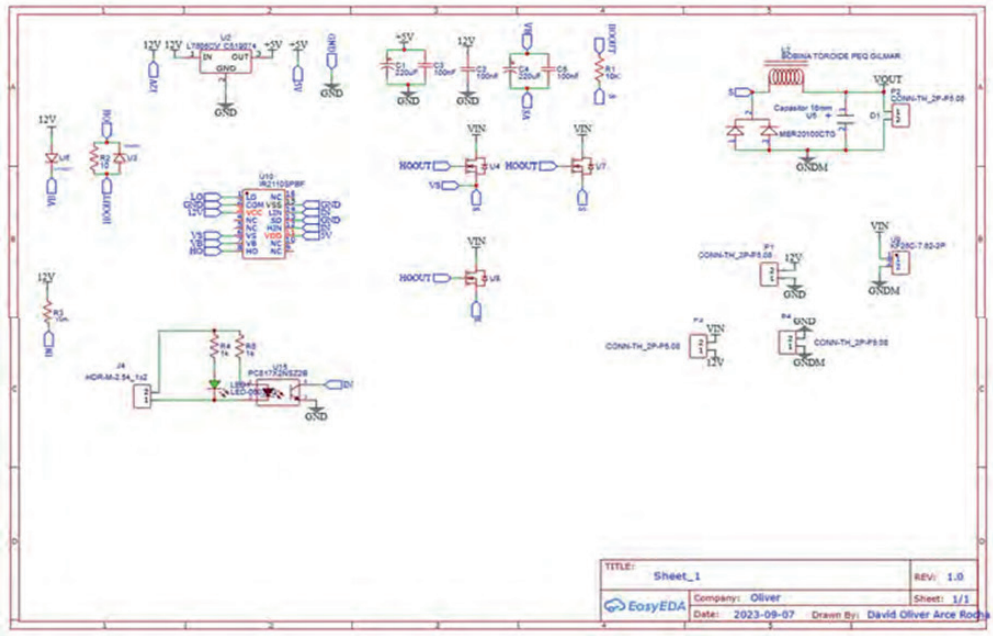


Figura 17 Diagrama electrónico del convertidor

La fabricación de una tarjeta que mide la corriente y el voltaje de entrada y salida, además de permitir el control a través de PWM, es un proceso que involucra varios pasos y elementos clave en la electrónica y la programación. Esta tarjeta se convierte en un instrumento valioso en aplicaciones que requieren un control y seguimiento preciso de la energía eléctrica. La elección de las resistencias en los divisores de voltaje se basa en los valores deseados de voltaje de entrada, en este caso, 12V y 60V. Cada componente es cuidadosamente seleccionado para asegurar mediciones exactas y confiables.

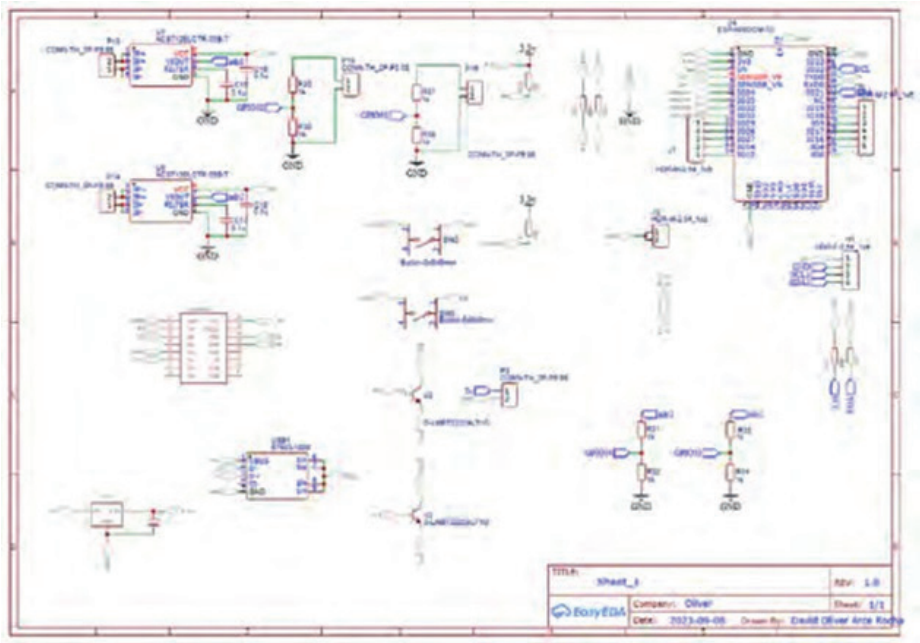


Figura 18 Diagrama electrónico de tarjeta de control

Conexión de los Paneles Solares: Inicialmente, se interconectaron los dos paneles solares en serie, lo que resultó en la generación de un voltaje total de 40 voltios. Este paso es fundamental para configurar el sistema de manera similar a un escenario de energía solar real.

Conexión al Controlador: El conjunto resultante de paneles solares se conectó al controlador correspondiente, el cual a su vez se enlazó a una carga resistiva de 10 ohmios. Este conjunto representa un entorno de prueba representativo de la realidad.

Inicialización del Servidor y del Algoritmo en Python: Para registrar y gestionar las lecturas obtenidas, se procedió a la inicialización del servidor y el algoritmo en Python. Estos elementos desempeñan un papel clave en la recopilación de datos.

Inicio del Ciclo de Trabajo Ascendente: El servidor generó un ciclo de trabajo ascendente, lo que implicó una variación gradual del voltaje de salida del controlador. Esta técnica es esencial para explorar diferentes niveles de potencia.

Inicio del Barrido y Registro de Valores: Se dio inicio al barrido de los valores, y el algoritmo comenzó a registrar meticulosamente las lecturas obtenidas durante el proceso. Este paso se llevó a cabo con el fin de obtener datos precisos que representen el desempeño del sistema en condiciones variables.

Evaluación y Representación Gráfica: Una vez completado el registro de datos, se procedió a la evaluación de los valores obtenidos. Estos datos se representaron gráficamente para permitir un análisis visual y verificar la coherencia de los resultados.

La realización de esta prueba en un entorno lo más cercano posible a situaciones reales permitió obtener información valiosa acerca de cómo el sistema responde en condiciones de sombreado parcial, y posibilitó la identificación del punto óptimo de máxima potencia.

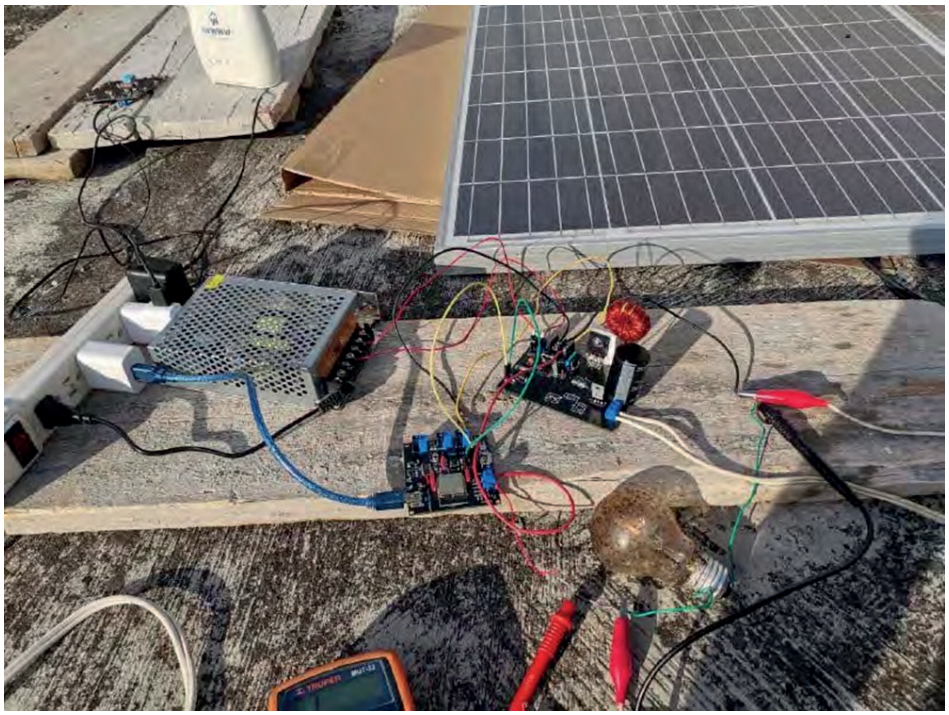


Figura 19 Montaje del sistema físico

Caso 1:

En esta instancia, se dispusieron los paneles solares en una configuración donde un obstáculo arrojara una sombra sobre una sección de uno de los paneles solares. Este escenario se diseñó específicamente para simular un sombreado parcial, lo cual tiene un impacto directo en la incidencia de la luz solar y resulta en variaciones significativas en las irradiancias que llegan a las distintas secciones de los paneles solares. Esta variabilidad en la cantidad de luz que incide en las diferentes áreas de los paneles solares puede desencadenar una gama de respuestas y desafíos en el sistema.

Figura 20 Arreglo de paneles caso 1

En esta gráfica, se puede identificar de manera clara y evidente el impacto del sombreado parcial en los paneles solares. Esta situación se traduce en la presencia de múltiples puntos de máxima potencia como puntos locales (LMPP), uno en cada panel solar, denominados "puntos de máxima potencia locales". Además, se destaca la presencia de un "punto de máxima potencia global" (GMPP), que representa el factor de operación ideal para lograr el máximo rendimiento del sistema en su conjunto.

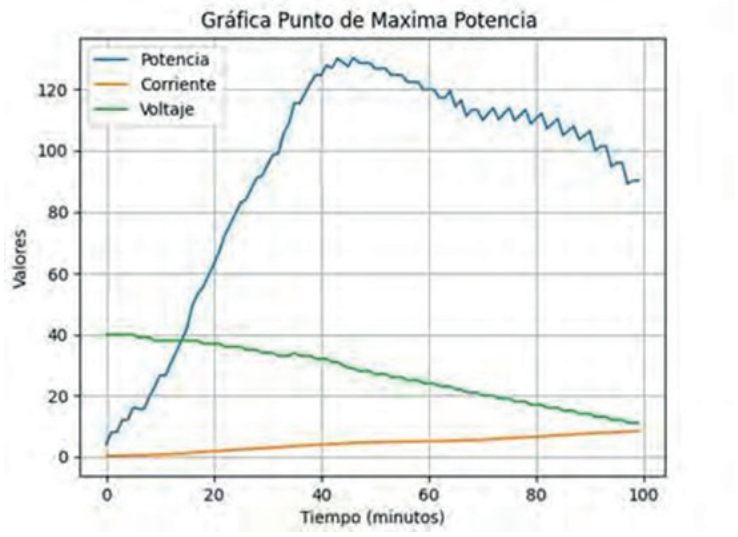


Figura 21 Grafica de punto de máxima potencia caso 1

Este análisis revela la importancia de comprender cómo las condiciones de sombreado parcial pueden influir en la operación de los paneles solares y, por ende, en el rendimiento general del sistema. La identificación de estos puntos de máxima potencia locales y globales es esencial para optimizar la eficiencia de la generación de energía en situaciones donde el sombreado parcial es una consideración clave.

5 Conclusiones y direcciones para futuras investigaciones

En primer lugar, es evidente que el uso de Python y las redes neuronales representa una herramienta poderosa en la resolución de problemas, particularmente en el contexto de la eficiencia en la gestión de energía. La aplicación de algoritmos de redes neuronales en este proyecto demostró ser altamente efectiva para estimar y controlar variables críticas, como la irradiancia y la temperatura. Esta combinación de Python y redes neuronales permite una toma de decisiones más precisa y en tiempo real, lo que es esencial para maximizar la eficiencia de los sistemas de energía solar.

Otra conclusión relevante es la efectividad del uso de una FPGA (Field-Programmable Gate Array) en el control del controlador. La FPGA se destaca por su rapidez y, sobre todo, por su fiabilidad en la generación de señales PWM, un componente crítico en la regulación de sistemas de energía solar. La FPGA garantiza una precisión y estabilidad notables en la entrega de señales, lo que contribuye significativamente al rendimiento y a la eficiencia del controlador en condiciones variables.

Además, se destaca la versatilidad de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICS) en la implementación de sistemas de monitoreo remoto. La capacidad de acceder y analizar datos de manera remota a través de plataformas digitales ha simplificado en gran medida la investigación y el análisis de variables críticas en este proyecto. Esto no solo ahorra tiempo, sino que también permite una gestión más eficaz y un análisis en tiempo real de los datos, lo que es esencial para el funcionamiento óptimo de los sistemas de energía solar.

Expresiones de gratitud. Agradecemos al Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán por la disposición al acceso, materiales y equipo de laboratorio.

Referencias

[1] Y. L. y. H. W. M. Zhang, Artificial Neural Networks for Solar Energy Production Prediction, 2017.

[2] H. C. y. X. W. J. Li, Real-time Monitoring System for Solar Panel Efficiency Optimization, 2019.

[3] «International Enery Aency,» *Renewales 2021 Anaysis* .

[4] I. R. E. Agency, Renewable Capacity Statistics 2020, 2020.

[5] J. C. Schallenberg Rodríguez, G. Piernavieja Izquierdo, C. Hernández Rodríguez, P. Unamunzaga Falcón, R. García Déniz, M. DíazTorres, D. Cabrera Pérez, G. Martel Rodríguez, J. Pardilla Fariña y V. Subiela Ortin, Energías renovables y eficiencia energética, InstitutoTecnológico de Canarias, S.A, 2008.

[6] M. Alonso Abella, «Energía Solar Fotovoltáica y Mercado Energético,» *Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas de Madrid,* 2006.

[7] M. A. Abella, «Dimensionado de Sistemas Fotovoltaicos Autónomos,» *Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas de Madrid,* 2010.

[8] SMA Solar Technology AG, «Funcionamiento eficiente de instalaciones fotovoltaicas parcialmente sombreadas con OptiTrac Global Peak,» 2012.

[9] S. Mourad y P. Chan, Digital Design Using Field Programmable Gate Arrays, Prentice Hall, 2002.

Capítulo 42

Sistema de Monitoreo de Irradiancia y Temperatura para sistemas fotovoltaicos utilizando IA e IOT

Ricardo Mendoza Hernández [1], Saúl Iturbe Mejía [1],
Jorge Edmundo Mastache Mastache[1,2], Jesús Namigtle Jiménez[1,2]

[1] Universidad De Ixtlahuaca CUI - Carretera Ixtlahuaca-Jiquipilco KM 1, C.P. 50740
Ixtlahuaca de Rayón, Estado de México. 7122831012 - mastache@uicui.edu.mx

[2] TECNM/Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán, Carretera Toluca-Atlacomulco KM 44.8 Ejido de San Juan y, San Agustin C.P. 50700
7222528568 – jorge.mastache@tesjo.edu.mx.

Resumen. El proyecto consiste en la elaboración de un sistema para el monitoreo de irradiancia y temperatura que incide en los sistemas fotovoltaicos, utilizando herramientas tecnológicas como la IoT. Este proyecto implica el monitoreo en tiempo real de la irradiancia y temperatura en tiempo real. El sistema funciona esencialmente como un radiómetro, donde se recopilan datos mediante un conjunto de fotorresistencias acopladas en una matriz. Estos datos se recolectan y procesan mediante un microcontrolador ESP32-S2-DevKitM-1, que utiliza un protocolo de comunicación Wifi para enviar la información a una página web creada en HTML. Posteriormente se desarrolló una red neuronal implementada en Python se entrena como un radiómetro para interpretar los valores de la página web y proporcionar lecturas de irradiancia y temperatura en tiempo real. Finalmente, se realiza el envío de datos a la nube, donde graficamos la irradiancia utilizando la plataforma ThingSpeak, la cual aprovecha la IoT para la lectura, almacenamiento y análisis de datos.

Palabras Clave: Irradiancia, Monitoreo, Temperatura, IoT (Internet de las cosas)

1 Introducción

En el contexto actual de la tecnología y la innovación, existe una creciente demanda de dispositivos siempre conectados, lo cual genera una considerable demanda de energía en la tensión de línea. Por ello, la incorporación de sistemas de recuperación de energía limpia se ha vuelto esencial. En este ámbito, el monitoreo en tiempo real de variables ambientales es crucial para dimensionar adecuadamente los convertidores asociados. En los sistemas fotovoltaicos, factores como la irradiancia solar y la temperatura juegan un papel fundamental en la generación de energía mediante paneles solares.

En este sentido, la combinación de herramientas tecnológicas avanzadas, como la Internet de las Cosas (IoT) y las redes neuronales de inteligencia artificial (IA), ha abierto nuevas posibilidades para el desarrollo de sistemas de monitoreo eficientes y precisos. Estos sistemas, accesibles en entornos de laboratorio, permiten un manejo óptimo de los datos, facilitando la implementación de soluciones innovadoras en la gestión energética. [3]

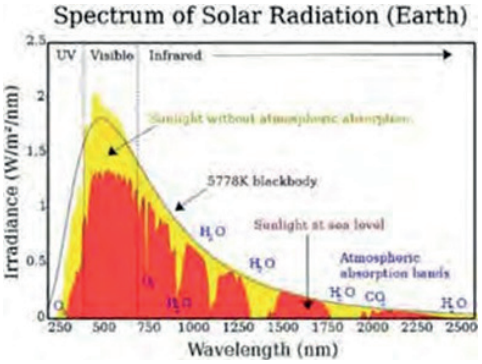


Fig. 1. Espectro de irradiación solar sobre la atmósfera.

Este artículo presenta una visión detallada de un proyecto que combina tecnologías de la información de vanguardia para el monitoreo de variables ambientales y algoritmos de predicción basados en redes neuronales. Se destaca su potencial para impulsar el avance en áreas con sistemas aislados, como la agricultura de precisión, la gestión energética y la monitorización ambiental.

2 Estado del arte

El monitoreo de irradiancia y temperatura mediante sistemas físicos ha sido objeto de investigación en estaciones meteorológicas. Convencionalmente se utilizan sensores robustos basados en celdas solares y en este trabajo se planteó emular el comportamiento de estos medidores comerciales utilizando fotorresistencias como sensores de irradiancia, las cuales han permitido la recopilación precisa de datos en tiempo real a través de un sistema microcontrolador de IOT. La integración de microcontroladores como el ESP32-S2-DevKitM-1, junto con protocolos Wifi, ha facilitado la adquisición y transmisión de los datos digitales a las plataformas con almacenamiento en la nube. El análisis de datos mediante algoritmos de aprendizaje automático ha mejorado la interpretación de los datos recolectados, proporcionando una visión detallada de las condiciones ambientales. [1]

3 Metodología:

A continuación, se muestra el diagrama esquemático del sistema de monitoreo el cual se desarrollo en diferentes fases, separando cada etapa según su operatividad y seccionado en diferentes módulos para ser intercambiables en caso de ser necesario.

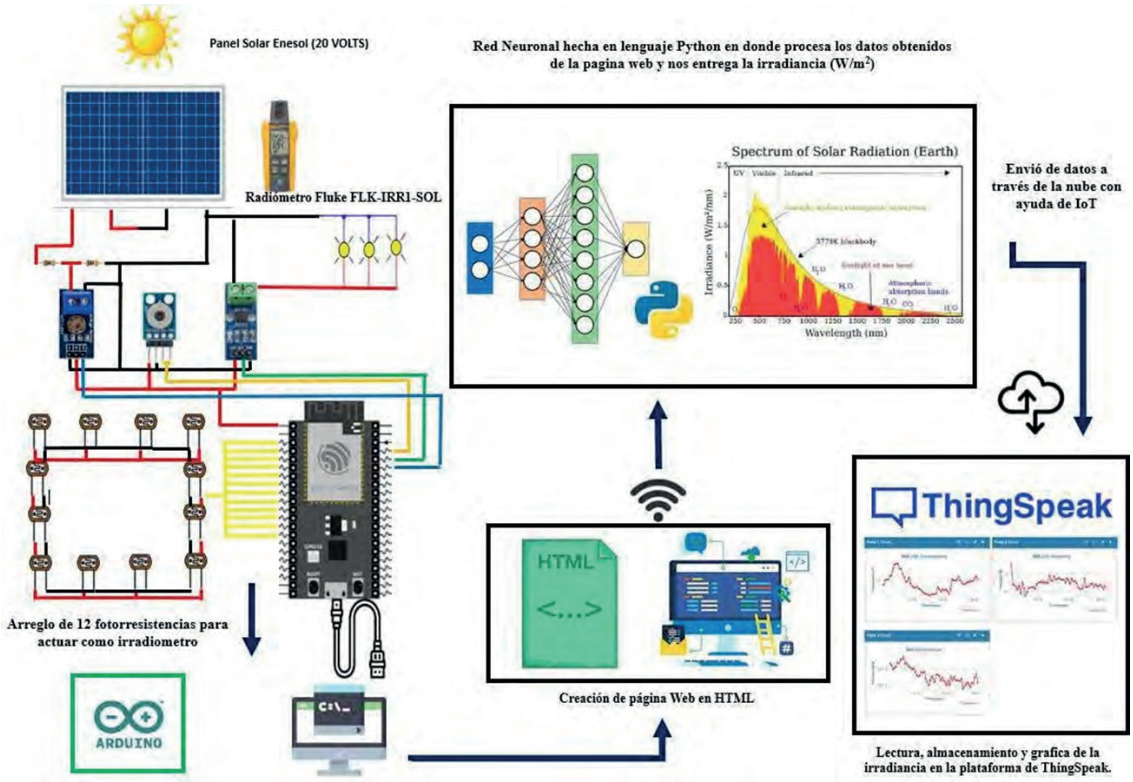


Fig. 2. Sistema esquemático de monitoreo de irradiancia y temperatura

Recolección de datos

La primera fase consistió recolectar datos, donde se desarrolló a través de una matriz de transductores de señal nuestro propio radiómetro utilizando 12 fotorresistencias interconectadas entre sí. Estas fotorresistencias generan valores de voltaje que varían según la cantidad de luz incidente que reciben. Los valores de voltaje se envían a los puertos analógicos de nuestro ESP32-S2-DevKitM-1 los cuales podemos leer interpretando los valores analógicos como datos digitales generados por las fotorresistencias y observar su comportamiento cada minuto imprimiendo estos valores en intervalos regulares para su análisis durante el testeo. Además, nuestro radiómetro cuenta con un sistema de monitoreo de voltaje, corriente y temperatura gracias a diferentes módulos de efecto HALL y modulo ADC adaptados en el mismo dispositivo, que se complementan con el sistema de fotorresistencias y el ESP32-S2-DevKitM-1.

Simultáneamente, se llevó a cabo el testeo en comparativa con un radiómetro comercial Fluke FLK-IRR11-SOL, el cual proporciona valores de irradiancia en W/m² y temperatura en °C en tiempo real. Para ello, realizamos mediciones cada 5 minutos y registramos los datos correspondientes. Posteriormente, comparamos estos datos con los obtenidos por nuestro sistema de monitoreo en tiempo real, analizando el comportamiento de ambos dispositivos en relación con la irradiancia y la temperatura. Los resultados son representados gráficamente para una mejor visualización y comparación. [2]

Fig. 3. Sistema físico de monitoreo de irradiancia y temperatura

Programación en Arduino

La segunda fase fue la programación en Arduino consistió básicamente en la lectura de los pines analógicos del ESP32, donde llegarán los valores de las fotorresistencias. Una vez obtenidos estos valores, calculamos la media entre todos ellos. Posteriormente, a través del protocolo de comunicación Wifi, enviamos este dato a nuestra página web, creada en HTML, con la cual trabajaremos más adelante.

Página web en HTML

Se desarrolló una página web que fue creada con HTML, siguiendo la misma estructura que el programa de Arduino para la recolección y envío de datos a la página web. Utilizamos el mismo servidor de nuestra computadora conectado a internet e implementamos una interfaz definida en nuestro código HTML, en donde esta interfaz recibe los datos de forma remota desde el ESP32 en tiempo real.

IA Red Neuronal Utilizando lenguaje Python

La red neuronal se desarrolló utilizando Python, empleando la herramienta Tensorflow como una librería para inteligencia artificial y Numpy para manipular arreglos numéricos y con esto lograr la aproximación de comportamiento del sistema de monitoreo de irradiancia y temperatura. Se creo un arreglo de números de entrada que contiene la media de las 12 fotorresistencias tomadas durante 3 días de muestreo. Luego, se generó otro arreglo con los resultados de la medición de la irradiancia en W/m2. Estos ejemplos son los datos de entrada que la red utilizará para aprender. Se optó por el framework Keras para construir una red neuronal simple con dos capas. Una vez el modelo ha sido entrenado, la red recibe los valores proporcionados por la página web, los procesa y devuelve la conversión en W/m2. Cabe destacar que el comportamiento de nuestra red neuronal actuará como un modelo de aprendizaje automático, mejorando conforme se proporcionen más datos y se perfeccione el modelo de entrenamiento. De esta manera, se podrá desarrollar un modelo capaz de estimar o predecir con precisión la irradiancia, beneficiando tanto este proyecto como futuros trabajos relacionados.

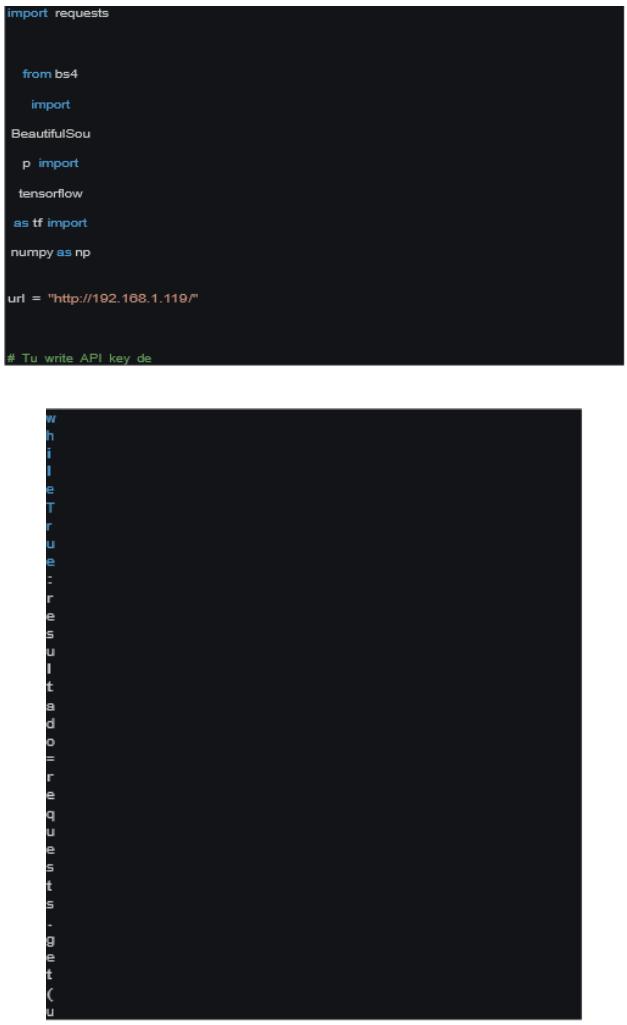


Fig. 4. Interfaz del software Visual Studio Code en donde se realizó la Red Neuronal

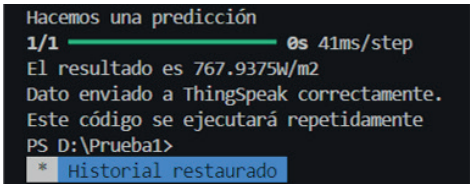


Fig. 5. Terminal de salida donde se visualiza la irradiancia obtenida

Envío de datos a la nube mediante ThingSpeak

Finalmente, pasamos al envío de datos a la nube. Una vez obtenido el valor de irradiancia gracias a nuestra red neuronal, procedemos a enviar dicho dato de forma remota a la plataforma de ThingSpeak. Esta plataforma nos permite observar el comportamiento de nuestra irradiancia en tiempo real, capturando, almacenando y graficando nuestros datos mientras los guardamos en la nube. Utilizamos los protocolos IoT que nos proporciona este software en línea para una mejor aplicación de herramientas tecnológicas. [5]

Fig. 6. Plataforma de ThingSpeak para el envió de datos a la nube

Sistema de predicción de irradiancia con IA

Con los datos obtenidos de la irradiancia, se planea desarrollar un sistema de predicción de irradiancia con IA en la zona norte del Estado de México. Esto será posible gracias a los diversos datos capturados por la red neuronal y los diferentes filtros aplicados anteriormente. A medida que se recopilen más datos, se podrá crear un modelo de predicción que indique el comportamiento de la irradiancia bajo diferentes condiciones climáticas, como en días despejados y parcialmente nublados. Además, se podrá observar cómo la red neuronal, a través de los datos recolectados y el entrenamiento, puede desarrollar un modelo predictivo eficaz. Este modelo permitirá predecir la irradiancia en la zona norte del Estado de México con mayor precisión, mejorando la detección y el análisis de esta variable. Este sistema no solo será útil para el proyecto actual, sino que también podrá aplicarse en futuros trabajos y estudios relacionados. [3]

Resultados Experimentales

Dentro de nuestros resultados experimentales, presentaremos las simulaciones obtenidas de nuestro sistema de monitoreo con respecto a la irradiancia y la temperatura, utilizando el software PSIM el cual es un software que emula el comportamiento de un circuito electrónico de potencia y cuenta con un módulo solar para representar la irradiancia y temperatura en un panel. Asimismo, mostraremos los resultados obtenidos de nuestro radiómetro, los

cuales podremos graficar utilizando la plataforma de Origin. Estas gráficas representarán los resultados de sensado de Irradiancia vs Tiempo y Temperatura vs Tiempo. Es importante destacar que estas mediciones se realizaron en tres días distintos para observar su comportamiento.

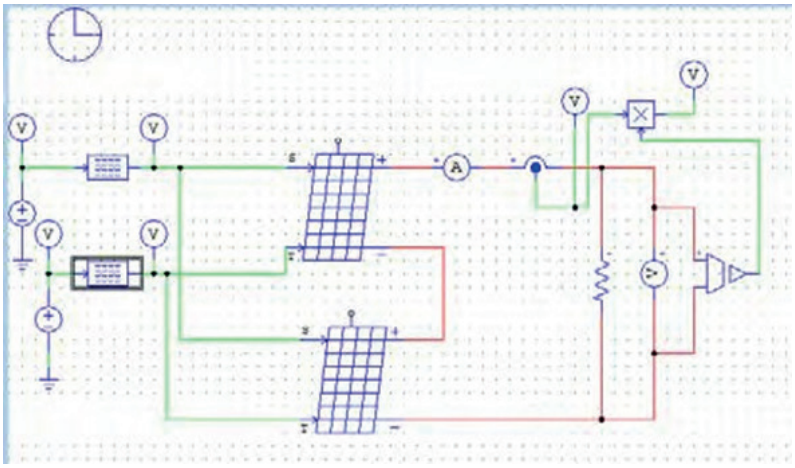


Fig. 7. *Simulación Del Sistema De monitoreo de Irradiancia y Temperatura*

Caso 1 (Día 1):

El primer censo se llevó a cabo el jueves 8 de febrero de 2024, comenzando a las 07:30 de la mañana y concluyendo a las 18:30 horas, aproximadamente, momento en el que el sol empieza a ocultarse y la irradiancia alcanza 0 W/m². Durante este período, el clima registró una temperatura máxima de 38.1°C y una mínima de 5.7°C. Además, se observó una irradiancia máxima de 1047 W/m². Estas condiciones fueron propicias para nuestro censo, ya que predominó un cielo despejado la mayor parte del tiempo, lo que garantizó un registro de datos sin interferencias ni perturbaciones.

El censo se llevó a cabo cada 5 minutos para recopilar los datos en tiempo real, permitiendo así una observación continua y precisa de su comportamiento.

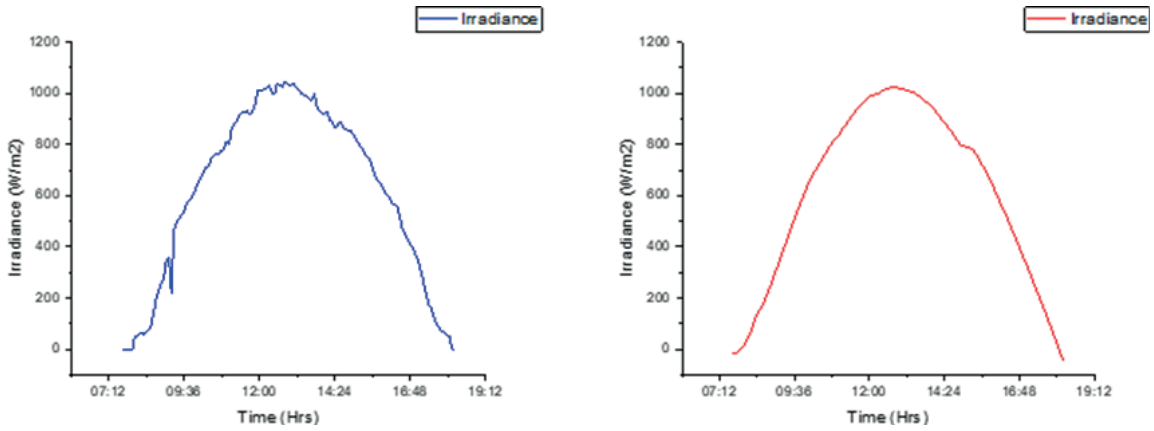


Fig. 8. Irradiancia Sensada

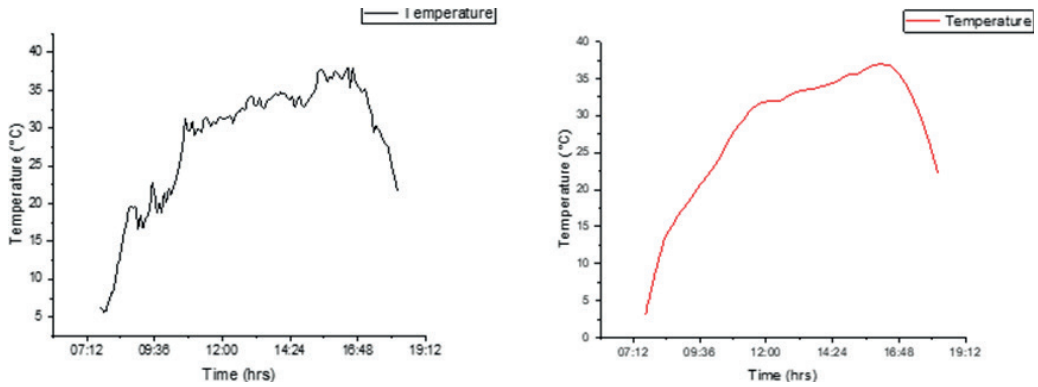


Fig. 9. Temperatura Sensada

Durante este día, la irradiancia se mantuvo de manera continua, con muy pocas alteraciones en la señal. Se observó una irradiancia estable al inicio del día, la cual fue aumentando gradualmente a medida que avanzaba el tiempo. Este aumento se puede apreciar claramente en la gráfica, coincidiendo con un cielo despejado. La irradiancia alcanzó su punto máximo alrededor de las 12:48 horas, llegando a aproximadamente 1047 W/m². Este patrón de comportamiento generó una curva de tipo campana de Gauss, característica de la irradiancia típica en un día

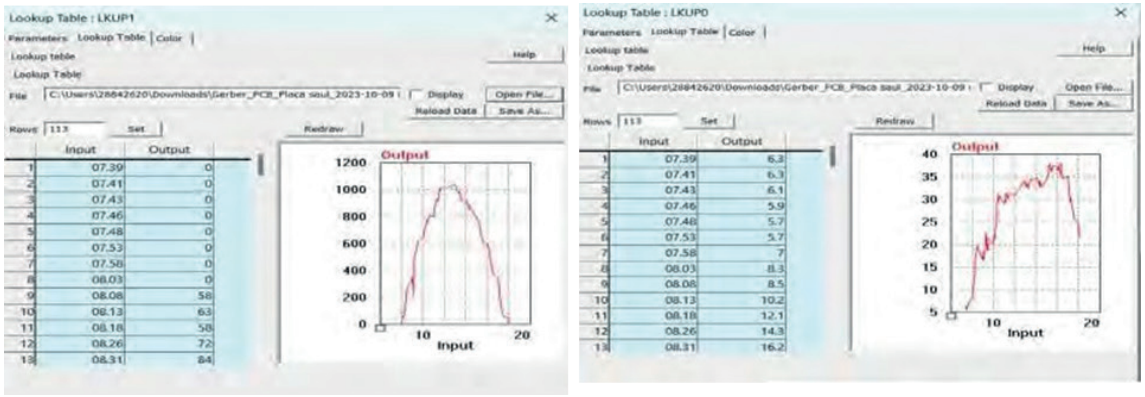


Fig. 10. Irradiancia y temperatura simulada PSIM

Caso 2 (Día 2):

El segundo caso de sensado se llevó a cabo el lunes 12 de febrero de 2024, comenzando a las 8:00 de la mañana. En este día en particular, se observaron cambios significativos en la temperatura debido a la presencia intermitente de nubes a lo largo del tiempo. Estas condiciones climáticas generaron un testeo no lineal y resultaron en discrepancias entre las gráficas de irradiancia y temperatura, así como variaciones en las señales registradas. A lo largo del día, no se experimentó un período prolongado sin nubes, lo que impactó en la calidad de los datos recopilados. Sin embargo, el objetivo era observar el comportamiento de estos parámetros en un escenario donde el clima no estuviera completamente despejado, con el fin de evaluar cómo se podrían obtener los datos deseados tanto de irradiancia como de temperatura en condiciones climáticas menos favorables.

El testeo de este día concluyó a las 6:00 de la tarde, momento en el cual la luz solar empezó a disminuir debido al clima nublado, lo que impactó en la irradiancia y temperatura registradas. Durante el día, se experimentó un clima con una temperatura máxima de 30.5 °C y una mínima de 12.1 °C. Además, se registró una irradiancia máxima de 1399 W/m². Es importante destacar que a lo largo del día se presentaron numerosas ráfagas de viento, lo que provocó una disminución en la irradiancia en ciertos momentos.

El sensado se llevó a cabo cada 5 minutos para registrar los datos en tiempo real, permitiendo así una observación continua y precisa del comportamiento de los parámetros medidos a lo largo del día.

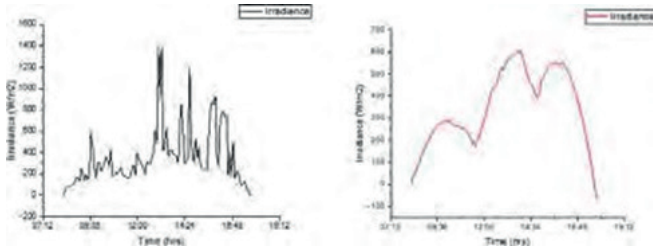


Fig. 11. Irradiancia Sensada

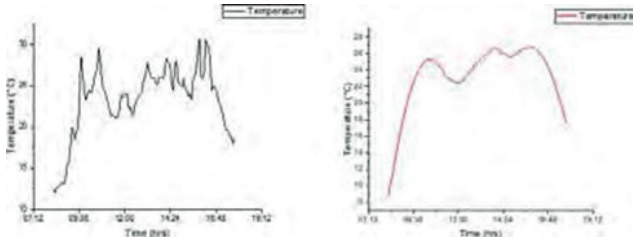


Fig. 12. Temperatura Sensada Caso 3 (Día 3):

El tercer sensado se llevó a cabo el martes 20 de febrero de 2024, desde las 07:30 de la mañana hasta aproximadamente las 18:30 horas, momento en el cual la irradiancia indicaba 0 W/m², coincidiendo con la puesta del sol. Durante este período, se experimentó un clima con una temperatura máxima de 36.8°C y una mínima de 9.3°C. Además, se registró una irradiancia máxima de 1101 W/m². Estas condiciones climáticas propiciaron un día adecuado para nuestro sensado, ya que predominó un cielo completamente despejado la mayor parte del tiempo, lo que facilitó el registro de datos sin alteraciones ni perturbaciones. El sensado se realizó cada 5 minutos para recopilar los datos en tiempo real, lo que nos permitió observar el comportamiento de manera continua y precisa a lo largo del día.

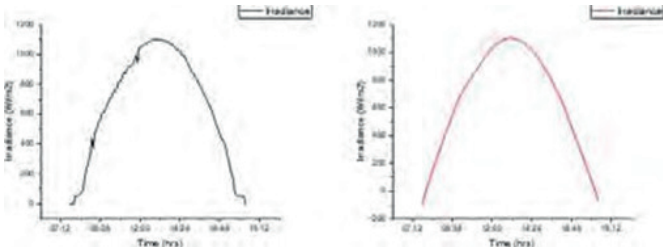


Fig. 13. Irradiancia Sensada

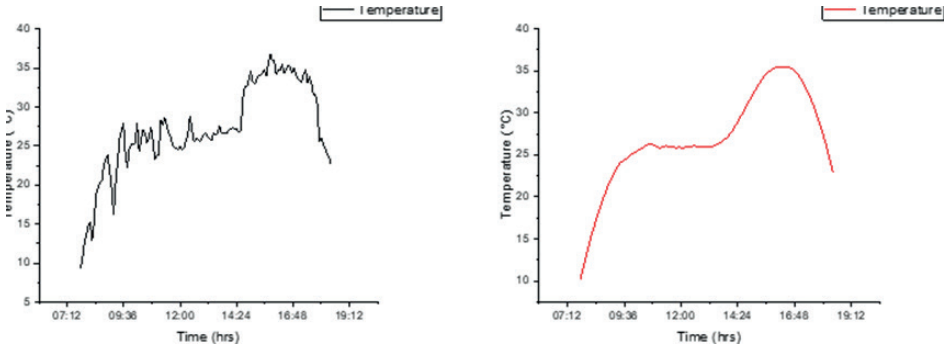


Fig. 14. Temperatura Sensada

4 Conclusiones y direcciones para futuras investigaciones

El proyecto de monitoreo de irradiancia y temperatura ha demostrado ser una herramienta efectiva para recopilar datos ambientales en tiempo real. Mediante el uso de tecnologías como fotorresistencias, microcontroladores ESP32 y protocolos de comunicación Wifi, pudimos desarrollar un sistema capaz de capturar, procesar y transmitir información de manera eficiente. La integración de una red neuronal para analizar los datos y la visualización de resultados utilizando software especializado nos permitió obtener una comprensión detallada del comportamiento de la irradiancia y la temperatura en diferentes condiciones. Este enfoque proporciona una base sólida para desarrollar un sistema predictivo de irradiancia solar en la zona norte del Estado de México. Esto permitirá determinar la irradiancia en días soleados, parcialmente nublados o nublados. Además, esta información será útil para futuras investigaciones con paneles solares.

Expresiones de gratitud. Agradecemos a la Universidad de Ixtlahuaca CUI por la disposición al acceso, materiales y equipo de laboratorio.

Referencias

[1] C. R. Ancajima. Diseño, construcción y calibración de un medidor de radiación solar. Piura: Universidad Nacional de Piura, 2020.

[2] R. E. Ávila. Diseño e implementación de un medidor de irradiancia solar con registro de datos basados. Huancayo: Universidad Continental, 2021.

[3] K. R. Jaramillo. Diseño e implementación de una red de sensores para el monitoreo de los niveles de radiación solar en la ciudad de Loja. Sangolquí: Scielo, 2020.

[4] S. Poma. Diseño y construcción de medidor de radiación con seguimiento solar y registro de datos. Huancayo: UNCP, 2018.

[5] C. Sánchez. Sistema de monitorio de la radiación solar en línea y adquisición de datos. Bogotá: UTS, 2020.

Capítulo 43

Uso de m-Salud en Nutrición Infantil

Soto-Blanquel Maria Alejandra [1] Nava-Razon Tonatiuh Guadalupe [2]
Villalpando-Davalos Victoria [3] López-Sandoval Joanna Jazmín[4]

[1] Universidad de Guadalajara- Campus CUCEA, Periférico Norte N° 799
Núcleo Universitario, C. Prol. Belenes, 45100 Zapopan, Jal. México
maria.soto2606@alumnos.udg.mx

[2] Universidad de Guadalajara- Campus CUCEA, Periférico Norte N° 799
Núcleo Universitario, C. Prol. Belenes, 45100 Zapopan, Jal. México
tonatiuh.nava@academicos.udg.mx

[3] Hospital Civil de Guadalajara "Fray Antonio Alcalde", Coronel Calderón Nº 777,
44200 Guadalajara, Jal. México villalpandovicky@gmail.com

[4] Hospital Civil de Guadalajara "Fray Antonio Alcalde", Coronel Calderón Nº 777,
44200 Guadalajara, Jal. México jjlopez@hcg.gob.mx

Resumen. El desarrollo de aplicaciones móviles en salud, ha ido en expansión, algunas están diseñadas tanto para profesionales de la salud como para los cuidadores principales. El objetivo de este trabajo, es identificar los recursos desarrollados sobre salud móvil enfocados en nutrición infantil. Metodología: Se realizó una búsqueda sistemática de literatura en bases de datos electrónicas que incluyeron PubMed, Web of Science, ScienceDirect y Google Scholar. Resultados: 41 artículos cumplieron con los criterios de inclusión. Los temas principales de las aplicaciones fueron: educación alimentaria, intervención y prevención de obesidad, monitoreo de crecimiento y peso, registro de alimentos y estimación de peso. Conclusiones: existe un impacto significativo del uso de las aplicaciones, principalmente en educación alimentaria enfocadas a la lactancia materna. Existe un variado desarrollo de estrategias para abordar la obesidad, demuestran un futuro prometedor para su tratamiento. El monitoreo del crecimiento puede identificar de manera preventiva alteraciones del estado nutricional a largo plazo. Existe una gran preocupación por parte del profesional de salud al no existir reglamentos legales, pautas o políticas uniformes sobre el desarrollo de aplicaciones móviles en nutrición infantil.

Palabras Clave: m-salud, nutrición infantil, móvil app.

Abstract - The development of mobile health applications has been expanding; some are designed for health professionals and primary caregivers. The objective of this paper is to identify the resources developed on mobile health focused on infant nutrition. Methodology: A systematic literature search was performed in electronic databases that included PubMed, Web of Science, ScienceDirect, and Google Scholar. Results: 41 papers met the inclusion criteria. The main topics of the applications were: food education, obesity intervention and prevention, growth and weight monitoring, food recording and weight estimation. Conclusions: there is a significant impact of the use of applications, mainly in food

education focused on breastfeeding. There is a varied development of strategies to address obesity, showing a promising future for its treatment. Growth monitoring can preventively identify alterations in long-term nutritional status. The health professionals are concern as there are no legal regulations, guidelines or uniform policies on the development of mobile applications in child nutrition.

Keywords: m-health, infant nutrition, mobile app.

1 Introducción

La tecnología móvil ha evolucionado de manera exponencial en los últimos años, esto implica el uso de servicios de mensajería instantánea, el desarrollo de una gran variedad de aplicaciones para teléfonos inteligentes y plataformas en línea; por lo que han surgido diferentes conceptos, como salud móvil o m-salud (m-health, en inglés), la cual se define como el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones a través de dispositivos móviles, dispositivos de control y dispositivos inalámbricos. Un área que ha sido beneficiada es el campo de la salud, en servicios de atención médica, vigilancia de salud, literatura, conocimiento e investigación [1], [2].

El uso de la m-salud por medio de aplicaciones móviles, son apreciados porque son fácilmente accesibles, aceptables y en caso de ser necesario, capaces de apoyar los esfuerzos de distanciamiento social. El desarrollo de aplicaciones en salud, están diseñadas tanto para profesionales de la salud, como para el paciente; pueden cubrir una amplia gama de conocimientos clínicos y otras pueden adaptarse a enfermedades/trastornos específicos [2].

El objetivo de este trabajo, es identificar los recursos desarrollados sobre m-salud enfocados en nutrición infantil, a través de trabajos que ya han sido publicados en fuentes científicas; lo que permite conocer los recursos tecnológicos disponibles, su efectividad y su impacto al ser implementados; tomando en cuenta que la Organización Mundial de la Salud considera a México, como un país mayormente malnutrido, lo que obliga pensar en soluciones tecnológicas para mejorar el pronóstico de dicha situación [3]

2 Metodologia

Estrategia de búsqueda: Se realizó una búsqueda sistemática de literatura en bases de datos electrónicas que incluyeron PubMed, Web of Science, ScienceDirect y Google Scholar, desde el año 2020 hasta 2023, para identificar estudios sobre uso de aplicaciones móviles en nutrición infantil. La búsqueda se llevó a cabo utilizando una combinación de palabras claves en inglés, que incluyeron: “mobile app”, “nutrition in infants”, “nutrition assessment”, “weight management”, “infant growth”, “child growth”, “malnutrition”, “obesity” y “dietary record”.

Criterios de selección: para ser elegible el artículo, debían de haber sido escritos en inglés, incluir: el uso o descripción de una aplicación o aplicaciones móvil enfocadas a nutrición infantil (niños y adolescentes hasta los 18 años): ya sea para monitorear el estado nutricional de una persona (peso, talla índice de masa corporal (IMC) y curvas de crecimiento), control de peso (ya sea enfocada a pacientes desnutridos o con exceso de peso), educación alimentaria y registro de alimentos.

Criterios de exclusión: se excluyeron los estudios que se referían a comorbilidades adicionales no relacionadas directamente con nutrición infantil, aquellos que incluían sujetos mayores a los 19 años, aplicaciones educativas sobre técnicas de alimentación y nutrición especializadas (ej. alimentación enteral, nutrición parenteral), telemedicina y estudios con un resultado principalmente psicosocial (motivación, apoyo percibido) o resultados conductuales (establecimiento de metas, tiempo de pantalla). También fueron excluidos artículos originales que hayan sido incluidos en los artículos de revisión encontrados.

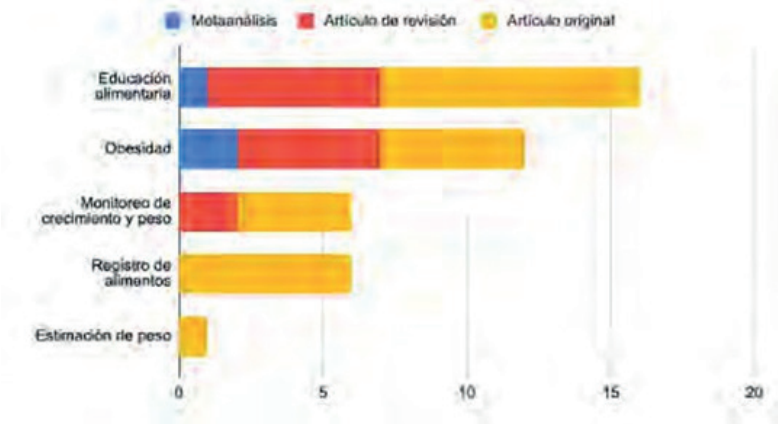
Extracción de datos: para todos los artículos, se extrajeron de forma independiente los siguientes datos: título, año de publicación, tipo de estudio, país, tema principal de estudio y conclusión. Todos los artículos utilizan aplicaciones móviles con características tecnológicas relacionadas a nutrición infantil. Posterior a identificar y examinar los resúmenes, evaluamos el texto completo de los artículos relacionados con el uso de aplicaciones móviles y nutrición infantil.

3 Resultados

Se realizó una búsqueda sistemática de artículos en cuatro bases de datos, publicados entre 2020 y 2023. Se extrajeron las características antes mencionadas. Se analizaron un total de 55 artículos, de los cuales 41 cumplieron con los criterios de inclusión: 3 metaanálisis, 13 artículos de revisión y 25 fueron artículos originales.

1 Educación alimentaria (tabla 1).
a Enfocadas a la lactancia materna (LM) y lactantes.
b Enfocadas en edad preescolar y escolar.
2 Obesidad (tabla 2):
a Acciones preventivas.
b Acciones de intervención.
3 Monitoreo de crecimiento y peso en niño sano (tabla 3).
4 Registro de alimentos (tabla 4).
5 Estimación de peso (tabla 5).

Figura 1. Temas centrales de los artículos analizados



Fuente Elaboración propia

Posteriormente se analizaron las conclusiones de dichos estudios, de acuerdo con cada uno de los temas.

Tabla 1. Análisis de artículos de Educación Alimentaria

Enfocadas a LM y lactantes		
Tipo de artículo	No. de artículos	Conclusiones
Metaanálisis [4]	1	Mejoran significativamente la tasa de LM exclusiva posparto, la eficacia de la LM y las actitudes hacia la LM.
Artículo de revisión [5]–[8]	4	La calidad es deficiente, limitada y subjetiva; tienen el potencial de ayudar a los padres a cumplir sus objetivos en cuanto a la alimentación. Se necesitan más investigaciones para determinar los impactos a largo plazo.
Artículo original [9]–[14]	6	Efecto significativamente positivo: contribuyendo a mejorar las tasas de LM, la experiencia de amamantar, así como incremento ponderal en pacientes prematuros e identificar los problemas actuales que presentan las madres lactantes, para apoyar en sus necesidades.
Enfocadas a edad preescolar y escolar		
Artículo de revisión [15], [16]	2	La calidad de uso es moderada; se sugiere que las recomendaciones que se ofrecen sean datos positivos.
Artículo original [17]–[19]	3	2 estudios sugieren que puede ayudar a aprender nutrición de manera divertida, de acuerdo con el perfil. Otro sugiere ampliar este tipo de investigaciones en pacientes con Trastornos del Espectro Autista.

Tabla 2. Análisis de artículos de Obesidad

Enfocadas a LM y lactantes		
Tipo de artículo	No. de artículos	Conclusiones
Metaanálisis [20], [21]	2	Las intervenciones de este tipo tienen un efecto significativo asociado en la reducción del IMC y puntuación z del IMC. Considerar como parte del tratamiento, aunque faltan más estudios
Artículo de revisión [22]	1	Útil en la prevención de obesidad en edad escolar. Se enfoca a una aplicación de uso monocéntrico.
Acciones de intervención		
Artículo de revisión [23]-[26]	4	El análisis no es concluyente, debido a la metodología de cada estudio; sin embargo, de aplicaciones pueden ayudar a controlar y prevenir el incremento peso corporal.
Artículo original [27]–[31]	5	2 estudios no muestran diferencias significativas en su uso, 2 consideraron mejor resultado en modalidad híbrida (intervención presencial y uso de la aplicación); otro considera que se requieren estudios a gran escala;

Tabla 3. Análisis de artículos de Monitoreo de crecimiento y peso en niño sano.

Tipo de artículo	No. de artículos	Conclusiones
Artículo de revisión [32], [33]	2	Son un medio prometedor para la detección de fallas en el crecimiento, orientación sobrepeso/obesidad y niños desnutridos. Es necesaria la validación de la información que respalde de manera científica los resultados.
Artículo original [34]–[37]	4	Herramienta efectiva para apoyar a los padres a comprender las trayectorias de crecimiento de sus hijos, prevención temprana de alteraciones del crecimiento.

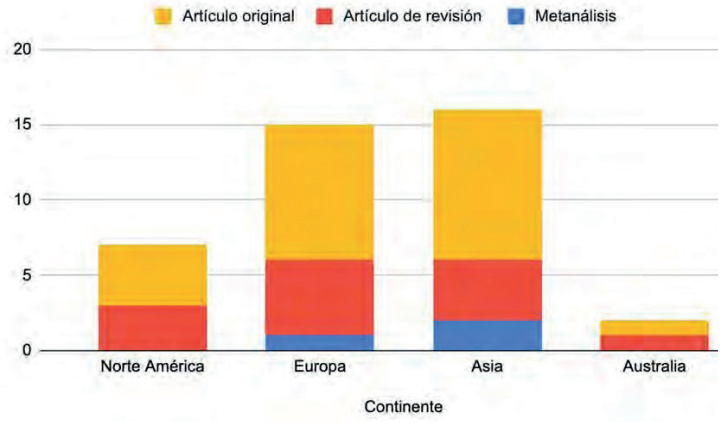
Tabla 4. Análisis de artículos de Monitoreo de crecimiento y peso en niño sano.

Tipo de artículo	No. de artículos	Conclusiones
Artículo original [38]–[43]	6	Método factible, conveniente y fácil de usar, sin embargo, falta más investigación que valide su exactitud a excepción de 2 artículos para pacientes con Diabetes Mellitus tipo 1 y Enfermedad de Orina con Olor a Jarabe de Maple (MSUD), los pacientes presentaron mejor apego y control de la enfermedad.

Tabla 5. Análisis de artículos de Estimación de peso

Tipo de artículo	No. de artículos	Conclusiones
Artículo original [44]	1	Supera los métodos de estimación de peso aprobados en Nueva Zelanda, Tiene áreas de mejora en aprendizaje automático y la interfaz de usuario.

Así mismo se identificaron el lugar de origen de dichos estudios, para conocer la tendencia de los sitios en donde se está realizando mayor investigación en esta temática (figura 2).



Elaboración propia.

4 Limitaciones.

Una de las limitaciones más importantes del estudio fue el idioma de búsqueda, no dando oportunidad de estimar, ni conocer las aplicaciones móviles y trabajos científicos desarrollados en Latinoamérica. Esta limitación, se identificó al realizar el análisis de los artículos, mostrando que ninguno de ellos era de origen latinoamericano; sin embargo, es importante mencionar que los artículos científicos de mayor impacto son publicados en inglés. Otra limitación fue, las metodologías tan variadas en los estudios, lo que puede variar en cuanto a las conclusiones que arrojan cada uno de ellos, limitando las conclusiones de la utilidad de estas aplicaciones.

5 Conclusiones

La implementación de la m-salud en nutrición infantil, ha demostrado un impacto significativo principalmente en educación alimentaria enfocadas a la LM principalmente. La preocupación en relación con la implementación de nuevas estrategias para disminuir el problema de salud pública de obesidad infantil, es a nivel global, por lo que el uso de m-salud ha mostrado un futuro prometedor para su tratamiento. Los beneficios de la m-salud en relación con el seguimiento del crecimiento y desarrollo de la población infantil, da posibilidad de identificar de manera preventiva alteraciones del estado nutricional a largo plazo.

El registro de la ingestión de alimentos, permite tener un mejor apego de planes dietéticos, sin embargo, no se ha demostrado del todo sus beneficios. Por último, las aplicaciones móviles tienen potencial de mejorar notablemente la eficiencia, accesibilidad y entrega de servicios de salud; sin embargo, existe una gran preocupación entre los profesionales de la salud, ya que es imprescindible que se generen términos de regulación, privacidad y seguridad de datos, así como asegurar que estas herramientas sean avaladas por instituciones reconocidas de la salud, creando pautas o políticas uniformes en cuanto al desarrollo de aplicaciones en nutrición infantil.

Referencias

[1] L. J. Mena, “I nvestIgacIón a plIcada Aplicaciones móviles en el sector salud,” Investig. Apl. las Universidades Politécnicas, no. March 2018, pp. 1–7, 2016, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/323933795.

[2] A. M. Costa et al., “Evaluation of e-health applications for paediatric patients with refractory epilepsy and maintained on ketogenic diet,” Nutrients, vol. 13, no. 4, pp. 1–13, 2021, doi: 10.3390/nu13041240.

[3] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), “Agencias de la ONU llaman a hacer frente a vulnerabilidad alimentaria en México.,” FAO en México, 2021. .

[4] J. Qian et al., “The Value of Mobile Health in Improving Breastfeeding Outcomes Among Perinatal or Postpartum Women: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials,” JMIR mHealth uHealth, vol. 9, no. 7, Jul. 2021, doi: 10.2196/26098.

[5] A. MacMillan Uribe, J. Patterson, and K. Jarnell, "O25 Evaluation of Commercially Available Infant Feeding Mobile Applications Using the App Quality Evaluation Tool," J. Nutr. Educ. Behav., vol. 54, no. 7, p. S13, Jul. 2022, doi: 10.1016/J.JNEB.2022.04.032.

[6] P. Martinon et al., "Nutrition-Related Mobile Apps in the French App Stores: Assessment of Functionality and Quality," JMIR mHealth uHealth, vol. 10, no. 3, Mar. 2022, doi: 10.2196/35879.

[7] R. Srivastava, S. Kushwaha, P. Khanna, M. Gupta, B. Bharti, and R. Jain, "Comprehensive overview of smartphone applications delivering child nutrition information," Nutrition, vol. 103–104, Nov. 2022, doi: 10.1016/J.NUT.2022.111773.

[8] L. M. Dinour, "Infant Feeding Tracker Applications: Cross-Sectional Analysis of Use," J. Nutr. Educ. Behav., vol. 54, no. 9, pp. 835–843, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.JNEB.2022.03.012.

[9] H. Cheng et al., "Content and Quality of Infant Feeding Smartphone Apps: Five-Year Update on a Systematic Search and Evaluation," JMIR mHealth uHealth, vol. 8, no. 5, May 2020, doi: 10.2196/17300.

[10] N. Seyyedi, L. Rahmatnezhad, M. Mesgarzadeh, H. Khalkhali, N. Seyyedi, and B. Rahimi, "Effectiveness of a smartphone-based educational intervention to improve breastfeeding," Int. Breastfeed. J., vol. 16, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1186/S13006-021-00417-W.

[11] T. M. Aledreesi and O. Omar, "Evaluation of Breastfeeding Applications Through the Eyes of Saudi Mothers," Cureus, vol. 14, no. 12, Dec. 2022, doi: 10.7759/CUREUS.32790.

[12] Q. Zhang and Z. Huo, "Effect of Continuous Nutrition Management Intervention on Nutritional Status and Development of Premature Infants Based on Mobile Medical APP," Comput. Math. Methods Med., vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/8586355.

[13] P. Quifer-Rada, L. Aguilar-Camprubí, A. Padró-Arocas, I. Gómez-Sebastià, and D. Mena-Tudela, "Impact of COVID-19 Pandemic in Breastfeeding Consultations on LactApp, an m-Health Solution for Breastfeeding Support," Telemed. J. E. Health., vol. 28, no. 10, pp. 1449–1457, Oct. 2022, doi: 10.1089/TMJ.2021.0586.

[14] T. T. D. Doan et al., "Designing and developing a mobile app (BeBo) in a randomized controlled trial study to promote breastfeeding among Vietnamese mothers," Int. Breastfeed. J., vol. 18, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1186/S13006-023-00543-7.

[15] D. Zarnowiecki et al., "A systematic evaluation of digital nutrition promotion websites and apps for supporting parents to influence children's nutrition," Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act., vol. 17, no. 1, Feb. 2020, doi: 10.1186/S12966-020-0915-1.

[16] J. M. Brown, B. Franco-Arellano, H. Froome, A. Siddiqi, A. Mahmood, and J. A. Arcand, "The Content, Quality, and Behavior Change Techniques in Nutrition-Themed Mobile Apps for Children in Canada: App Review and Evaluation Study," JMIR mHealth uHealth, vol. 10, no. 2, 2022, doi: 10.2196/31537.

[17] J. M. Brown et al., "Optimizing Child Nutrition Education With the Foodbot Factory Mobile Health App: Formative Evaluation and Analysis," JMIR Form. Res., vol. 4, no. 4, Apr. 2020, doi: 10.2196/15534.

[18] J. Fallaize, R., Weech, M., Zenun Franco, R., Kehlbacher, A., Hwang, F. and Lovegrove, "The eNutri app: using diet quality indices to deliver automated personalised nutrition advice.," Fallaize, R., Weech, M., Zenun Fr. R., Kehlbacher, A., Hwang, F. Lovegrove, J, vol. 31, no. 2, 2020.

[19] T. V. E. Kral et al., "Effects of a mobile health nutrition intervention on dietary intake in children who have autism spectrum disorder," Front. Pediatr., vol. 11, 2023, doi: 10.3389/FPED.2023.1100436.

[20] W. Wang, J. Cheng, W. Song, and Y. Shen, "The Effectiveness of Wearable Devices as Physical Activity Interventions for Preventing and Treating Obesity in Children and Adolescents: Systematic Review and Meta-analysis," JMIR mHealth uHealth, vol. 10, no. 4, Apr. 2022, doi: 10.2196/32435.

[21] L. B. Azevedo et al., "The effectiveness of e-health interventions for the treatment of overweight or obesity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis," Obes. Rev., vol. 23, no. 2, Feb. 2022, doi: 10.1111/OBR.13373.

[22] A. Tragomalou et al., "Novel e-Health Applications for the Management of Cardiometabolic Risk Factors in Children and Adolescents in Greece," Nutrients, vol. 12, no. 5, May 2020, doi: 10.3390/NU12051380.

[23] L. Tully, A. Burls, J. Sorensen, R. El-Moslemany, and G. O'Malley, "Mobile Health for Pediatric Weight Management: Systematic Scoping Review," JMIR mHealth uHealth, vol. 8, no. 6, 2020, doi: 10.2196/16214.

[24] M. Langarizadeh, M. Sadeghi, A. As'habi, P. Rahmati, and A. Sheikhtaheri, "Mobile apps for weight management in children and adolescents; An updated systematic review," Patient Educ. Couns., vol. 104, no. 9, pp. 2181–2188, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.PEC.2021.01.035.

[25] K. W. Yau et al., "Effectiveness of Mobile Apps in Promoting Healthy Behavior Changes and Preventing Obesity in Children: Systematic Review," JMIR Pediatr. Parent., vol. 5, no. 1, Jan. 2022, doi: 10.2196/34967.

[26] T. G. Fidjeland and K. G. Øen, "Parents' Experiences Using Digital Health Technologies in Paediatric Overweight and Obesity Support: An Integrative Review," Int. J. Environ. Res. Public Health, vol. 20, no. 1, Jan. 2022, doi: 10.3390/IJERPH20010410.

[27] A. P. D. Bovi et al., "Healthy Lifestyle Management of Pediatric Obesity with a Hybrid System of Customized Mobile Technology: The PediaFit Pilot Project," Nutrients, vol. 13, no. 2, pp. 1–15, Feb. 2021, doi: 10.3390/NU13020631.

[28] N. Likhitweerawong, N. Boonchooduang, K. Kittisakmontri, W. Chonchaiya, and O. Louthrenoo, "Effectiveness of mobile application on changing weight, healthy eating habits, and quality of life in children and adolescents with obesity: a randomized controlled trial," BMC Pediatr., vol. 21, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1186/S12887-021-02980-X.

[29] E. Hagman et al., “Effect of an interactive mobile health support system and daily weight measurements for pediatric obesity treatment, a 1-year pragmatical clinical trial,” Int. J. Obes. (Lond)., vol. 46, no. 8, pp. 1527–1533, Aug. 2022, doi: 10.1038/S41366-022-01146-8.

[30] K. Zarkogianni et al., “The ENDORSE Feasibility Study: Exploring the Use of M-Health, Artificial Intelligence and Serious Games for the Management of Childhood Obesity,” Nutrients, vol. 15, no. 6, p. 1451, Mar. 2023, doi: 10.3390/NU15061451.

[31] C. S. E. Chew et al., “Use of a Mobile Lifestyle Intervention App as an Early Intervention for Adolescents With Obesity: Single-Cohort Study,” J. Med. Internet Res., vol. 23, no. 9, Sep. 2021, doi: 10.2196/20520.

[32] L. Fernandez-Luque, J. I. Labarta, E. Palmer, and E. Koledova, “Content Analysis of Apps for Growth Monitoring and Growth Hormone Treatment: Systematic Search in the Android App Store,” JMIR mHealth uHealth, vol. 8, no. 2, 2020, doi: 10.2196/16208.

[33] T. C. Kustiawan, S. R. Nadhiroh, R. Ramli, and C. Butryee, “Use of mobile app to monitoring growth outcome of children: A systematic literature review,” Digit. Heal., vol. 8, 2022, doi: 10.1177/20552076221138641.

[34] H. Radgohar, H. Vahdat-Nejad, and S. Mohammadzadeh Rezaie, “Infant’s growth and nutrition monitoring system,” SN Appl. Sci., vol. 2, no. 9, pp. 1–23, Sep. 2020, doi: 10.1007/S42452-020-03264-2/TABLES/1.

[35] S. Narumi, T. Ohnuma, K. Takehara, N. Morisaki, K. Y. Urayama, and T. Hattori, “Evaluating the seasonality of growth in infants using a mobile phone application,” NPJ Digit. Med., vol. 3, no. 1, Dec. 2020, doi: 10.1038/S41746-020-00345-9.

[36] G. Humphrey et al., “See How They Grow: Testing the feasibility of a mobile app to support parents’ understanding of child growth charts,” PLoS One, vol. 16, no. 2, Feb. 2021, doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0246045.

[37] M. Rabbi, A. Pfammatter, I. Zhang, B. Spring, and T. Choudhury, “Automated Personalized Feedback for Physical Activity and Dietary Behavior Change With Mobile Phones: A Randomized Controlled Trial on Adults,” JMIR mHealth uHealth, vol. 3, no. 2, Jun. 2015, doi: 10.2196/MHEALTH.4160.

[38] L. Jacques, C. Bussien, C. Descloux, L. Decorsaire, C. Lovis, and F. Ehrler, “Nutrikids, a Smartphone Application to Improve the Quality of Paediatrical Dietary Assessments: Feasability Study,” Stud. Health Technol. Inform., vol. 270, pp. 1016–1020, Jun. 2020, doi: 10.3233/SHTI200315.

[39] J. Choi, C. Chung, and H. Woo, “Diet-Related Mobile Apps to Promote Healthy Eating and Proper Nutrition: A Content Analysis and Quality Assessment,” Int. J. Environ. Res. Public Health, vol. 18, no. 7, Apr. 2021, doi: 10.3390/IJERPH18073496.

[40] M. K. Fialkowski et al., “An Active Image-Based Mobile Food Record Is Feasible for Capturing Eating Occasions among Infants Ages 3-12 Months Old in Hawai’i,” Nutrients, vol. 14, no. 5, Mar. 2022, doi: 10.3390/NU14051075.

[41] L. M. Dinour, “Infant Feeding Tracker Applications: Cross-Sectional Analysis of Use,” J. Nutr. Educ. Behav., vol. 54, no. 9, pp. 835–843, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.JNEB.2022.03.012.

[42] H. R. Banjar, “A Smart Monitoring System for Self-Nutrition Management in Pediatric Patients with Inherited Metabolic Disorders: Maple Syrup Urine Disease (MSUD),” Healthc. (Basel, Switzerland), vol. 11, no. 2, Jan. 2023, doi: 10.3390/HEALTHCARE11020178.

[43] K. E. Karakuş et al., “‘My Friend Diabetes Carbohydrate-Bolus Calculator’: User Experiences of a Bolus Calculating Carbohydrate Counting Mobile App for People with Type 1 Diabetes,” Clin. Diabetol., vol. 12, no. 1, pp. 53–59, 2023, doi: 10.5603/DK.A2022.0066.

[44] S. Britnell, “Weight Estimation without Waiting: Design, Development and Testing of a Mobile Application to Measure the Length and Estimate the Weight of New Zealand Children for Advanced Paediatric Resuscitation.” 2020, Accessed: May 11, 2023. [Online]. Available: http://hdl.handle.net/10292/13252.

Sección VIII.
Inteligencia Artificial

Capítulo 44

Predicción del nivel de adaptabilidad del estudiante de educación medio superior en línea, al aprendizaje universitario mediante aprendizaje automático

[1]Silvia Soledad Moreno Gutiérrez, [1]Chavero Chávez Luis Alberto,
y [1]Hazel Almaraz Martínez.

[1] Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Escuela Superior de Tlahuelilpan.
Ex. Hda. San Servando s/n, Tlahuelilpan Hgo. México. silviam@uaeh.edu.mx

Resumen. Considerando el impacto social que la inteligencia artificial y el aprendizaje automático representan a nivel global y considerando que esta evolución se ha reflejado de manera favorable en la transformación del proceso educativo hacia el escenario digital, es prioritario abordar la necesidad de ofrecer un proceso capaz de cubrir las debilidades tecnológicas del estudiante de bachillerato a distancia para quien ha sido complicado el ingreso al nivel superior. Para ello, es preciso favorecer esta transición y construir estrategias innovadoras en respuesta a los requerimientos educativos y perfiles profesionales que la sociedad 5.0 está configurando en el futuro cercano. Por lo anterior, el objetivo del trabajo es desarrollar un modelo inteligente, previo análisis de 3 algoritmos inteligentes, capaz de predecir el nivel de adaptabilidad de un estudiante de nivel medio superior en línea hacia la educación universitaria mediante aprendizaje automático, contribuyendo a fortalecer la construcción de estrategias para incrementar el aprovechamiento del estudiante en el nivel superior.

Palabras clave: nivel de adaptabilidad, educación en línea, nivel medio superior, aprendizaje automático

Abstract. Considering the social impact that artificial intelligence and machine learning represent at a global level and considering that this evolution has been favorably reflected in the transformation of the educational process towards the digital scenario, it is a priority to address the need to offer a process capable of covering weaknesses of the distance learning secondary school student for whom entering higher education has been difficult. To achieve this, it is necessary to promote this transition and build innovative strategies that respond to the educational needs and professional profiles that society 5.0 is shaping in the near future. Therefore, the objective of the work is to develop an intelligent model, after analyzing 3 intelligent algorithms, capable of predicting the level of adaptability of an online high school student towards university education through machine learning, contributing to strengthening the construction of strategies to increase students achievement at higher level.

Keywords: Level of adaptability, online education, medium superior level, machine learning

1 Introducción

Ante las necesidades cambiantes de una sociedad globalizada y evolutiva, la educación es un aspecto fundamental que de manera urgente deberá transformar los paradigmas de enseñanza y aprendizaje, para ello, requiere la construcción de nuevas estrategias tecnológicas considerando el potencial que han demostrado a través de las últimas décadas. Entre las tecnologías emergentes que han alcanzado mayor impacto y han superado expectativas se encuentra la Inteligencia Artificial (IA), por ello, es adecuado integrar sus ventajas al ecosistema educativo [10].

La IA posee alto potencial para revolucionarlo (García et al., 2024), en este contexto, la educación actual realiza esfuerzos orientados a personalizar y favorecer el aprendizaje [4], algunas propuestas han consistido en la construcción de herramientas inteligentes para fortalecer la adaptación del proceso a las necesidades del estudiante y a su evaluación mediante modelos personalizados [5] aplicando técnicas de deep-learning [9], propias de la IA [1][6][7] que impacta significativamente en cuatro puntos del proceso educativo: contenido, métodos de enseñanza, evaluación y comunicación [19].

Por lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo desarrollar un modelo de aprendizaje automático (AA) para predecir la adaptabilidad de los estudiantes de nivel medio superior en modalidad a distancia, hacia los estudios de nivel superior. El trabajo consistió en construir un modelo inteligente de alta precisión para predecir el nivel de adaptación del estudiante, para ello, se procedió a analizar el rendimiento de 3 algoritmos de aprendizaje para identificar el mejor, estos son: 1) perceptrón múltiple como una técnica de IA denominada Red Neuronal Artificial (RNA) [11],

2) regresión logística como método estadístico que permite predecir la probabilidad de un resultado estimando el valor de una variable a partir de variables independientes [12], 3) algoritmo de bosque aleatorio o *random forest* como método de aprendizaje que aplica múltiples árboles de decisión para realizar predicción, combina los resultados de cada uno para obtener una salida robusta [13]. Se identificó el modelo de bosque aleatorio el mejor.

2 Estado del arte

Algunos autores proponen la detección temprana de problemas de conducta a través de un programa de IA basado en datos genéticos, entorno y actitud y con base en ello emitir recomendaciones [16]. [17] mencionan la necesidad de implementar un sistema educativo soportado en tecnologías de IA para gestión administrativa, académica y para afrontar indicadores de trayectoria escolar. A futuro la IA moldeará la imaginación y la creatividad de los estudiantes al analizar su estilo de aprendizaje y su estado emocional con el propósito de mejorar sus habilidades de aprendizaje, estimular la creatividad y fomentar la iniciativa [18].

Al respecto, la Ciencia de Datos (CD) y el aprendizaje automático (AA), como alternativas de IA han demostrado potencial de predicción mediante la explotación de datos, estas herramientas podrían adelantarse a situaciones desfavorables durante el proceso de aprendizaje y entonces evitarlas.

No obstante, a pesar de sus aciertos la implementación de la IA en la educación afronta algunos desafíos, tales como lograr compatibilidad entre estudiantes y las diversas metodologías educativas [8], así como crear software educativo que responda a las necesidades individuales, por mencionar algunos.

3 Metodología

Para la construcción de la propuesta se contó con un banco de datos que consta de 1205 registros provenientes de *kaggle.com* de estudiantes de nivel medio superior, cuenta con 12 variables que se exponen en la tabla 1.

#	**Columna**	**Tipo**	Descripción
1	Género	int64	Género
2	Edad	int64	Edad
3	Nivel de Educación	int64	Nivel de educación
4	tipo de institución	int64	Tipo de institución educativa
5	Estudiante de TI	int64	Indica si el individuo es estudiante de TI
6	Ubicación	int64	Ubicación
7	Desconexión de carga	int64	Presencia de cortes de energía
8	Condición financiera	int64	Condición financiera
9	Tipo de Internet	int64	Tipo de conexión a Internet
10	Tipo de red	int64	Tipo de red móvil
11	Auto IMS	int64	Uso de sistemas de gestión de aprendizaje
12	Dispositivo	int64	Tipo de dispositivo utilizado
Var	Nivel de adaptabilidad	int64	Nivel de adaptabilidad del individuo al aprendizaje en línea: alto, bajo, moderado

Tabla 1. Variables de análisis de alumnos de educación media superior

El trabajo se basó en la metodología CRISP-DM, "Proceso estándar de la industria intersectorial para la minería de datos", que incluye seis fases: 1.-Entendimiento del negocio 2.- entendimiento de los datos, 3.- Preparación de los datos, 4.- Modelado, 5.- Validación y 6) Despliegue [14] [15].

Fase1.- Se centró en analizar la situación actual en términos del aprendizaje, adaptabilidad del estudiante de nivel medio superior a superior en aspectos de tecnología educativa.

Fase 2.- Se realizó análisis de las variables para identificar la distribución y comportamiento de los datos, así como su correlación, comprendiendo así la representación del fenómeno de los estudiantes.

Fase 3. Se realizó categorización de los datos categóricos a numéricos de manera que pudiesen ser adecuados para la construcción del modelo. Se dividió el banco de datos en

2 bloques: 70% para entrenamiento y 30% para validación con el propósito de combatir el sobre entrenamiento.

Fase 4. Se aplicaron los algoritmos de: perceptron, regresión logística y random forest., cada uno con 12 variables de entrada que se muestran en la tabla 1, y la variable de salida categórica llamada Nivel de adaptabilidad, cuyas categorías son: alto, moderado y bajo. En cada caso se ejecutaron los algoritmos para identificar el de mejor rendimiento. Los hiper parámetros por cada uno fueron:

Perceptron múltiple	**Regresión logística**	**Random forest**
max_iter=1000 tol=1e-3 tolerancia para la detección temprana del entrenamiento	max_iter=1000 random_state=42, asegura la reproducibilidad de los resultados al fijar la semilla del generador de números aleatorios	n_estimators=120 random_state=42, asegura la reproducibilidad de los resultados al fijar la semilla del generador de números aleatorios

Tabla 2. Hiperparámetros

Fase 5. Se realizó la validación de cada modelo aplicando las métricas propias de la matriz de confusión: exactitud, precisión, sensibilidad y f1 score [15].

4 Resultados

Luego de validar los modelos se obtuvieron los resultados siguientes, expuestos en la tabla 3.

Modelo	**Exactitud**	**Precisión**	**Sensibilidad**	**F1-Score**
Perceptron	0.564	0.66	0.44	0.44
Regresión Logística	0.647	0.69	0.57	0.60
Random Forest	0.867	0.89	0.80	0.82

Tabla 3. Resultados

Las métricas de evaluación aplicadas se calcularon a través de las ecuaciones 1, 2,3 y 4:

$$\text{Exactitud} = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \quad (3)$$

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

$$\text{Sensibilidad} = \frac{TP}{TP+TN} \quad (1)$$

$$\text{F1 - Score} = 2 * \frac{(\text{Precision} * \text{Sensibilidad})}{(\text{Precision} + \text{Sensibilidad})} \quad (4)$$

Dónde: verdaderos positivos (TP), falsos positivos (FP), falsos negativos (FN), verdadero negativos (TN)

Los resultados demostraron mejor desempeño del algoritmo de random forest, a diferencia de perceptron y regresión logística cuyo desempeño fue inaceptable.

El perceptron alcanzó una exactitud del 56.4%, con una precisión de 66 % y sensibilidad de 44% al igual que de F1-Score, lo cual indica que tiene limitaciones significativas

para identificar todas las instancias positivas de las clases. El algoritmo de regresión logística mostró una mejora con respecto al anterior una exactitud del 64.7%, precisión de 69%, sensibilidad de 57% y F1-Score de 60%, respectivamente, sin embargo, tampoco fue suficiente.

El modelo de random forest presentó el mejor rendimiento con exactitud del 86.7%, precisión de 89%, sensibilidad de 80% y F1-Score de 82 %, destacando su capacidad para predecir e identificar instancias positivas. Este algoritmo supera significativamente a los modelos anteriores en cada una de las métricas, demostrando mayor eficacia.

5 Conclusiones

El estudio demostró la capacidad de las técnicas de AA para la predicción de adaptabilidad de estudiantes hacia un nivel educativo superior y en línea. No obstante, aun cuando se probó con tres algoritmos diferentes, sólo uno de ellos, el random forest fue capaz de representar de forma adecuada el fenómeno y realizó la predicción con precisión, exactitud, sensibilidad adecuadas.

Esto enfatiza la necesidad de seleccionar un modelo adecuado y capaz de identificar las características de los datos, según su comportamiento y su naturaleza.

Con base en la revisión de la literatura, se observa la importancia de homogenizar la educación, sea cual sea la modalidad, con el propósito de favorecer el tránsito de educación media superior a superior y lograr adaptabilidad del estudiante, la cual se verá reflejada en un mayor aprovechamiento académico. Es de esta manera como la propuesta basada en técnicas de IA contribuye a fortalecer la construcción de estrategias y la toma de decisiones orientada a configurar escenarios plausibles de aprendizaje hacia la sociedad 5.0.

Referencias

[1] Mavrides, M. E., Stamou, D., Noulacas, G., & Kontogiannis, A. G. (2023). Integrating Artificial Intelligence in Education: A Comprehensive Review. Journal of Educational Technology & Society, 26(1), 47-66.

[2] Romero, C., Ventura, S., & López-Cózar, M. (2023). Enhancing Personalized Learning with AI Models in Education. Computers & Education, 174, 103587.

[3] Kick, W. H., Waters, C. K., & Greene, P. A. (2023). AI-Based Models for Adaptive Assessment in Educational Settings. Educational Technology Research and Development, 71(2), 243-262.

[4] Pardos, S., & Zafra-Melendez, C. (2023). Machine Learning Approaches for Student Performance Prediction: A Review. IEEE Transactions on Learning Technologies, 16(2), 274-288.

[5] Baker, W. J., Greene, J. C., Koedinger, W. R., & Gupta, A. C. (2023). Intelligent Tutoring Systems: A Review of Current Applications and Future Prospects. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 33(1), 1-30.

[6] Đorđević, D., Jovanović, S., Jovanović, M., Kosanović, D., & Banković, V. (2023). A Comprehensive Review of Artificial Intelligence Applications in Education. International Journal of Information and Education Technology, 13(2), 122-138.

[7] Long, C. E., & Liu, C. S. (2023). Deep Learning Applications in Education: A Review. IEEE Access, 11, 56762-56776.

[8] O'Callaghan, T., & Sharples, A. S. (2023). The Potential of Artificial Intelligence in Educational Assessment. Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, 30(2), 229-250.

[9] Aydin, M. I., & Turkmen, M. E. (2023). A Survey of Artificial Intelligence Techniques Employed for Adaptive Educational Systems Within E-Learning Platforms. IEEE Access, 11, 49224-49250.

[10] van der Walt, J., & Wang, Y. (2023). Artificial Intelligence in Education: Current Trends and Future Directions. Journal of Educational Technology & Society, 26(2), 5-22.

[11] Barboza, H. E. Reconocimiento de Emociones usando Multilayer Perceptron Neural Network (MLP).

[12] Angelucci-Bastidas, L., & Rondón-Bernard, J. E. (2021). Adherencia al tratamiento en diabetes tipo 2: Un modelo de regresión logística. Caracas 2017-2018. *Medicas UIS*, *34*(2), 29-39.

[13] Angelucci-Bastidas, L., & Rondón-Bernard, J. E. (2021). Adherencia al tratamiento en diabetes tipo 2: Un modelo de regresión logística. Caracas 2017-2018. *Medicas UIS*, *34*(2), 29-39.

[14] Espinosa-Zúñiga, J. J. (2020). Aplicación de metodología CRISP-DM para segmentación geográfica de una base de datos pública. *Ingeniería, investigación y tecnología*, *21*(1).

[15] Jiménez, S., & Merino, A. (2023). Modelos de Aprendizaje Automático basados en CRISP-DM para el Análisis de los niveles de Depresión en los estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional. *Latin-American Journal of Computing*, *10*(1), 22-43.

[16] Peña, V. R. G., Marcillo, A. B. M., & Ramírez, J. A. Á. (2020). La inteligencia artificial en la educación. Dominio de las Ciencias, 6(3), 28.

[17] Flores, F. A. I., Sanchez, D. L. C., Urbina, R. O. E., Coral, M. Á. V., Medrano, S. E. V., & Gonzales, D. G. E. (2022). Inteligencia artificial en educación: una revisión de la literatura en revistas científicas internacionales. Apuntes universitarios, 12(1), 353-372.

[18] Troncoso Heredia, M. O., Dueñas Correo, Y. K., & Verdecia Carballo, E. (2023). Inteligencia artificial y educación: nuevas relaciones en un mundo interconectado. Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, 11(2).

[19] Castaneda, A. U. (2023). Un viaje hacia la inteligencia artificial en la educación. Realidad y Reflexión, (56), 121-136.

Capítulo 45

Predicción de Enfermedades en Hojas de Maíz con Redes Neuronales Convolucionales

Juan Antonio Guerrero-Ibáñez[1], Juan Contreras-Castillo[1],
Ismael Amezcua-Valdovinos[1] y Norma Barón-Ramírez[2]

[1] Facultad de Telemática- Universidad de Colima, Av Universidad 333,
Colonia Las Víboras, Colima, Colima, 28040. México
{antonio_guerrero, juancont, ismaelamezcua}@ucol.mx

[2] Facultad de Pedagogía- Universidad de Colima, Avenida H. Josefa Ortiz de Domínguez 64,
Colonia La Haciendita, Viila de Álvarez, Colima, 28970. México
norma@ucol.mx

Abstract. El maíz es uno de los cereales más importantes a nivel mundial. Casi un 40% de la producción se ve afectada por plagas y enfermedades. Los métodos tradicionales para detección de enfermedades son lentos y costosos. Por esto, proponemos un modelo CNN para detección de enfermedades en hojas de maíz. Se utilizó un conjunto de datos de 12,000 imágenes. El 70% de imágenes se utilizaron en el entrenamiento, 20% en la validación y 10% en pruebas. Se evaluó la exactitud, precisión, recall y puntuación F1. Los resultados obtenidos muestran un 95% de exactitud en la detección de enfermedades en hojas de maíz.

Keywords: Pattern Recognition, Supervised ART2 Neural Network, Multilayer perceptron, Digit recognition.

1 Introducción

Uno de los cereales más importantes a nivel mundial es el maíz, considerado un alimento que aporta elementos nutritivos tanto a las personas como a los animales, y que además es utilizado como materia prima básica para la industria. De acuerdo con Statista [1], en la campaña 2023/2024, se produjo cerca de 1.240 millones de toneladas de maíz a nivel mundial, ocupando la primer posición de producción de cereales.

De acuerdo con datos del gobierno de México [2], nuestro país es el 7° productor de este cereal a nivel mundial, y se cultiva en los 32 estados del país. Sin embargo, las plagas y enfermedades de los cultivos son cada vez más frecuentes. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) casi un 40% de la producción agrícola a nivel mundial se ve afectada por enfermedades en los cultivos [3]. Por lo anterior, es necesario realizar una identificación oportuna de las enfermedades en los cultivos para contribuir a implementar un control más fácil y eficaz, que permita la emisión de alertas fitosanitaria a los productores para mitigar su impacto e incrementar la producción agrícola.

Los métodos convencionales para diagnosticar anomalías en las plantas debido a enfermedades sus costos son usualmente altos, requieren mucho tiempo y son poco prácticos. En

los últimos años, los avances en la visión por computadora y el aprendizaje automático, se ha impulsado metodologías de identificación de enfermedades y plagas basadas en el procesamiento de imágenes y el aprendizaje automático. En concreto, la integración de la tecnología de detección de objetos en el ámbito agrícola ha llamado la atención entre los investigadores.

En este trabajo, proponemos un modelo basado en redes neuronales convolucionales (CNN) para la detección de enfermedades en las hojas del maíz. El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: la sección 2 presenta el trabajo relacionado. La sección 3 describe la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo. Los resultados obtenidos se discuten en la sección 4. Finalizando con las conclusiones y el trabajo futuro en la sección 5.

2 Trabajo relacionado

De acuerdo con [4], las enfermedades en plantas se pueden clasificar en dos grupos. El primero se relaciona a microorganismos infecciones, como virus, bacterias y hongos. El segundo grupo son causadas por factores químicos o físicos no infecciosos como factores medioambientales, nutricionales y daños causados por productos químicos. Es necesario un monitoreo continuo de los cultivos para la detección temprana de enfermedades con el fin de aplicar los mecanismos apropiados para prevenir la dispersión de la enfermedad y la pérdida de producción [5]. Los métodos tradicionales para detección de enfermedades se centran en la estimación visual por expertos, estudios de características morfológicas y técnicas de diagnóstico microbiológico. La principal deficiencia de los métodos anteriores son los costos elevados y la gran cantidad de tiempo que se invierte en el proceso de detección, lo que conduce a una baja eficiencia de detección y poca fiabilidad. Por consiguiente, se requieren métodos innovadores para la nueva visión de producción agrícola, la cual exige mayor precisión y en tiempo real en la detección de problemas de enfermedades en los cultivos.

En los últimos años, tecnologías como el procesamiento de imágenes [6], [7], el reconocimiento de patrones [8], [9] y la visión por computadora [10], [11] se están aplicando a la agricultura para la automatización de los procesos de detección de enfermedades y plagas.

En forma específica, se han enfocado en la implementación de métodos de procesamiento digital de imágenes, máquinas de vectores de soporte (SVM), redes neuronales artificiales y algunas otras técnicas. En [12], los autores utilizan un método SVM para detectar diferentes enfermedades de las hojas del maíz, obteniendo valores de precisión del 89,6%. El método muestra beneficios en conjuntos de datos pequeños y grandes, pero obtiene una baja precisión. Por otro lado, en [13], los autores implementan redes neuronales convolucionales (CNN) basada en aprendizaje profundo (DL), para detección de una enfermedad de la mancha gris en las hojas del maíz. El modelo mostró obtener resultados de hasta 95% de precisión. Sin embargo, el principal problema es que solamente detecta una enfermedad en específico.

Los autores de [14], aplicaron análisis de componentes principales (PCA) y SVM para el procesamiento de imágenes de las hojas de maíz para detectar 3 enfermedades típicas de Filipinas la mancha gris de la hoja del maíz, la roya del maíz y la mancha grande del maíz. Los rangos de precisión alcanzados oscilan entre 90.05% y 91.23%.

3 Materiales y métodos

3.1. Descripción del dataset

Para crear el dataset para el modelo se utilizó como base el dataset público de Kaggle [15] que contiene 4188 imágenes clasificadas en 4 categorías: Common Rust con 1306 imágenes, Gray Leaf Spot con 574 imágenes, Blight con 1146 imágenes y Healthy con 1162 imágenes. Para balancear el dataset, se obtuvieron imágenes de Google images, distribuyendo cada categoría con 1306 imágenes, dando un total de 5224 imágenes. La figura 1 muestra un ejemplo de las imágenes usadas para el dataset. Para mejorar la adaptabilidad de nuestro modelo de reconocimiento de enfermedades de las hojas de maíz y diversificar el conjunto de datos, aplicamos una serie de técnicas de aumento de imágenes, incluyendo el recorte aleatorio, el desenfoque, el ajuste del brillo, y la adición de ruido. Esta implementación nos permitió crecer nuestro dataset a 3000 imágenes por categoría, dando un total de 12,000 imágenes, además de que nos redujo el riesgo de sobreajuste (overfitting), mejorando la generalidad de nuestro modelo. El dataset se dividió en 3 subconjuntos: 70% para entrenamiento, 20% para validación y 10% para pruebas.

4 Arquitectura del modelo

El modelo CNN propuesto para la predicción de enfermedades tiene una arquitectura como la que se muestra en la figura 2. La arquitectura se compone de dos bloques: el de aprendizaje y el de clasificación.

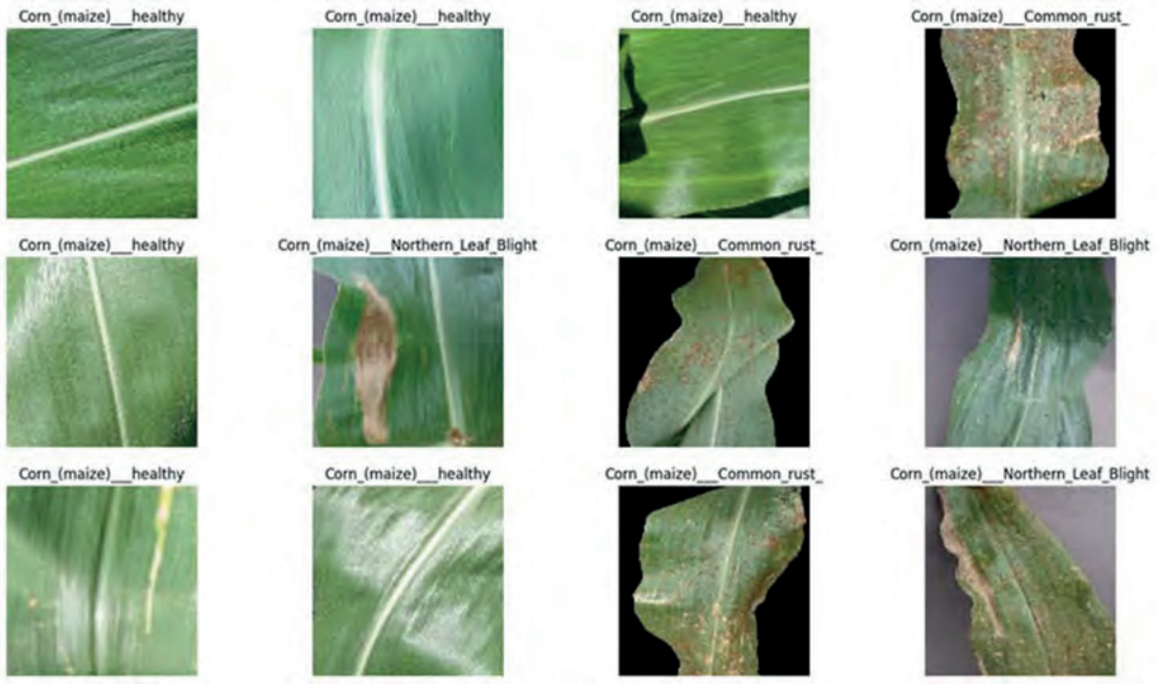


Fig. 1. Representación de las imágenes usadas en el dataset

El bloque de clasificación lo conforman dos capas: una capa densa totalmente conectada y una capa global average pooling. La capa densa tiene cuatro filtros para cuatro salidas. Se utiliza el optimizador softmax para actualizar los pesos. El bloque de aprendizaje de

características lo conforman cuatro capas de convolución. Utiliza filtros de 128, 64, 32 y 16 en la primera, segunda, tercera y cuarta capas de convolución, respectivamente. Todas las capas utilizan de convolución utilizan la función de activación ReLu. Se ha utilizado un filtro de tamaño 3 x 3 para las cuatro capas. En nuestra arquitectura se utilizan cuatro capas de max-pooling donde cada capa de max-pooling tiene tamaños de pool de 2 x 2. En este modelo se han utilizado dos capas densas totalmente conectadas.

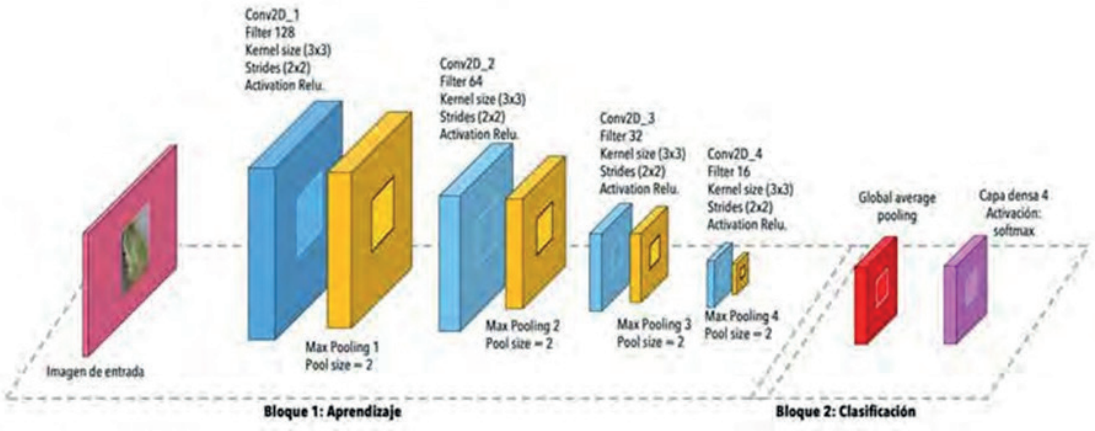


Fig. 2. Representación de la arquitectura del modelo CNN propuesto.

5 Resultados Obtenidos

5.1. Desarrollo del modelo

El modelo fue implementado en Google Colaboratory, un entorno de desarrollo basado en Python de acceso libre que se ejecuta en la nube. El modelo fue entrenado con 50 epocas. Esto se realizó debido a las limitaciones de procesamiento que tiene Google Colab para la versión gratuita.

Se aplicó el esquema de detección temprano para controlar el rendimiento del modelo durante las 50 epocas, esto con el fin de reducir el sobreajuste y mejorar la generalización de la red neuronal. Se utilizó el algoritmo Adam para la optimización ya que se desea resolver un problema de clasificación multiclase. Además, se utilizó la función de pérdida categórica de entropía cruzada debido a la naturaleza del entorno de clasificación multiclase. Durante el proceso de entrenamiento, implementamos puntos de control para guardar el modelo con la mejor precisión de validación, y así poder cargarlo más tarde para continuar el entrenamiento a partir del estado guardado si fuera necesario.

6 Métricas de evaluación

Para evaluar el desempeño del modelo se evaluaron las siguientes métricas. La primera métrica es la exactitud del modelo (*accuracy*), que se calcula como la relación entre el número de predicciones correctas y el número total de predicciones (ec 1). La segunda es la precisión (*precision*), que representa la exactitud del modelo a la hora de clasificar una muestra como positiva. Este parámetro se calcula como la relación entre el número de muestras positivas clasificadas correctamente y el número total de muestras clasificadas

como positivas (ec 2). La tercera es el parámetro *recall*, que mide la capacidad del modelo para detectar muestras positivas y se calcula como la relación entre el número de muestras positivas clasificadas correctamente y el número total de muestras positivas (ec 3). Y por último, el parámetro de puntuación F1 (*F1 score*) que combina las medidas de precisión y recuerdo para obtener un único valor. Este valor se calcula tomando la media armónica entre la precisión y la recuperación (ec. 4).

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

$$F1\ Score = 2 \times \frac{(precision \times recall)}{(precision + recall)} \quad (4)$$

7 Resultados y discusión

La Figura 3 muestra el rendimiento de nuestro modelo en las fases de entrenamiento y validación para la identificación y clasificación de las enfermedades de las hojas del maíz. Los resultados alcanzaron una precisión de entrenamiento del 93.3%. El tiempo empleado en el proceso de entrenamiento fue de 846s en el entorno MGPU (Multiple-Graphics Processing Unit). El modelo propuesto alcanzó una precisión de validación del 94.6% en la clasificación de enfermedades foliares.

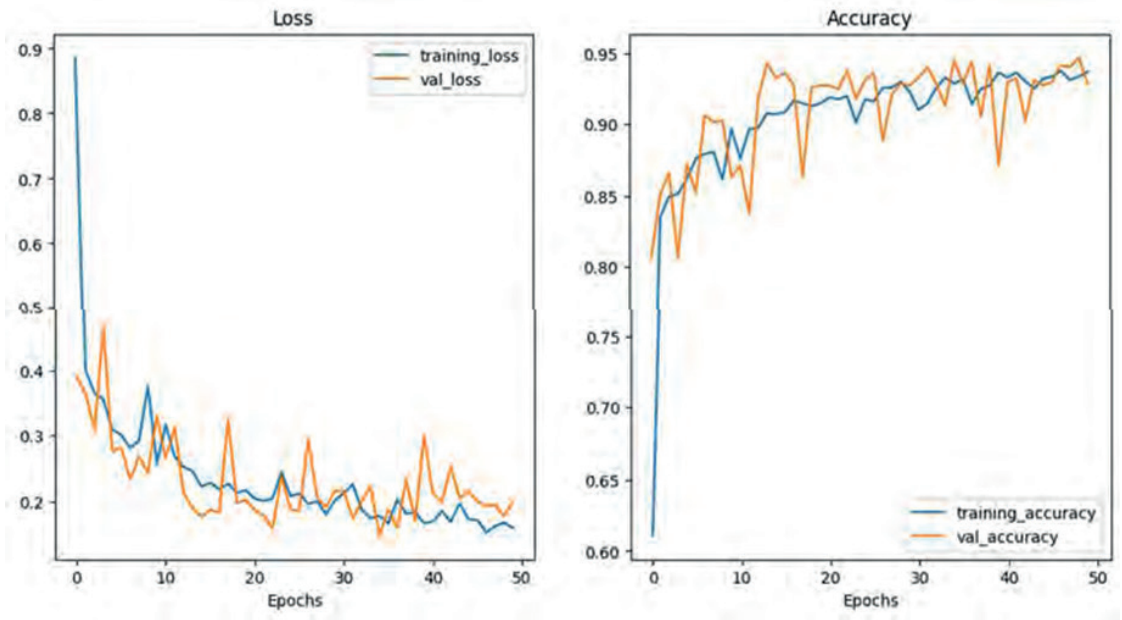


Fig. 3. Desempeño del modelo propuesto en la fase de entrenamiento y validación.

	Precision	Recall	F1-score	Support
Corn Grey leaf spot	0.89	0.91	0.91	2400
Corn Common rust	1	1	1	2400
Corn Northern leaf blight	0.93	0.91	0.91	2400
Corn healthy	1	1	1	2400
Accuracy			0.95	
Macro avg	0.95	0.95	0.95	
Weighted avg	0.95	0.95	0.95	

Tabla 4. Resumen de resultados obtenidos para las métricas evaluadas.

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos para cada métrica de acuerdo a la clase evaluada. Se puede observar que se obtuvo una exactitud de 95%. La métrica macro avg se calcula utilizando la media no ponderada que puede penalizar el modelo si el rendimiento en las clases minoritarias es deficiente. Por otro lado, weighted avg considera el número de instancias verdaderas de cada clase para hacer frente al desequilibrio de clases y, en consecuencia, favorece a la clase mayoritaria.

La figura 4 presenta una ejemplificación de los resultados de predicción obtenidos por el modelo propuesto.

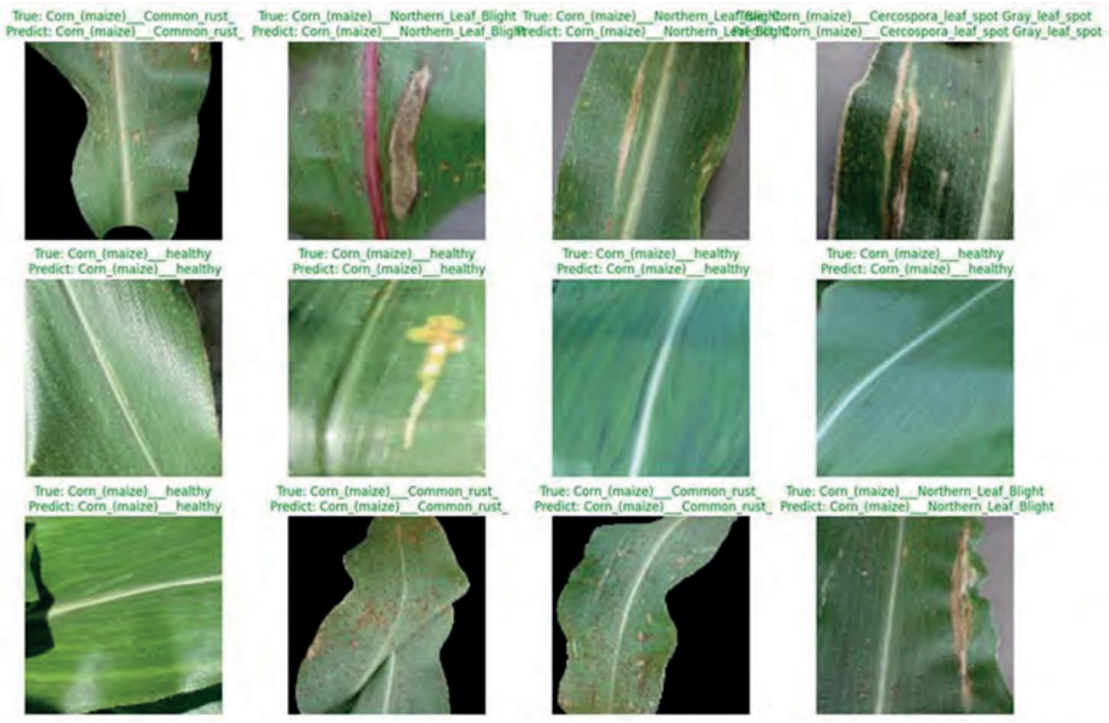


Fig. 4. Resultados de predicciones obtenidas por el modelo propuesto.

8 Conclusiones

La detección oportuna de enfermedades en hojas de maíz permite tratar de manera oportuna al problema, disminuyendo pérdidas monetarias y de tiempo. En este trabajo proponemos el uso de CNN para el proceso de detección, utilizando una capa densa totalmente conecta-

da y una capa global average pooling. Se utiliza el optimizador softmax y convolución con activación ReLu. Se entrenó y probó el modelo con un conjunto de datos compuesto por 12,000 imágenes. Los resultados muestran un 95% de exactitud, logrando mejores resultados que los obtenidos en los trabajos relacionados.

Referencias

[1] «Cereales: producción mundial por tipo en 2023/2024», Statista. Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: https://es.statista.com/estadisticas/1140499/produccion-mundial-de-cereales-por-tipo/

[2] S. de A. y D. Rural, «Maíz, cultivo de México», gob.mx. Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-cultivo-de-mexico

[3] Agroasemex, «Las plagas producen pérdidas de hasta un 40 por ciento en la producción agrícola, revela estudio de la FAO», 2019. [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/agroasemex/articulos/las-plagas-producen-perdidas-de-hasta-un-40-por-ciento-en-la-produccion-agricola-revela-estudio-de-la-fao

[4] N. Gobalakrishnan, K. Pradeep, C. J. Raman, L. J. Ali, y M. P. Gopinath, «A Systematic Review on Image Processing and Machine Learning Techniques for Detecting Plant Diseases», en *2020 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, 2020, pp. 0465-0468. doi: 10.1109/ICCSP48568.2020.9182046.

[5] C. H. Bock, G. H. Poole, P. E. Parker, y T. R. Gottwald, «Plant Disease Severity Estimated Visually, by Digital Photography and Image Analysis, and by Hyperspectral Imaging», *Critical Reviews in Plant Sciences*, vol. 29, n.º 2, pp. 59-107, 2010, doi: 10.1080/07352681003617285.

[6] A. Devaraj, K. Rathan, S. Jaahnavi, y K. Indira, «Identification of Plant Disease using Image Processing Technique», en *2019 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, 2019, pp. 0749-0753. doi: 10.1109/ICCSP.2019.8698056.

[7] P. K. Mugithe, R. V. Mudunuri, B. Rajasekar, y S. Karthikeyan, «Image Processing Technique for Automatic Detection of Plant Diseases and Alerting System in Agricultural Farms», en *2020 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, jul. 2020, pp. 1603-1607. doi: 10.1109/ICCSP48568.2020.9182065.

[8] S. Phadikar y J. Sil, «Rice disease identification using pattern recognition techniques», en *2008 11th International Conference on Computer and Information Technology*, 2008, pp. 420-423. doi: 10.1109/ICCITECHN.2008.4803079.

[9] Z. Sarayloo y D. Asemani, «Designing a classifier for automatic detection of fungal diseases in wheat plant: By pattern recognition techniques», en *2015 23rd Iranian Conference on Electrical Engineering*, 2015, pp. 1193-1197. doi: 10.1109/IranianCEE.2015.7146396.

[10] K. Thangadurai y K. Padmavathi, «Computer Visionimage Enhancement for Plant Leaves Disease Detection», en *2014 World Congress on Computing and Communication Technologies*, 2014, pp. 173- 175. doi: 10.1109/WCCCT.2014.39.

[11] Z. Yong, R. Tonghui, L. Changming, W. Chao, y T. Jiya, «Research on Recognition Method of Common Corn Diseases Based on Computer Vision», en *2019 11th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC)*, 2019, pp. 328-331. doi: 10.1109/IHMSC.2019.00082.

[12] K. Song, X. Sun, y J. Ji, «Corn leaf disease recognition based on support vector machine method», vol. 23, pp. 155-157, ene. 2007.

[13] A. Baliyan, V. Kukreja, V. Salonki, y K. S. Kaswan, «Detection of Corn Gray Leaf Spot Severity Levels using Deep Learning Approach», en *2021 9th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO)*, 2021, pp. 1-5. doi: 10.1109/ICRITO51393.2021.9596540.

[14] Z. Liu, Z. Du, Y. Peng, M. Tong, X. Liu, y W. Chen, «Study on Corn Disease Identification Based on PCA and SVM», en *2020 IEEE 4th Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC)*, 2020, pp. 661-664. doi: 10.1109/ITNEC48623.2020.9084689.

[15] «Corn or Maize Leaf Disease Dataset». Accedido: 15 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.kaggle.com/datasets/smaranjitghose/corn-or-maize-leaf-disease-dataset

Capítulo 46

Uso de la Inteligencia Artificial en el desarrollo de trabajos académicos, nivel superior

Sara Sandoval Carrillo [1]

[1] Universidad de Colima- Campus Colima. Avenida Universidad 333, colonia Las Víboras. Colima, Colima. C.P. 28040 sary@ucol.mx

Resumen. Se explica el creciente impacto de la inteligencia artificial (IA) en la producción de trabajos académicos a nivel universitario. En un entorno académico cada vez más competitivo y orientado hacia la tecnología, la IA se ha convertido en una herramienta indispensable para estudiantes y maestros. Se incluyen algunas ventajas en la generación de contenido original, agilizando la producción de trabajos académicos de alta calidad con el uso del ChatGPT. Además, se comenta como en la actualidad, los estudiantes pueden acceder a fuentes de información más variadas y procesar grandes conjuntos de datos de manera eficiente, mejorando la calidad de la investigación. Se tiene un acercamiento al conocimiento de la opinión de algunos estudiantes sobre la aplicación de la tecnología en sus trabajos académicos, específicamente del ChatGPT. Se menciona que el plagio incluye parafrasear textos, métodos, gráficos, ideas y cualquier otro producto de la inteligencia que pertenece a otra persona [1].

Palabras Clave: ChatGPT, Inteligencia artificial, redacción, trabajo académico, plagio.

Summary. The growing impact of artificial intelligence (AI) on the production of academic papers at the university level is explained. In an increasingly competitive and technology-oriented academic environment, AI has become an indispensable tool for students and teachers. Some advantages are included, such as generating original content and speeding up the production of high-quality academic papers using ChatGPT. Additionally, it is noted how students can now access more varied sources of information and process large data sets efficiently, improving the quality of research. There is an approach to understanding the opinions of some students regarding the application of technology in their academic work, specifically ChatGPT. It is mentioned that plagiarism includes paraphrasing texts, methods, graphics, ideas, and any other intellectual product that belongs to someone else [1].

Keywords: ChatGPT, Artificial Intelligence, Writing, Academic Paper, Plagiarism.

1 Introducción

En la era digital en la que vivimos, la inteligencia artificial (IA) ha surgido de manera disruptiva y está transformando una variedad de campos de estudio. Uno de los ámbitos en los que la IA está realizando cambios es la educación superior, donde se ha convertido en una herramienta necesaria para el desarrollo de trabajos académicos. La convergencia de tecnologías avanzadas ha dado lugar a un conjunto de herramientas que no solo facilitan la

investigación y el análisis, sino que también abren nuevas perspectivas para la creación de contenido académico.

Es interesante como la inteligencia artificial es aplicada al nivel superior, explorando cómo la tecnología está cambiando la forma en que los estudiantes y profesores abordan sus tareas académicas. A medida que avanzamos, es necesario comprender cómo estas herramientas pueden mejorar la calidad de los trabajos académicos, acelerar el proceso de investigación y fomentar la innovación en la producción de conocimiento. Existen las aplicaciones prácticas de la IA en la redacción, edición y organización de trabajos académicos, así como su capacidad para proporcionar recomendaciones personalizadas y generar perspectivas valiosas para la comunidad académica.

Esta tecnología está transformando el panorama de la educación superior y es necesario conocer cómo los profesores y estudiantes podemos aprovechar al máximo el potencial de la IA para mejorar la calidad y la eficiencia en la producción de trabajos académicos. Identificar primero cómo es que realizan los trabajos sin IA los estudiantes que desarrollan sus trabajos de tesis y cómo es que lo realizan con IA.

Los estudiantes de la Facultad de Telemática tienen diversas opciones de titulación y entre ella se encuentra el desarrollo de la tesis. Normalmente cuando la están desarrollando se quedan demasiado tiempo en la redacción de su estado del arte. Hace algunos años, cuando la IA no tenía la fortaleza necesaria para considerarse como opción de apoyo para complementar los trabajos académicos, los estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Software, en la materia de Metodología de Investigación tenían serias dificultades para iniciar su marco teórico porque a pesar de que se les explicaba cómo podrían redactar parafraseando, limitaban su inicio dado que no sabían cómo explicar con sus propias palabras, sin caer en el plagio. En su mayoría se veían orillados a tomar el texto entrecomillado y cada párrafo era una citación diferente de manera directa. Poco a poco se les ha instruido sobre cómo pueden parafrasear, tomando como ejemplo alguna cita relacionada con su tema de tesis. Y posteriormente utilizando sus propias palabras logran redactar un párrafo después de varios intentos y de un largo tiempo dedicado a leer y analizar la manera en la que pueden presentar la información del autor que se está revisando.

Los alumnos han manifestado que se sienten abrumados con la información que han revisado y no identifican con qué comenzar. Temen repetir lo que dice el autor revisado sin intensión de plagiar. Se les ha recomendado revisar la lista de sinónimos que contiene wordreference [2].

Se pretende que los estudiantes logren parafrasear y redactar lo mejor posible la información encontrada que les permita obtener la redacción de su marco teórico en el menor tiempo posible y con el mayor número de fuentes consultadas que permitan aclarar la problemática definida de su trabajo de tesis.

Vlasica, J. [3], nos comparte que es una realidad que hemos vivido desde hace tiempo. Pero hoy en día el contexto académico se ha visto impactado con el poder trabajar con herramientas avanzadas. Nos orilla a pensar en cambiar la forma en la que interactuamos y desarrollamos el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En principio al experimentar con el chatGPT se inicia al utilizarlo, con cierto temor. Pero conforme se van apreciando sus ventajas, las vamos incorporando en nuestros procesos académicos.

OpenAI genera el GPT-1 en el 2018, El ChatGPT surgió desde el 2019, con el GPT-2, en el 2020 con el GPT-3 y en 2023 surge GPT-4 (ChatGPT), que ahora tienen mayor capacidad para interactuar. Se observan mejoras en la aplicación, y se vuelve más atractivo para los usuarios que buscan mejorar la capacidad para sostener conversaciones y tener respuestas coherentes y legibles con la inteligencia artificial. [4]

2 Estado del arte

La IA se define por los autores Herrera & Muñoz [4], quienes al respecto lo conciben como una ciencia que se orienta a la búsqueda de la comprensión profunda sobre la inteligencia, teniendo en cuenta la delimitación de la misma, sus posibilidades y caracterizándola como un desafío de gran complejidad.

OpenAI es una empresa que utiliza una arquitectura de red neuronal llamada GPT (Generative Pre-trained Transformer) para generar respuestas en lenguaje natural a partir de entradas de texto. [5]

OpenAI genera el GPT-1 en el 2018, El ChatGPT surgió desde el 2019, con el GPT-2, en el 2020 con el GPT-3 y en 2023 surge GPT-4 (ChatGPT), que ahora tienen mayor capacidad para interactuar. Se observan mejoras en la aplicación, y se vuelve más atractivo para los usuarios que buscan mejorar la capacidad para sostener conversaciones y tener respuestas coherentes y legibles con la inteligencia artificial. [6]

Los chatbots, de acuerdo a García, Fuertes & Molas [7], viene de la raíz de chat, hablar, conversar, y bot, contracción de robot o un software capaz de ejecutar acciones o tareas. Se han dado a conocer mayormente por el uso constante de programas de mensajería instantánea y el modelo basado en aplicaciones.

ChatGPT, es un chatbot de inteligencia artificial, que permite mantener conversaciones de texto, y que se ha desarrollado tanto con técnicas de aprendizaje de refuerzo como supervisadas. Su base es el modelo GPT de OpenAI.

Para poder tener conversaciones de texto con humanos, se ha diseñado a ChatGPT con grandes cantidades de texto extraído fundamentalmente de Internet, solo hasta el 2021. Sus tareas van desde la traducción de textos hasta la generación de frases y textos sobre un tema determinado. [8]

Aunque se menciona que los chatbots se conforman de una red neuronal que se basa sobre patrones estadísticos extraídos de una base de datos vinculada a internet. Por lo que cuando un usuario hace una consulta, específica y no muy fácil de contestar de manera sencilla, los chatbots normalmente se demoran. Principalmente porque los algoritmos toman esa información de la consulta, que a veces inventan los hechos o son datos desactualizados. [9]. Por lo que no debemos confiar mucho de la información que se recaba de ellos.

3 Metodología

3.1. Diseño

La investigación se centrará en la Facultad de Telemática de la Universidad de Colima, donde por estrategia se estudiará el comportamiento de los estudiantes dado que el trabajo que desarrollan es el inicial con su tesis. Es una de las 9 opciones de titulación que se tienen para obtener su grado académico. Y tienen todo el semestre (agosto-enero) para desarrollar un trabajo que posteriormente puede servirles como proyecto de tesis para llevar a cabo su titulación. Evento donde podría defender el trabajo, con la fundamentación que ha desarrollado en su trabajo. La mayoría de los estudiantes desarrollan trabajos de tesis para titularse y durante un año (dos semestres) dedican a desarrollar un prototipo en la materia de Desarrollo de proyectos de innovación y en el siguiente semestre escriben el documento de tesis, plasmando el proyecto que ya realizaron. Por lo que se dan a la tarea de fundamentar el trabajo que ya realizaron.

Así mismo, se aplicará el Enfoque Cuantitativo porque se recopilará la información sobre el uso de la IA en trabajos académicos, como la frecuencia de uso, la mejora de la calidad de los trabajos y el rendimiento académico de los estudiantes.

3.2. Enfoques de la investigación

En este artículo se aplicó el enfoque Descriptivo puesto que se centra en describir de manera detallada cómo se está utilizando actualmente la inteligencia artificial en la producción de trabajos académicos a nivel superior. Se ha realizado una revisión de las herramientas y técnicas de IA más comunes utilizadas por estudiantes y académicos, así como ejemplos concretos de su aplicación.

En cuanto a la población, específicamente el estudio se centrará en los estudiantes del séptimo semestre de la carrera de ingeniería de Software, que para la materia de Metodología de la investigación deben escribir su tesis y redactar el documento como un primer borrador de tesis.

Dichos estudiantes, tienen en su mayoría la edad de entre 20 y 21 años, de sexos femenino y masculino. Se han elegido de manera al azar con un tipo de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), a dos grupos de alumnos del séptimo semestre. Cada grupo tiene 14 estudiantes para que con grupos pequeños se pueda trabajar más personalizado su seguimiento.

Se aplicarán dos cuestionarios en dos momentos diferentes, uno al inicio del semestre escolar cuando todavía no han buscado información de fundamento a su proyecto, ni utilizado algún tipo de chatbot para redactar su estado del arte; y otro después de haberles explicado cómo es posible utilizar el ChatGPT para complementar su redacción.

Los cuestionarios son formularios estructurados con preguntas cerradas y/o abiertas. Las encuestas se realizarán en línea y de 10 a 12 preguntas, para que no se distraiga mucho la atención del estudiante y no se malinterprete el análisis de uso del ChatGPT. Una encuesta será para conocer la experiencia del desarrollo de trabajos académicos sin apoyo de las IA y otra para que nos compartan la experiencia de escritura de su trabajo, con utilización de la IA, específicamente con el ChatGPT.

Las encuestas serán aplicadas en distintos momentos, el primero antes de comenzar a escribir su trabajo de tesis y el segundo cuando se les haya explicado las herramientas IA existentes y la utilidad para su redacción.

La encuesta se ha diseñado con la finalidad de analizar cuantitativamente las respuestas e identificar las oportunidades de mejora en la búsqueda de información. Con ello permitir que los estudiantes tengan la fundamentación de sus trabajos bien fundamentados y seguros de lo que están por desarrollar. La encuesta tendrá preguntas abiertas que permitirán conocer su experiencia y poder entablar un listado de ventajas y desventajas derivadas de los resultados que se obtengan de la aplicación.

Podríamos decir que entre algunas de las razones detrás del impacto de la inteligencia artificial (IA) en la producción de trabajos académicos a nivel universitario están las siguientes:

- La IA puede automatizar tareas repetitivas asociadas con la investigación y la redacción académica. Por ejemplo, la corrección gramatical y de estilo, la revisión de referencias bibliográficas, la organización de datos y la generación de gráficos pueden realizarse de manera eficiente y rápida con la ayuda de herramientas de IA. Esto le da tiempo a los estudiantes y docentes para concentrarse en las tareas más críticas.
- Existen sistemas de IA, como los generadores de texto, que pueden producir contenido académico de calidad. Si bien estos sistemas no reemplazan la investigación y la creatividad humana, pueden ser útiles para generar ideas, resúmenes y borradores iniciales de documentos, lo que acelera el proceso de escritura. Así como el ChatGPT.
- Las herramientas de IA pueden ayudar a mejorar la calidad de la escritura académica al brindar sugerencias de corrección gramatical y de estilo. Esto es muy útil para quienes cuya lengua materna no es el idioma en el que están escribiendo.
- Los sistemas de IA pueden ayudar a los estudiantes y profesores a buscar y acceder a una amplia gama de fuentes de información y datos de manera eficiente. Los buscadores mejorados por IA y las técnicas de procesamiento de lenguaje natural permiten una recuperación más precisa y rápida de la información relevante.
- La IA, además, facilita el análisis de datos en investigaciones. Las herramientas de IA pueden ayudar en la identificación de patrones y en la gestión de grandes volúmenes de datos, lo que es esencial en muchas disciplinas académicas.
- Las herramientas de IA pueden auxiliar identificando el plagio y el uso inadecuado de fuentes en trabajos académicos, promoviendo con ello la integridad académica.
- En la investigación científica, la IA se utiliza para el procesamiento de datos, el modelado predictivo y la automatización de experimentos.
- En la educación superior, la IA se utiliza para personalizar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, adaptando el contenido acorde a las necesidades individuales de cada estudiante.

Se observa que la IA nos da numerosas ventajas en la producción de trabajos académicos, por lo que es importante que los estudiantes y académicos utilicen estas herramientas de manera ética. Y sobre todo que conozcan la interfaz con la que es posible trabajar y generar contenido textual académico, pero debidamente citado, conociendo la pantalla principal del ChatGPT como se muestra en la Figura 1 y adentrándonos a la utilización de Prompts para generar información académica y complementaria a nuestra redacción.

Fig. 1. Imagen principal de ChatGPT.

4 Resultados

Se tuvo acercamiento con los estudiantes para que dieran respuesta a la encuesta previa a la utilización de la IA, aunque la misma es en formato digital, se acudió a cada uno de los grupos de manera presencial para poder presentarme como investigadora sobre el tema, con fines de identificar la oportunidad de mejora en la redacción de los productos académicos desarrollados en la Facultad de Telemática y específicamente para los de tesis. Se platicó sobre la problemática y objetivos de esta investigación y en voz alta comentaron que estaban de acuerdo en participar y dar respuesta lo más sincero posible. A la mitad de los encuestados, se les aplicó el día lunes en horario de las 9am a 10a.m y se tuvo la oportunidad de observar sus actitudes y escucharlos mencionar que ellos no iban a utilizar la tecnología para redactar su marco teórico puesto que es algo más bien propio, redacción de sus conclusiones de lo que leían. Todos se centraron en concentrarse para dar respuesta, al finalizar la encuesta se escuchaban los murmullos al mencionar entre ellos que algunos no conocían que diferentes inteligencias artificiales podían utilizar para obtener información complementaria a la tesis. Que si habían escuchado sobre la existencia del ChatGPT pero que no habían visto la utilidad que le podrían dar para aplicarla en su investigación.

Posteriormente, y por causa de que los grupos en la Facultad de Telemática no son mayores a 15 estudiantes, es que se acudió en horario diferente al otro grupo de estudiantes. De igual manera a través de la encuesta y de la observación se recabo información sobre las reacciones a la hora de contestar la misma.

Después de aplicar la encuesta para identificar la forma en la que recaban información sobre el marco téorico para incluir en sus trabajos académicos. Han mencionado que la redacción del estado del arte es complicada iniciar puesto que al ser principiantes en la redacción de un tema que todavía no dominan del todo les cuesta trabajo comenzar a redactar sobre el tema. Ya que han iniciado, identifican poco a poco como ir retomando la información que van encontrando. Y ya avanzando en el tema, redactan con mayor agilidad. Que primero van a consultar fuentes de información y que algunos no dominan el inglés y encuentran referencias en ese idioma y primero tienen que analizar lo que captan e ir aclarando dudas

sobre terminologías del idioma. Ya que comprenden, comienzan a redactar sus ideas y a parafrasear lo que van encontrando y sumando a sus trabajos académicos. Además, que en la redacción han debido preocuparse en cómo escribir correctamente y han utilizado herramientas como la aplicación de la RAE para asegurarse de la escritura de algunas palabras, así como de sinónimos para utilizarlos en lugar de algunas palabras.

Dado que se les dará tiempo para mostrarles algunas herramientas de Inteligencia Artificial y se guiará una primera demostración sobre cómo podrían obtener información de la IA, en este artículo solo se mostrará lo relativo a la planeación de la aplicación de encuesta de experiencia sin la IA. Se les comentará en una clase, qué es una herramienta artificial, para qué sirve, qué tipos existen, qué es un prompt, escritura de una propuesta de prompt con al menos dos verbos recomendables.

De los 28 estudiantes encuestados, 14 de ellos dijeron estar de acuerdo con que logran redactar su párrafo para iniciar y completar su marco téorico. Solamente tres de ellos dijeron no estar preparados. En cuanto a la experiencia al redactar su párrafo, la mayoría comenta que fue fácil realizarlo y redactarlo. Por lo que es observable que mientras se han mantenido trabajando sin la IA, ellos se adaptan y logran generar trabajos de calidad. 12 estudiantes dijeron que lograron iniciar su redacción sin algún problema. 13 estudiantes lograron parafrasear rápidamente. 7 estudiantes utilizaron cita directa y 22 con cita indirecta. Se les pidió parafrasear un párrafo derivado de un artículo científico elegido de cualquier fuente pero relacionado con su tema de tesis y casi el 50% de ellos mencionaron que fue complicado escribirlo ya que no tenían experiencia y no habían realizado uno parafraseando información de un autor. Por eso cuando se les preguntó si su experiencia había sido positiva, 16 estudiantes dijeron que fue difícil redactarlo y no lograron redactarlo rápidamente.

La mayoría considera que para redactar bien, es necesario leer, tener conocimiento del tema, ampliar su vocabulario, identificar sinónimos, tener un contexto. Y todo ello, sin dejar de considerar que el 100% de los estudiantes encuestados ya habían parafraseado antes. No tan a profundidad ni con la experiencia después de darles una breve explicación sino solo para entrega de tareas en algunas materias como metodología de la investigación, control de calidad, software seguro, entre otras.

Para parafrasear bien es necesario leer revistas especializadas sobre el tema que se investiga, utilizar artículos que contengan información que se pueda usar en la tesis, y no solo que sea del mismo tema, porque a veces puede que sea el mismo tema en general pero no aporte nada a la tesis, reunir fuentes confiables y saber qué es lo que se quiere comunicar en esa sección, analizar qué tipo de cita puede ser más conveniente al momento de estar realizando la tesis, investigar diferentes temas relativos al que se trabaja, comenzar a ampliar el vocabulario para la utilización de sinónimos y conectores para lograr transmitir la idea del autor original sin necesidad de copiar las palabras, entender bien los temas, tener en cuenta a qué se quiere enfocar, mantener solo la información importante, los detalles como números y cantidades pueden saltarse si no se trata de algo relevante al tema principal de la tesis, tener las referencias y citas a la mano y revisar las frases escritas e intentar comprender primeramente el texto del que se está basando para poder redactar correctamente el parafraseo.

5 Conclusiones y Trabajo a Futuro

La mayoría de los estudiantes deberían trabajar individualmente, su aprendizaje sería más adaptado a sus necesidades; sin embargo, en los últimos años, los proyectos en equipo y la consultoría de proyectos individuales con pares se han vuelto más comunes. Sobre todo, porque en las aulas se fomenta el trabajo en equipo que se presentará en el área laboral cuando egresen y es buen momento para ir adaptándose a este tipo de trabajo. Esto supone una desventaja para los estudiantes que, por algún motivo, no forman parte de alguno de los grupos sociales por diversas razones. Diría que para sentirse más acompañados y mejorar al tener iniciativa de redacción y comenzar trabajos académicos con buena fundamentación es cuando tienen acercamiento con la inteligencia artificial en sus diversas herramientas generadas en la actualidad. [10]

Aun cuando los estudiantes podrán hacer uso de la información que les genere la IA, es posible validar la información con una herramienta antiplagio gratuita y en el caso de que el docente tenga licencia de turniting será todavía más certero el resultado que se presente.

Como dice Raventós, C. L., & Belli [11], es posible identificar cuando un trabajo es plagiado, en el momento que se utilizan algunas palabras comunes que el generador de información está presentando como válida. Las fechas que proporciona son anteriores a 2021 que es hasta cuando tiene actualizada la información el ChatGPT, por ejemplo.

La IA sobre la cual se hace la recomendación de uso es el ChatGPT y aunque los estudiantes pueden elegir cualquiera, en el momento en el que se les muestra algunas ventajas en la búsqueda y redacción de información, es posible que se sientan más atraídos sobre ella puesto que se le mostrarán las ventajas. Se tendrá una clase posteriormente donde se mostrará su ventaja y se practicará la redacción de algunos párrafos que le permitan identificar su estructura y lo que puede hacer para que realmente sea un parafraseo de lo investigado. De cualquier manera, en una segunda encuesta, se les consultará sobre la IA que han utilizado y prefieren utilizar comúnmente para el desarrollo de sus trabajos académicos.

Referencias

[1] Lund, B. D., Wang, T., Mannuru, N. R., Nie, B., Shimray, S., & Wang, Z. (2023). ChatGPT and a New Academic Reality: AI-Written Research Papers and the Ethics of the Large Language Models in Scholarly Publishing. JASIS&T. http://dx.doi.org/10.1002/asi.24750, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=4389887 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4389887

[2] Wordreference (s/f). Diccionarios de Español, Inglés, Francés, Portugués - Wordreference.com. https://www.wordreference.com/es/

[3] Vlasica, J. (2023, 14 abril). ChatGPT: ¿Es una nueva herramienta para optimizar nuestros trabajos académicos? https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667697?locale-attribute=es.

[4] Herrera, L., & Muñoz, D. (2017). Inteligencia artificial y lenguaje natural. Lenguas Modernas, (19), 157–165. Recuperado a partir de https://lenguasmodernas.uchile.cl/index.php/LM/article/view/45790

[5] Guamán, M. A. M. (2023). ChattGPT, ventajas, desventajas y el uso en la Educación Superior. Killkana sociales: Revista de Investigación Científica, 7(1), 3-8.

[6] Olite, F. M. D. (2023, 25 mayo). Chat GPT: origen, evolución, retos e impactos en la educación. Diego Olite | Educación Médica Superior. https://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/3876/1508

[7] García Brustenga, G., Fuertes Alpiste, M., & Molas Castells, N. (2018). Briefing paper: los chatbots en educación.

[8] ChatGPT, qué es, para qué sirve. (2023, marzo 23). Computing. https://www.computing.es/analytics/chatgpt-que-es-para-que-sirve/

[9] Cronista, E. (2023, marzo 22). Inteligencia artificial: por qué los chatbots inventan información. El Cronista. https://www.cronista.com/infotechnology/it-business/inteligencia-artificial-por-que-los-chatbots-inventan-informacion/

[10] Malinka, K., Peresíni, M., Firc, A., Hujnák, O., & Janus, F. (2023, June). On the educational impact of ChatGPT: Is Artificial Intelligence ready to obtain a university degree? In Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1 (pp. 47-53).

[11] Raventós, C. L., & Belli, S. Comprender y evitar el plagio en el aula. Honestidad y confianza a través de los software antiplagio. La formación de profesores. https://n9.cl/y5g12

Capítulo 47

Uso de inteligencia artificial generativa ChatGPT como estrategia para la práctica del idioma inglés y para la mejora de las competencias digitales en estudiantes de pregrado inscritos a la asignatura de Lengua Extranjera 3.

Berenice Martínez Álvarez[1], Diana Guadalupe De la Luz Castillo[2], Edna Minerva Barba Moreno[3], José Guadalupe Morales Montelongo[4]

Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de Guadalajara, Guanajuato No. 1045. C.P. 44260. Col. Alcalde Barranquitas, Jalisco, México. berenice.malvarez@academicos.udg.mx[1] diana.delaluz@academicos.udg.mx[2]

Centro Universitario de Tonalá, Universidad de Guadalajara, Av. Nuevo Periférico No. 555 Ejido San José Tateposco, C.P. 45425, Tonalá, Jalisco, México. Minerva.Barba@academicos.udg.mx[3] Jose.Gpe.Morales@academicos.udg.mx[4]

Resumen. La Inteligencia Artificial Generativa puede ser útil para el aprendizaje de idiomas debido a la interacción en tiempo real y además permite el desarrollo de las habilidades lingüísticas. Lo que abre la oportunidad para el presente trabajo que comparte los primeros datos, avances y resultados parciales obtenidos durante los dos primeros meses del ciclo escolar 2024B, en donde se ha implementado una estrategia apoyada en la utilización de una herramienta basada en inteligencia artificial generativa (IAGen), específicamente ChatGPT, con la intención de contribuir al mejoramiento de las competencias digitales y para la práctica de la lengua inglesa en estudiantes de pregrado que cursan la asignatura de Lengua Extranjera 3, quienes interactúan y resuelven actividades pedagógicas diseñadas bajo el modelo instruccional ASSURE, para con ello, generar experiencias de aprendizaje innovadoras para el reforzamiento de tiempos verbales.

Los datos iniciales que se comparten en esta investigación, fueron recabados a través de encuestas y cuestionarios que muestran evidencia de la experiencia de uso previa de los estudiantes con herramientas basadas en IAGen. Así también, se obtuvo información respecto de su disponibilidad de equipamiento tecnológico y acceso a internet. Además, se aplicaron algunos cuestionarios para la identificación de su conocimiento previo de la lengua inglesa y un autodiagnóstico de competencias digitales. Finalmente, se describe una de las actividades pedagógicas diseñada con el modelo instruccional ASSURE.

Esta investigación es de tipo cualitativa, descriptiva y fenomenológica y desde esa óptica, se busca saber cómo el estudiante percibe y experimenta el uso de ChatGPT en su propio proceso de aprendizaje de la lengua inglesa y conocer su percepción respecto de si hacer uso de esta herramienta basada en IAGen contribuye o no a la mejora de sus competencias digitales. Al concluir el presente ciclo escolar, se aplicarán encuestas y cuestionarios de salida para recabar los datos finales que permitan realizar un análisis y una comprensión

profunda y detallada del impacto del uso de este tipo de herramientas tecnológicas en su proceso de aprendizaje y en sus competencias digitales.

Palabras clave: inteligencia artificial generativa, ChatGPT, idioma inglés, modelo ASSURE, competencias digitales.

Área de conocimiento: Inteligencia artificial, Competencias en TIC, Innovación en TIC.

Abstract. Generative Artificial Intelligence can be useful for language learning due to real-time interaction and also allows the development of linguistic skills. Within this context, this paper shares the first data, progress and partial results obtained during the first two months of the 2024B school year, where a strategy has been implemented supported by the use of a tool based on generative artificial intelligence (GenAI), specifically ChatGPT, with the intention of contributing to the improvement of digital skills and for the practice of the English language in students registered in the subject of Foreign Language 3, who interact and solve pedagogical activities designed under the ASSURE instructional model , in order to generate innovative learning experiences for the reinforcement of verbal tenses.

The initial data shared in this research was collected through surveys and questionnaires that show evidence of students' previous use experience with tools based on IAGen. Likewise, information was obtained regarding their availability of technological equipment and internet access. In addition, some questionnaires were applied to identify their prior knowledge of the English language and a self-diagnosis of digital skills. Finally, one of the pedagogical activities designed with the ASSURE instructional model is described.

This research is qualitative, descriptive and phenomenological and from that perspective, the aim is to know how the student perceives and experiences the use of ChatGPT in their own process of learning the English language and to know their perception of whether or not this tool contributes to the improvement of their digital skills. At the end of this school year, more surveys and questionnaires will be applied to collect final data that will allow for a deep and detailed analysis and understanding of the impact of the use of this type of technological tools on their learning process and on their digital skills.

Keywords: Generative artificial intelligence, ChatGPT, English language, ASSURE instructional model, digital skills.

1 Introducción

Actualmente, existen múltiples herramientas basadas en Inteligencia Artificial (IA) que se han utilizado para agilizar procesos, analizar grandes cantidades de información, generar contenidos, entre otros. Por ello, diversas instancias a nivel mundial, han enfatizado la importancia de apropiarse de estas tecnologías, con la intención de mejorar procesos, tareas, actividades, tanto en el contexto de la industria, la cultura, en lo social, y también en lo educativo, destacando la importancia de su uso ético y responsable.

En este sentido, el presente trabajo comparte los datos iniciales, avances en la puesta en marcha de la estrategia y resultados parciales obtenidos en los dos primeros meses del ciclo escolar 2024 B. Periodo en el que se ha implementado esta dinámica que busca abonar en el mejoramiento de las competencias digitales y para la práctica de la lengua inglesa, en estudiantes de pregrado que cursan la unidad de aprendizaje de Lengua Extranjera 3, idio-

ma inglés, en el programa del Centro de Lenguas Extranjeras del Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad de Guadalajara. Lo anterior, a través de la interacción de los educandos con una herramienta basada en Inteligencia Artificial Generativa (IAGen), específicamente ChatGPT (Generative Pretrained Transformer), para realizar actividades previamente diseñadas bajo el modelo instruccional ASSURE, con la intención de generar experiencias de aprendizaje adicionales para el reforzamiento de estructuras gramaticales en diferentes tiempos verbales.

La integración de nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza aprendizaje del idioma inglés es necesaria para enriquecer las dinámicas de trabajo en el aula, así como en el diseño de actividades orientadas al aprendizaje en un curso de idioma extranjera.

Al respecto, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico menciona que "estas herramientas digitales que se implementan en las escuelas y en las aulas deben ser de alta calidad, estar cuidadosamente diseñadas y estructuradas a fin de beneficiar la enseñanza y mejorar el aprendizaje de los estudiantes [10]".

Además de brindar actividades para el aprendizaje basadas en herramientas tecnológicas, en paralelo se contribuye a la mejora de las competencias digitales en los estudiantes, dado que "la tecnología puede ser parte de la solución a fin de impulsar las competencias que los individuos necesitan para participar activamente en la sociedad y en un futuro cada vez más intensamente digital [10]."

La inteligencia artificial generativa (IAGen) permite una interacción directa a través de Chatbots, en los que se pueden hacer diferentes consultas, y derivado de ello, generar productos basados en texto, imágenes, videos, presentaciones, entre otros.

Por tal motivo, el presente proyecto de investigación y de exploración de la inteligencia artificial generativa, específicamente ChatGPT, comparte una estrategia que actualmente se está implementando en el ciclo escolar 2024 B, para identificar y aprovechar sus usos, orientados al diseño instruccional de actividades pedagógicas, basadas en el modelo ASSURE, para la práctica de la lengua inglesa, dirigidas al análisis de oraciones y estructuras gramaticales en diferentes tiempos verbales. Asimismo, para coadyuvar a la mejora de las competencias digitales de los estudiantes inscritos en la materia de Lengua Extranjera 3, idioma inglés.

2 Estado del arte

A través del tiempo se han generado diversos acercamientos para definir el término de competencias digitales. Ejemplo de ello es la que menciona Coward en la *Guía para la evaluación de las competencias digitales*, en donde indica que también se le denominan *habilidades o aptitudes digitales*, las cuales consideran que el individuo debe tener conocimientos y competencias para que pueda hacer uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC), para el logro de sus objetivos personales y profesionales [2].

Para fines de este trabajo usaremos la síntesis que realizó Nóbile y Gutiérrez, con base en el análisis de diferentes autores que brindan su perspectiva para definir las competencias digitales. De esta manera, delimita el concepto como un "conjunto de conocimientos, habi-

lidades, valores, estrategias aplicados en numerosas situaciones, con diferentes objetivos, de manera segura, ética y responsable [4].”

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la inteligencia artificial a diferencia de otras tecnologías de información, tiene un impacto mayor en el contexto social, económico y educativo, debido a que esta tecnología puede imitar el comportamiento humano, y esto pone en alerta respecto de su potencial y sobre todo de su uso ético y responsable. Es por ello que este organismo enfatiza que “estos retos requieren competencias específicas que van más allá de la alfabetización digital tradicional [8].”.

En ese sentido, y de acuerdo con una noticia publicada en el sitio web de esta Organización, en la que se menciona que ha emitido una serie de lineamientos dirigidos a los países con miras a la regulación del uso de la IA para que puedan “desarrollar estrategias educativas de IA éticamente informadas, inclusivas, adaptables y con una visión de futuro [15].”. Estas recomendaciones están enfocadas al uso responsable y en la ética, destacando que los estudiantes y docentes deben adquirir conocimientos y habilidades en el uso de la IA, para que puedan desarrollar soluciones a problemas, a través de la creatividad y centrado en el bien de la humanidad.

Con esa finalidad, y para el diseño de las actividades con las que se busca contribuir al reforzamiento de tiempos verbales en idioma inglés, se utilizó el modelo instruccional ASSURE. El cual considera seis pasos para su desarrollo: ***A****nalyze learners;* ***S****tate Objectives;* ***S****elect Methods, Media and Materials;* ***U****tilize Media and Materials;* ***R****equire learner participation;* ***E****valuate and Revise*. Dicho modelo enfatiza el uso de tecnología en la instrucción con la intención de crear actividades atractivas e interactivas basadas en necesidades de aprendizaje de los estudiantes y objetivos concretos a alcanzar, así como la selección de métodos, medios y materiales, para que los estudiantes participen activamente en la actividad y al finalizar realicen una evaluación del desempeño alcanzado por los estudiantes y, de ser necesario, hacer ajustes en los pasos previos [6].

Así también, como lo indica Buitrago “es posible afirmar que el aprendizaje de una segunda lengua requiere el desarrollo de competencias comunicativas y tecnológicas específicas que posibiliten los niveles de concreción de la proficiencia, la competencia y la función [6]”. Además enfatiza como requerimientos metodológicos para la didáctica de lenguas el que sea: activa y lúdica; centrada en el estudiante; potenciadora de estilos y estrategias de aprendizaje; flexible e innovadora e interpersonal-intercultural [6].

Para la identificación de las competencias digitales la DigComp desarrolló un Marco de Competencias Digitales para la Ciudadanía de la Unión Europea, en el que se definen los niveles de competencia básico, intermedio, avanzado y altamente especializado, a través de las siguientes áreas clave: 1) Búsqueda y gestión de información y datos: se refiere a la habilidad para identificar necesidades de información y buscarlos en entornos digitales. Para después valorar su pertinencia y relevancia. Y finalmente, organizar, gestionar y almacenar información obtenida. 2) Comunicación y colaboración: se refiere a la utilización de herramientas digitales para interactuar, com partir, colaborar y participar en comunidades online. 3) Creación de contenidos digitales: se refiere a la capacidad para desarrollar y editar contenido digital, salvaguardando los derechos de autor y licencias. 4) Seguridad: se refiere al

conocimiento que deben tener las personas respecto de la protección de datos y seguridad digital. 5) Resolución de problemas: se refiere a la resolución de problemas técnicos y la capacidad para aprender nuevas competencias digitales [14].

La inteligencia artificial generativa (IAGen) ayuda en la creación de contenido digital basado en consultas directas en herramientas tecnológicas llamadas ChatBots. Y en ese sentido, la Universidad de Guadalajara, desarrolló una guía en la que brinda diferentes lineamientos de uso para la IAGen, entre ellos destaca las siguientes recomendaciones para generar consultas o prompt claros en IAGen: 1) Asignar un rol, por ejemplo: "actúa como un profesor de matemáticas"; 2) Definir el tipo de tarea que se desea, indicando si ésta debe ser una lista de elementos, cuento, etc.; 3) Brindar un contexto: por ejemplo "considera la época de la Revolución Mexicana…".; 4) Especificar delimitadores en las consultas: por ejemplo, en cuanto a la longitud, el idioma deseado, etc [16].

De acuerdo con Chicaiza, una de las ventajas de utilizar el ChatGPT para el aprendizaje de un idioma extranjero, es que esta herramienta brinda retroalimentación inmediata y personalizada, dado que la interacción con ésta es en tiempo real [12]. Y esto permite que el estudiante realice consultas con fines de mejoramiento de sus habilidades, entre ellas, la escritura. Esto es posible dado que que ChatGPT puede identificar errores gramaticales, de puntuación y con ello brindar sugerencias para la mejora de habilidades lingüísticas de manera individualizada y también fomentar el aprendizaje autónomo del estudiante.

Entonces al hacer uso de estas tecnologías basadas en inteligencia artificial, particularmente ChatGPT, se busca incidir en el mejoramiento de las competencias digitales de los estudiantes y el reforzamiento de estructuras gramaticales en diferentes tiempos verbales de la lengua inglesa, en la unidad de aprendizaje Lengua Extranjera 3, dado que como lo menciona Coward "las competencias digitales, también llamadas habilidades o aptitudes digitales, abarcan los conocimientos y competencias necesarios para que un individuo pueda utilizar las TIC a fin de lograr objetivos personales y profesionales [2].".

3 Metodología

La presente investigación comparte los datos iniciales, los avances y resultados parciales obtenidos en los dos primeros meses del ciclo escolar 2024-B, en los que se ha implementado la estrategia de utilizar la herramienta ChatGPT basada en IAGen, para la práctica de la lengua inglesa y para el mejoramiento de las competencias digitales de los estudiantes en el curso de Lengua Extranjera 3. En ese tiempo se consiguieron los datos para generar el diagnóstico de los estudiantes en cuanto a su disponibilidad de equipamiento tecnológico y disponibilidad de internet, así como la autoevaluación por parte de los estudiantes respecto de sus habilidades tecnológicas, también su experiencia previa (antes de iniciar el presente curso) de uso de herramientas basadas en IAGen, la identificación de conocimientos previos de los tiempos verbales que se desarrollaron en las unidades de aprendizaje de nivel 1 y 2.

Para el desarrollo de las primeras actividades de aprendizaje de esta estrategia, se utilizó el modelo instruccional ASSURE, las cuales integraron la interacción con ChatGPT, con la intención de coadyuvar a la mejora de las competencias digitales de los estudiantes

inscritos a la asignatura de Lengua Extranjera 3, así como para la práctica adicional y reforzamiento de tiempos verbales en el idioma inglés.

Esta investigación está basada en la metodología cualitativa, dado que busca obtener una comprensión profunda y detallada del impacto del uso de herramientas basadas en inteligencia artificial generativa, particularmente ChatGPT, para el reforzamiento de estructuras gramaticales en la lengua inglesa, así como abonar al mejoramiento de las competencias digitales de los estudiantes de la unidad de aprendizaje Lengua Extranjera 3.

Como se menciona en el artículo de Flores Macías, la investigación cualitativa está orientada a encontrar hallazgos que no pueden obtenerse con procedimientos estadísticos o por medio cuantitativos. Sino que se enfoca en recoger las experiencias, comportamientos, emociones y sentimientos de los individuos participantes en el objeto de estudio [5].

Razón por la que esta investigación busca obtener respuesta a las siguientes preguntas:

¿Es el ChatGPT una herramienta fácil de utilizar por los estudiantes del curso de nivel 3 de Lengua Extranjera, idioma inglés? ¿Se pueden diseñar actividades pedagógicas basadas en el modelo instruccional ASSURE e integrar el uso de ChatGPT para el reforzamiento de estructuras gramáticas en diferentes tiempos verbales en la lengua inglesa? ¿Es ChatGPT útil para el repaso y comprensión de tiempos gramaticales en idioma inglés? ¿Puede el uso del ChatGPT contribuir a la mejora de las habilidades tecnológicas o competencias digitales en los estudiantes inscritos al curso de Lengua Extranjera?

Para ello, se utilizaron métodos cualitativos que permitieron obtener datos descriptivos a través de encuestas para recuperar opiniones y experiencias de los estudiantes en cuanto al uso de herramientas basadas en IA (antes de iniciar el presente curso), entre otros. Asimismo, el uso de cuestionarios para identificar saberes previos de la lengua inglesa y un autodiagnóstico de competencias digitales en el que el estudiante contestó, desde su perspectiva, una sería de preguntas. Además se han realizado observaciones en el aula para identificar la forma en la que los estudiantes interactuaron con la herramienta tecnológica basada en IAGen, tanto al momento de la capacitación en su uso y una actividad de repaso. De igual modo, se revisará y analizará el contenido de los documentos generados por los estudiantes como producto de las actividades pedagógicas diseñadas bajo el modelo instruccional ASSURE que se realizaron como tareas en casa. También esta investigación tiene un enfoque fenomenológico, dado que como lo menciona Sime Poma “este método es apropiado para investigaciones cualitativas que buscan profundizar intensamente en las perspectivas de los sujetos en relación con una experiencia determinada en la cual han estado o están directamente involucrados.” [7] Desde esa óptica, se busca saber cómo el estudiante percibe y experimenta el uso de ChatGPT en su propio proceso de aprendizaje de la lengua inglesa y conocer su percepción respecto de si hacer uso de esta herramienta basada en IAGen contribuye o no a la mejora de sus competencias digitales. Lo anterior, se logrará al concluir el presente ciclo escolar y después de conseguir los datos finales obtenidos de encuestas y cuestionarios de salida. Para finalmente, realizar un análisis más profundo de los hallazgos encontrados.

3.1. Población meta

Los estudiantes inscritos al curso de Lengua Extranjera 3, pertenecen a diferentes programas de pregrado del Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades. La mayoría

de los alumnos están adscritos al programa educativo de Trabajo Social, pero también hay alumnos de Antropología, Relaciones Internacionales y Letras Hispánicas. En este proyecto participan dos grupos, en el primero están registrados 21 alumnos y en el segundo 19 alumnos. Las edades de los estudiantes oscilan entre los 19 y 30 años de edad pero también se cuenta con la participación de una alumna de 64 años de edad.

De acuerdo con el portal web universitario del Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad de Guadalajara, en la sección de Licenciaturas, opción Plan de Estudios y Perfil de Egreso de las programas educativos antes mencionadas, no se especifican las competencias digitales que debe tener el estudiante al término de su carrera universitaria. Pero sí destaca como primordial la participación en investigación académica y la generación de proyectos de intervención, así como el conducirse con ética y profesionalismo. También menciona la necesidad del dominio de una segunda lengua [3].

En ese sentido, la Universidad de Guadalajara, en su Plan de Desarrollo Institucional 2019-2025, indica como objetivo general del apartado de Docencia e Innovación Académica el "impulsar la formación integral de los estudiantes asegurando el desarrollo de habilidades y competencias para la vida profesional y la construcción de una ciudadanía ética y con perspectiva global [11]".

3.2. Unidad de aprendizaje y recursos utilizados en la asignatura

El curso de Lengua Extranjera 3, idioma Inglés, de acuerdo al plan de estudios de los programas de estudio antes mencionados, pertenece al Área de Formación Común Obligatoria, y tiene una carga horaria de 180 horas totales, las cuales se desarrollan en tres días a la semana (6 horas) [3]. Esta asignatura considera teoría y práctica, por lo que no cuenta con posibilidad de examen extraordinario. Además para la acreditación de la misma se debe contar con un mínimo de 80 por ciento de asistencia y la calificación mínima aprobatoria es de 60 (sesenta).

El curso se basa en el libro Open Mind 3, segunda edición, de la editorial MacMillan. Entre los temas gramaticales que se desarrollan en el programa están el Presente Perfecto Yet/Already, Presente Perfecto Progresivo, Pasado Perfecto, Reported Speech, Reported Questions, Tercer condicional, Modales de deducción, entre otros. Asimismo se utilizan los archivos de audio del libro para completar los ejercicios en el libro de gramática y el libro de trabajo.

Como herramientas adicionales, se creó un curso en la plataforma Google Classroom, en donde se publican videos en Youtube, previamente analizados y seleccionados, para la comprensión de temas gramaticales y de contexto de uso. Así mismo, se seleccionaron e integraron ligas a páginas web que ofrecen ejercicios gratuitos en línea autoevaluables para que de esta forma el estudiante identifique los aciertos y errores al momento de finalizar la práctica con esos recursos, así como actividades pedagógicas que consideran la interacción con ChatGPT.

3.3. Instrumentos y resultados parciales

Para obtener un panorama general de la disposición de equipamiento tecnológico y acceso a internet por parte de los estudiantes en el curso, se diseñó y aplicó un instrumento, el cual muestra que más del 97% de los encuestados cuentan con un smartphone, y el 35% men-

ciona tener una computadora portátil, de los cuales, el 39% indica tener acceso a internet inalámbrico en casa y el 32% utilizar el internet inalámbrico en su escuela. Casi el 82% de los estudiantes indicó que el smartphone/equipo de cómputo es para su uso exclusivo para el desarrollo de sus actividades escolares, mientras que el resto indica que son recursos compartidos con familiares.

Adicionalmente, se diseñó y aplicó un breve cuestionario con el objetivo de identificar el nivel general de conocimientos previos de los puntos gramaticales que cursaron en Lengua Extranjera, idioma inglés, nivel 1 y 2. Entre los temas consultados fueron el Presente Simple, Presente continuo, Pasado Simple, "Be Going to" para expresar planes e intenciones a futuro, Presente continuo para expresar futuro, Pasado continuo, Presente Perfecto, los condicionales cero, primero y segundo. El puntaje máximo es de 41 puntos, que equivalen a la misma cantidad de reactivos de opción múltiple. En los resultados se observa que el 42 por ciento de los estudiantes tiene un nivel de conocimientos intermedio, dado que comprenden de manera general las estructuras gramaticales pero se observan algunos errores en su aplicación, así también el 48 por ciento de los participantes muestran un nivel bajo de conocimientos en la comprensión y uso de estructuras y tiempos gramaticales antes mencionados, debido a que confunden los tiempos verbales o no aplican correctamente las reglas gramaticales básicas, por lo que es necesario reforzar la comprensión de las reglas gramaticales. Sólo un 10 por ciento de los estudiantes tienen un nivel alto en la comprensión de los temas antes mencionados. Derivado de ello, se realizó un repaso y ejercicios para el reforzamiento, previo al inicio del contenido programado para el curso de nivel 3.

Para tener un parámetro de inicio de las competencias digitales de los estudiantes de pregrado inscritos al curso de Lengua Extranjera, se seleccionó la herramienta en línea MyDigiSkills, diseñada con los lineamientos que establece la DigComp en su Marco de Competencias Digitales para la Ciudadanía de la Unión Europea. Esta herramienta brinda un reporte del nivel de competencias digitales de los estudiantes, con base en su autoanálisis respecto de sus conocimientos, habilidades y actitudes en los diferentes temas que abarca el instrumento. Dicho instrumento se divide en cinco áreas de competencia digital: Información y alfabetización digital; Comunicación y colaboración; Creación de contenido digital; Seguridad, salud y medio ambiente y Resolución de problemas y creatividad [9].

De acuerdo con los resultados de la percepción de los estudiantes en cuanto a sus competencias tecnológicas, se identificó que 22 estudiantes se autoevalúan en el área de información y alfabetización digital con un nivel intermedio, en tanto que 16 estudiantes consideran que están en un nivel avanzado. En cuanto al área de Comunicación y Colaboración, 22 de los estudiantes consideran que están en un nivel avanzado de conocimientos, mientras que 18 de ellos se autoevalúan con un nivel intermedio; Para la competencia de creación de contenido digital, 29 de los estudiantes considera que tienen un nivel intermedio de expertise, mientras que 7 de ellos considera que tiene un nivel avanzado y sólo 4 considera tener un conocimiento base en dicha área; en cuanto a seguridad, salud y medio ambiente, 18 estudiantes consideran que están en un nivel intermedio, mientras que 11 de ellos se encuentran en un nivel avanzado, y sólo un estudiante considera que está en nivel base. Finalmente, en cuanto a la resolución de problemas y creatividad, 22 estudiantes consideran que tienen un nivel intermedio y 17 de ellos mencionan que tienen un nivel avanzado, mientras que un solo estudiante se percibe en nivel base. Este instrumento se aplicará

nuevamente al concluir el curso para identificar si existen variaciones en la percepción del estudiante en cuanto a sus habilidades tecnológicas, en comparación con su primera valoración y la final al concluir con el curso de Lengua Extranjera.

Sin embargo, entre las preguntas de las 21 competencias digitales que considera el instrumento MyDigiSkills, no menciona específicamente el uso de inteligencia artificial. Motivo por el cual, se realizaron una serie de preguntas adicionales en Google Form, para complementar la auto evaluación de las competencias digitales por parte de los estudiantes. En ese sentido, los resultados mostraron que el 80% de los estudiantes sí tienen experiencia de uso con herramientas basadas en IAGen como ChatGPT, MidJourney, DALL-E, y casi el 16 por ciento expresó no tener experiencia previa en estas herramientas. En cuanto al tipo de consultas que han realizado en esas herramientas indicaron que el 81% la han utilizado para generar textos y para generar imágenes, y una minoría mencionó el haberla utilizada para generar audios y video. El 52% de los encuestados consideran que su nivel de experiencia en el uso de herramientas IAGen es "intermedio", mientras que el resto se ubica en el nivel "principiante". El 93% de los estudiantes mencionaron no tener claro cómo ajustar los prompts/consultas en estas herramientas para especificar los formatos de salida de las consultas, entre otros elementos. El 52% indicó que raramente utilizan esas herramientas y casi el 48% expresó no conocer a detalle las implicaciones éticas del uso de herramientas de inteligencia artificial generativa como los sesgos en la información, derechos de autor y la privacidad. Por otra parte, se diseñaron y aplicaron un par de cuestionarios cortos para evaluar el nivel de comprensión en los temas gramaticales del repaso y de la unidad 1 del presente curso. Así también, se continuará con el diseño y aplicación de más instrumentos de acuerdo a los puntos gramaticales que se abordarán en el programa de clase. Al finalizar el curso se aplicará un cuestionario para conocer la opinión de los estudiantes en cuanto a su experiencia general de uso de las actividades apoyadas con IAGen.

3.4. Capacitación en el uso de IAGen y la importancia de la citación académica

Con la finalidad de desarrollar las habilidades en el uso de IAGen, particularmente del ChatGPT, se explicó qué es la IA y la IAGen, características principales de ChatGPT, elementos clave para generar consultas, y la importancia de la citación. Además se realizaron actividades en clase con el ChatGPT para que los estudiantes se familiaricen con esta herramienta. Finalmente, se enfatizó en el uso crítico de los resultados que se obtengan y que en todo momento se deben respetar los derechos de autor.

3.5. Diseño de actividades instruccionales para la práctica y el reforzamiento de tiempos verbales

Para el diseño de las actividades pedagógicas, en las que se considera la interacción con ChatGPT, se utilizó el modelo instruccional ASSURE (Analyze learners (1); State learning objectives (2); Select methods, media and materials (3); Utilize methods, media and material (4); Require learner participation (5); Evaluate and revise (6)), dado que este modelo posibilita la planeación de actividades en la que se requiere la participación activa del estudiante apoyada en las TIC [6].

Para el primer paso o fase es importante conocer las generalidades de los estudiantes, como la edad, experiencia de uso en una determinada tecnología, habilidades o competencias iniciales, entre otros. En el segundo paso, se definen los objetivos de aprendizaje, los

cuales deben ser medibles y observables. Para el tercer paso, se determinan los materiales, recursos a utilizar y las estrategias pedagógicas como trabajo en equipo, entre otros. El cuarto paso considera la implementación de los seleccionada en el paso 3, es decir realizar el plan de clase. En cuanto al quinto paso se debe asegurar que el estudiante participe en las actividades de manera colaborativa con sus compañeros, tareas interactivas y ejercicios prácticos, etc. El último paso de este modelo, considera evaluar los resultados de la actividad para revisar y en caso necesario realizar ajustes [1].

La primera actividad pedagógica diseñada con el modelo instruccional para el presente curso de Lengua Extranjera 3, fue para afianzar la comprensión en el uso de las estructuras gramaticales en Presente Simple, Presente Progresivo, Pasado Simple y Perfecto. La cual, se diseñó siguiendo los pasos del modelo ASSURE. Paso 1: Estudiantes de pregrado que en su mayoría tienen nivel básico del idioma inglés. Y disposición que en su mayoría cuenta con un smartphone, así como acceso a Wifi. La mayoría tienen experiencia previa de uso en herramientas basadas en IAGen, pero no conocen cómo ajustar y delimitar las consultas, además la mayoría de los estudiantes mencionan que rara vez utilizan esas herramientas. Paso 2: Objetivo general: Los estudiantes identificarán las diferencias de uso entre el Presente Simple, Presente Progresivo, Pasado Simple y Presente Perfecto. Objetivos particulares: Los estudiantes crearán 3 oraciones afirmativas, y las cambiarán a su forma a negativa e interrogativa en Presente Perfecto, para que apliquen sus conocimientos del tema. Después realizan una consulta en ChatGPT, en donde le piden que les brinde una historia corta en idioma inglés, que integre los tiempos verbales: Presente Simple, Presente Progresivo, Pasado Simple y Presente Perfecto, para que los estudiantes analicen las respuestas brindadas por la IAGen, e identifiquen y clasifiquen las oraciones de acuerdo a los cuatro tiempos verbales antes mencionados. Finalmente, el estudiante contestará un pequeño cuestionario de 8 reactivos de opción múltiple. Punto 3: El método utilizado es clase interactiva para explicar las estructuras en los diferentes tiempos verbales y el trabajo en equipo de 3 o 4 personas para la creación de oraciones y la actividad de interacción con ChatGPT, para después comparar resultados. De manera individual, contesta un pequeño cuestionario para valorar su nivel de comprensión en el uso de los tiempos verbales antes mencionados. Los medios y materiales utilizados son Presentación en Power Point para explicar diferencia de uso y estructura gramatical de los 4 tiempos verbales, así como un video breve (3 a 5 minutos) en Youtube para ampliar la explicación y brindar ejemplos adicionales. Además, ChatGPT y un cuestionario en Google Form. Paso 4: Para comenzar la clase se muestra una presentación en Power Point en la que se explican las estructuras gramaticales de los cuatro tiempos verbales antes mencionados, después se proyecta un video corto en Youtube para brindar más contexto de uso y ejemplos. Enseguida se forman equipos de trabajo de 3 a 4 estudiantes y escriben 3 oraciones afirmativas en Presente Perfecto, y después las cambian a su forma negativa e interrogativa. Adicional a ello, generan una consulta, de manera individual, en ChatGPT, en donde le piden que les brinde un historia corta y que incluya los 4 tiempos verbales, para con ello, los estudiantes comparen entre sí, la respuesta que otorgue la herramienta, y enseguida analizarlas e identificar si se aplicaron las estructuras gramaticales de manera correcta, seguido de ello, identifican y clasifican las oraciones por cada tiempo verbal. Al finalizar, contestan un cuestionario breve para identificar el nivel de comprensión de los cuatro tiempos verbales. Paso 5: Los estudiantes participan activamente en la creación de las oraciones en equipo, también en la interacción con ChatGPT,

contestan el cuestionario en línea y fomentan la colaboración en equipo y el intercambio de ideas. Paso 6: Se observa el desempeño de los estudiantes en cada etapa de la actividad. Se analizan los resultados obtenidos en el cuestionario y en caso de que la mayoría de los estudiantes tengan dudas, se ampliarán los ejemplos y práctica en futuras clases.

Con estas actividades pedagógicas, se recuperan los saberes previos del estudiante, aplican nuevos conocimientos y analizan en un sentido crítico los resultados que se obtengan de las consultas con esta herramienta de IAGen.

3.6. Cronograma

El cronograma de este proyecto inició en el mes de Agosto del presente año. La primera actividad fue el diseño de un instrumento para identificar disposición y acceso a equipamiento tecnológico e internet por parte de los estudiantes; así también se realizó el análisis y selección de un instrumento para identificar habilidades tecnológicas en los estudiantes. Durante el mes de Agosto se aplicó un instrumento para identificar habilidades tecnológicas en los estudiantes; y se realizó la capacitación en el uso de ChatGPT y citas académicas; también se desarrollaron un par de actividades para la recuperación de saberes previos de aspectos gramaticales en idioma inglés. Durante el mes de septiembre, octubre, noviembre y diciembre se continuará con el diseño y utilización de actividades pedagógicas apoyadas en el modelo ASSURE, así como los cuestionarios para identificar el nivel de apropiación de los tiempos verbales, aplicación del instrumento MyDigiSkills y cuestionario de experiencia de uso de ChatGPT. El análisis de los resultados finales se realizará en el periodo de Enero - abril del año 2025.

4 Conclusiones y prospectivas

La Sociedad del Conocimiento demanda cambios en los sistemas educativos con el objetivo de formar jóvenes para los escenarios profesionales futuros que se ligan a la transformación digital misma que conduce a la revolución tecnológica [13].

Es por ello que, en esta investigación se compartieron los datos iniciales, los avances en la implementación de la estrategia y los resultados parciales alcanzados durante los dos primeros meses del ciclo escolar 2024-B. En el cual, se identificó que existe la disposición e interés por parte de los estudiantes para la realización de las actividades del curso, incluídas aquellas en las que se hizo uso de la herramienta basada en inteligencia artificial generativa ChatGPT.

Para continuar con la implementación de esta estrategia en lo que resta del presente ciclo escolar, es necesario seguir avanzando en la instrucción de los temas considerados en el programa. Para con ello, identificar las nuevas necesidades de aprendizaje de los estudiantes en los temas que restan del programa para en virtud de ello, continuar con el diseño de más actividades pedagógicas basadas en el modelo instruccional ASSURE, que permitan afianzar el contexto de uso de las estructuras gramaticales en diferentes tiempos verbales de la lengua inglesa y paralelamente, contribuir a la mejora de las competencias digitales de los estudiantes, a través del uso e interacción con ChatGPT.

Asimismo, y como lo expresa Buitrago “Un adecuado diseño instruccional, sobre todo uno que tenga en cuenta la participación activa del estudiante y el uso eficiente de las TIC,

como lo hace el modelo ASSURE, permitirá la instrumentalización de una pedagogía de las lenguas extranjeras cada vez más innovadora y enfocada en las necesidades de formación de los estudiantes [6].”

Adicional a ello, se continuará con el diseño y desarrollo tanto de los cuestionarios de gramática y encuestas de salida para identificar el nivel de apropiación de los temas desarrollados en la asignatura y conocer la percepción de los estudiantes respecto de la estrategia en la que se incluyó la herramienta ChatGPT para la práctica de la lengua inglesa, así como la aplicación de otro instrumento para obtener un último autodiagnóstico por parte los estudiantes, que permita conocer si desde su perpectiva existe una mejoría en sus competencias digitales, derivada de su experiencia de uso con esta IAGen.

Se espera obtener los resultados finales para el mes de diciembre del presente año, una vez que concluya el ciclo escolar vigente y derivado de ello, continuar con el análisis e interpretación de los datos y hallazgos encontrados, para compartir los resultados finales de esta investigación en los primeros meses del siguiente año.

Referencias

[1] A. Dávila y J. Francisco (2007). Diseño instruccional de la educación en línea usando el Modelo ASSURE. EDUCARE, 11 [Online]. Recuperado de https://revistas.investigacion-upelipb.com/index.php/educare/article/view/384/368

[2] C. Coward (2020). Guía para la evaluación de competencias digitales [Online]. Recuperado en: https://academy.itu.int/sites/default/files/media2/file/eBAT_20-00227_20-00325_1f_Digital_Skills_assessment_Guidebook-S.pdf

[3] Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades. (s.f.). Oferta académica [Online]. Disponible en: http://www.cucsh.udg.mx/licenciaturas

[4] C. I. Nóbile y I. Gutiérrez Porlán. (2022). Dimensiones e instrumentos para medir la competencia digital en estudiantes universitarios: una revisión sistemática. Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, (81), pp. 88-104 [Online]. Recuperado en: https://doi.org/10.21556/edutec.2022.81.2599

[5] G. Flores Macías (2018). Metodología para la Investigación Cualitativa Fenomenológica y/o Hermenéutica. Revista Latinoamericana de Psicoterapia Existencial – Un enfoque comprensivo del ser, número 17, (18), pp. 17-23 [Online]. Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/329130473_Metodologia_para_la_Investigacion_Cualitativa_Feno menologica_yo_Hermeneutica_Palabras_claves_Metodologia_para_la_Investigacion_Cualitativa_Fenomenol ogica_yo_Hermeneutica

[6] H. Buitrago (2017, Jun 30). Aplicabilidad del modelo ASSURE en la didáctica de lenguas. Avances En Educación Y Humanidades, vol. 1, no. 2, pp. 83-92 [Online]. Recuperado en: https://doi.org/10.21897/25394185.1122

[7] L. Sime Poma (2020). Método de investigación fenomenológico (35). Los métodos de investigación para la elaboración de las tesis de maestría en educación. Pontifica Universidad Católica del Perú, (35), pp. 34-40 [Online]. Recuperado en:

https://posgrado.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2021/10/libro-los-metodos-de-investigacion-maestria-2020-botones-2.pdf

[8] M. Fengchun, y K. Shiohira. (2024). AI competency framework for students. UNESCO [Online]. Recuperado en: https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000391105&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_5bb25aaf-90d4-4f01-8b42-f61679f093da%3F_%3D391105eng.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000391105/PDF/39110 5eng.pdf#1179_24_AI%20students%20E.indd%3A.26600%3A1700

[9] MyDigiSkills. (s.f.). MyDigiSkills [Online]. Disponible en: https://mydigiskills.eu/es/index.php

[10] OCDE. (2020). Aprovechar al máximo la tecnología para el aprendizaje y la formación en América Latina (Traducción) [Online]. Recuperado de: https://publiadmin.fundaciontelefonica.com/media/publicaciones/718/Aprovechar_al_maximo_la_tecnologia_ para_el_aprendizaje_y_la_formacion_en_America_Latina.pdf

[11] Plan de Desarrollo Institucional 2019-2025. (2019). Universidad de Guadalajara [Online]. Recuperado en: https://www.udg.mx/sites/default/files/adjuntos/pdi_2019-2025.pdf

[12] R. Chicaiza, L. Camacho Castillo, et al. (2023). Aplicaciones de ChatGPT como inteligencia artificial para el aprendizaje de idioma inglés: avances, desafíos y perspectivas futuras. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades [Online]. Recuperado en: DOI: https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.781

[13] R. Pérez Zúñiga, P. Mercado Lozano, M. Martínez García, E. Mena Hernández, & J.A Partida Ibarra. (2018). La sociedad del conocimiento y la sociedad de la información como la piedra angular en la innovación tecnológica educativa. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 8(16), 847-870 [Online]. Recuperado en https://doi.org/10.23913/ride.v8i16.371

[14] Somos Digital. (2022). DigComp 2.2 Marco de Competencias Digitales para la Ciudadanía [Online]. Recuperado en https://somos-digital.org/wp-content/uploads/2022/04/digcomp2.2_castellano.pdf

[15] UNESCO. (2024, Sep 5). Qué debe saber acerca de los nuevos marcos de competencias en materia de IA de la UNESCO para estudiantes y docentes [Online]. Recuperado en: https://www.unesco.org/es/articles/que-debe-saber-acerca-de-los-nuevos-marcos-de-competencias-en-materia-de-ia-de-la-unesco-para?hub=343

[16] Universidad de Guadalajara – Sistema de Universidad Virtual. (2023). Orientaciones y definiciones sobre el uso de la inteligencia artificial generativa en los procesos académicos. Guía práctica [Online]. Recuperado en: http://www.udgvirtual.udg.mx/Guia-IA-UDG

Capítulo 48

Análisis de la Regulación y Lineamientos de la IA

Karina Balderas Pérez [1], Jorge Edmundo Mastache Mastache[2], Guillermo Cheang León [3].

[1,2] Universidad de Ixtlahuaca CUI, Km 1 Carretera Ixtlahuaca - Jiquipilco, Ixtlahuaca Estado de México, 50740. México.
karina.balderas@uicui.edu.mx, mastache@uicui.edu.mx

[3]CETYS Universidad, Calz. CETYS s/n, Mexicali, B.C., 21219. México.
guillermo.cheang@cetys.mx,

Resumen: La regulación de la inteligencia artificial (IA) es un tema complejo que requiere la participación de diversos sectores, especialmente el jurídico, para garantizar su uso ético y beneficioso para la sociedad. En Latinoamérica, Perú regula el uso de la IA, Chile tiene un proyecto de ley enfocado en la protección de datos, y Brasil prioriza el uso ético. La Unión Europea aprobó en 2004 una ley que establece requisitos para ciertos usos de IA de alto riesgo, mientras que China se enfoca en la alfabetización digital para prevenir riesgos de seguridad. Organismos como la OCDE y la ONU han creado grupos de trabajo para desarrollar normas globales de regulación de IA. En México, la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado está trabajando en una estrategia nacional, aunque aún no hay leyes concretas. La UNESCO promueve la ética en la IA con recomendaciones centradas en derechos humanos, y España ha creado una agencia nacional para supervisar la IA, impulsando iniciativas como el Sandbox Regulatorio de IA.

Palabras Clave: Inteligencia Artificial, ONU, OCDE, UNESCO, IAGen

Abstract. The regulation of artificial intelligence (AI) is a complex issue that requires the participation of various sectors, especially the legal sector, to ensure its ethical and beneficial use for society. In Latin America, Peru regulates the use of AI, Chile has a bill focused on data protection, and Brazil prioritizes ethical use. The European Union approved a law in 2004 that establishes requirements for certain high-risk uses of AI, while China focuses on digital literacy to prevent security risks. Organizations such as the OECD and the UN have created working groups to develop global AI regulatory standards. In Mexico, the Senate's Science and Technology Commission is working on a national strategy, although there are no concrete laws yet. UNESCO promotes ethics in AI with recommendations focused on human rights, and Spain has created a national agency to oversee AI, promoting initiatives such as the AI Regulatory Sandbox.

Keywords: Artificial Intelligence, UN, OECD, UNESCO, AIGen

1 Introducción

La regulación de la inteligencia artificial (IA) es un tema complejo y en constante evolución, que requiere la participación de diversos sectores especialmente el jurídico para garantizar su uso ético y benéfico para la sociedad. Algunos países de Latinoamérica incluyen propuestas de ley sobre la regulación del uso de la IA; Perú regula el uso de la IA,

Chile tiene un proyecto de ley en el Congreso para regular la IA enfocado a la protección de datos personales, sin embrago, Brasil se basa en el uso ético, por otro lado; la Unión Europea aprobó en el 2004 la ley que establece requisitos y prohibiciones para ciertos usos de la IA considerando el alto riesgo para su uso, para China es prioridad que se apruebe su ley de inteligencia artificial la cual se enfoca en los datos, la computación y el desarrollo de algoritmos, además incluye un apartado sobre la alfabetización digital de la ciudadanía para prevenir riesgos de seguridad desde el usuario.

Algunos países entre ellos China ha desarrollado normas para regular el uso de servicios de IA generativa (IAGen)[6] como el caso de ChatGPT, donde se deben respetar los valores sociales fundamentales, la moral social y la ética profesional, los usuarios tienen prohibido generar contenidos que atenten contra la seguridad del país, la estabilidad social o los derechos legitimos de otras personas.

Organismos internacionales como la OCDE y la ONU [8] [9] han creado grupos de trabajo para desarrollar normas sobre la regulación del ia IA a nivel global; la OCDE se centra en la seguridad, integridad y transparecncia de la información, interoperabilidad, sostenibilidad y responsabilidad y la ONU se centra en la protección de los derechos humanos en el desarrollo de la IA para respetar las libertades fundamentales de la sociedad.

En México; la comisión de ciencia y tecnología del senado de la república iniciado a analizar el tema de la regulación de la IA, con el objetivo de crear una estrategía nacional para el uso de esta tecnología, el senado también ha presentado la Alianza Nacional de IA (ANIA), sin embargo, hasta hoy no existe ninguna ley todo se queda en iniciativas legislativas [5].

2 Estado del Arte

El desarrollo y uso de la Inteligencia artificial generativa ha generado la necesidad de establecer marcos regulatorios que garanticen su implementación ética y responsable, algunas organizaciones internacionales han tomado medidas, a continuación, se mencionan algunas:

La Unión Europea, ha presentado el Reglamento de IA, como una propuesta de regulación que busca clasificar los sistemas de IA según su nivel de riesgo y establecer requisitos de transparencia para aquellos considerados de “alto riesgo”, el texto está siendo revisado por el Parlamento Europeo y el Consejo, con el objetivo de ser aprobado [1].

España se ha convertido en el primer país de la UE en crear una Agencia Nacional de Supervisión de la Inteligencia Artificial [1]. Esta agencia será clave para asegurar el cumplimiento del futuro IA Act y supervisar la correcta aplicación de la IA en el país.

Además, España ha impulsado iniciativas como el Sandbox Regulatorio de IA, un espacio digital que conecta a las autoridades competentes con las empresas desarrolladoras de IA para definir buenas prácticas en la implementación de la futura regulación europea [2].

La UNESCO ha adoptado la Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial, un marco global que promueve un enfoque basado en derechos humanos para el desarrollo y uso de sistemas de IA. La recomendación enfatiza la importancia de la transparencia, la explicabilidad, la privacidad y la no discriminación en la IA [3].

Dado que la IA trasciende fronteras, se requiere una colaboración global para establecer marcos regulatorios efectivos. Iniciativas como el Consejo Empresarial para la Ética

de la IA, una plataforma de la UNESCO que reúne a empresas de América Latina, buscan promover prácticas éticas en la industria de la IA a través del intercambio de experiencias y la creación de normativas regionales.

El establecimiento de marcos regulatorios es fundamental para garantizar que la inteligencia artificial se desarrolle y utilice de manera ética, segura y responsable. La colaboración entre gobiernos, empresas, organizaciones internacionales y la sociedad civil será clave para lograr este objetivo.

Principios éticos

La Comisión Europea ha publicado "Ethics guidelines for trustworthy AI" en 2019, que establece principios éticos para el desarrollo y uso de la inteligencia artificial (IA) de manera responsable y segura. Estos principios son [4];

Legalidad: La IA debe cumplir con todas las leyes y regulaciones aplicables. Ética: La IA debe ser ética y respetar los principios y valores éticos.

Robustez: La IA debe ser robusta y segura, tanto desde un punto de vista técnico como social.

Además, los principios éticos incluyen:

Respeto por la dignidad humana: Los sistemas de IA deben permitir a los seres humanos tomar decisiones informadas y respetar sus derechos fundamentales.

Prevención de daños: Los sistemas de IA deben ser resistentes y seguros, con un plan de contingencia en caso de error y ser precisos, confiables y reproducibles.

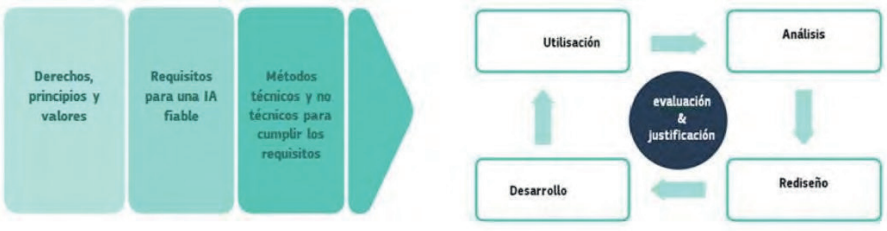
Privacidad y gobernanza de datos: Los sistemas de IA deben proteger la privacidad y la seguridad de los datos, garantizando el acceso legitimado a los datos, su calidad e integridad.

Diversidad, no discriminación y equidad: Los sistemas de IA deben ser accesibles para todos, sin discriminación e involucrar a todas las personas.

Bienestar social y ambiental: Los sistemas de IA deben beneficiar a todos los seres humanos, incluyendo las futuras generaciones, ser sostenibles y sustentables con el medio ambiente.

Directrices éticas para una IA Confiable

La construcción de un software de IA fiable debe ser a lo largo de todo el ciclo de vida del desarrollo del sistema, de acuerdo a la siguiente figura: [4]



Los derechos, principios y valores son esenciales para el desarrollo y uso de la IA de manera responsable y ética, ya que ha venido a transformar diveros aspectos de la vida cotidiana, sin embrago su implementaciónplantea importantes cuestiones éticas que se deben abordar.

Como el derecho se considera los siguientes; el derecho a la privacidad de los datos personales, para que sean protegidos y utilizados de manera transparente en la utilización se debe respetar la privacidad y confidencialidad de la información; el derecho a la no-discrimicación, es fundamental que los sistemas de IA no perpetúen sesgos ni discriminación a grupos vulnerbales, esto implica analizar y desarrollar algoritmos que sean equitativos y el derecho a la transparencia, es imponderante conocer como funcionan los siemas de IA y como toman las decisioens para fomentra la confianza en su uso.

Por mencionar algunos ejemplos de principios; se considera la responsabilidad, aquí se incluye el rediseño para corregir errores y mitigar daños; la seguridad, que garantice al usuario y a la sociedad en general su uso de manera confiable y la sostenibilidad; considerando su impacto ambiental y social a largo plazo, eso implica el uso eficiente de recursos y la minización de la huella ecológica.

Los valores como es respeto para el desarrollo y utilización desde un enfoque que respete la dinidad humana asi como los derechos de todos los individuos, es importante promover la inlcusión, para asegurar que diversos puntos de vista y necesidades sean considerados en el análisis y rediseño de los sitemas de IA, la innovación debe ser guiada por estos principios éticos que prioricen el bienestar humano y social, evitando el uso de la tecnología para causar daño.

Las directrices de colaboración entre gobiernos, empresas y la sociedad civil es esencial para establecer marcos regulatorios que garanticen su implementación ética y responsable.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [7]

presentan los pasos para la regulación del uso de la IA generativa en la educación:

Adherirse a regulaciones de protección de datos internacionales y nacionales.

Es fundamental que el país revise las estrategias para el uso de IA, o en su caso, desarrollarlas.

Consolidar e implementar normativas específicas sobre a ética de la IA.

Adaptar o hacer cumplir las leyes de derechos de autor existentes para regular los contenidos generados por IA.

Elaborar marcos regulatorios sobre la IA generativa.

Es necesario apoyar a los docentes e investigadores en el fortalecimiento de sus capacidades para el uso adecuado de la IA, incluyendo su formación y el entrenamiento continuo.

Reflexionar sobre las implicancias a largo plazo de la IA para la educación y la investigación.

3 Resultados

A nivel educativo, la Doctora Maru Carmen González Videgaray experta representante de la FES Acatlán de la UNAM, expone su postura ante "El proceso a seguir para la ***implementación*** de regulaciones y lineamientos que una IES desea iniciar en el uso de la IA en la educación".

Las prácticas de la IA que se deben utilizar en la educación en México son:

- Aprendizaje autorregulado y personalizado.
- Tutoría inteligente. Evaluación automatizada.
- Elaboración de contenidos o materiales didácticos.
- IA generativa como asistente creativo para los alumnos. Decisiosnes con analítica de datos inteligente
- Para regular el uso de la IA en la educación considera importante; Protección de datos y privacidad.
- Transparencia y explicabilidad. Equidad y no discriminación. Accesibilidad e inclusión.
- Responsabilidad y supervisión. Sostenibilidad.
- Creación de comités de ética o ampliación de sus funciones.
- Expone que los impactos ambientales en el uso de la IA en la educación son; Consumo excesivo de energía.
- Consumo excesivo de agua para enfriamiento. Emisiones de carbono.
- Sobreproducción de equipos electrónicos. Generación de residuos electrónicos
- Existen medidas de seguridad cibernética para el uso de la IA en su práctica docente
- Protección de datos personales sensibles.
- Verificar la seguridad y autenticidad de los sistemas de IA que se utilizan.
- Verificar la mayoría de edad de los usuarios de sistemas de IA, para tener mayor confianza en este uso.
- Desarrollar en los estudiantes y docentes el pensamiento crítico y la literacidad en IA (AI literacy).
- Poner atención a las condiciones y normas de uso de la IA.
- Valorar la eficacia de las herramientas que ofrecen detectar el plagio y el uso de la IA en los trabajos escolares.

4 Conclusiones

En el trabajo titulado "Regulación de la IA", realizado por líderes académicos de diversos estados de la República y del área de tecnologías de la información, se concluye que las instituciones educativas juegan un papel crucial en el uso ético y controlado de la inteligencia artificial (IA). Se sugiere que las instituciones de educación superior (IES) desarrollen sus propios protocolos sobre el uso de estas tecnologías, ya que no existen impedimentos legales para ello. Además, se requiere que las instituciones que aún no los han implementado lo hagan a la brevedad.

Se destaca la importancia de que los docentes utilicen la IA y enseñen a los estudiantes cómo aprovecharla para resolver problemas escolares de manera más eficiente, añadiendo un valor humano adicional a los resultados generados por la IA.

El uso de herramientas actuales de IA facilita el análisis y la generación de valor. En algunos lugares, como China, la IA se incluye como materia desde la educación básica.

Se subraya que, aunque la IA simplifica muchas tareas, es esencial verificar y comprender la información que proporciona.

Las regulaciones y la ética en el uso de la IA deben proteger valores humanos fundamentales, abarcando aspectos como:

- Protección de datos y privacidad.
- Transparencia y explicabilidad.
- Equidad y no discriminación.
- Accesibilidad e inclusión.
- Responsabilidad y supervisión.
- Sostenibilidad.

Se recomienda adoptar medidas de ciberseguridad, como la protección de datos sensibles y la verificación de la seguridad y autenticidad de los sistemas de IA. Además, es fundamental desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes y docentes, prestar atención a las normas de uso de la IA y valorar la eficacia de herramientas que detectan plagio.

En cuanto a la práctica del uso de la IA en instituciones educativas, se sugieren cursos de capacitación para docentes y la implementación de IA en diversas disciplinas. Sin embargo, actualmente, no hay una regulación formal sobre el uso de la IA, excepto algunas prácticas básicas para evitar el plagio.

Sobre el impacto ambiental, no se percibe un enfoque consciente en la gestión de desechos electrónicos y el consumo de energía relacionado con la IA. Es necesario aumentar la conciencia sobre la huella de carbono que genera el uso de estas tecnologías.

Finalmente, las medidas de seguridad para el uso de la IA en el ámbito docente incluyen el uso de antivirus, firewall y cursos básicos de ciberseguridad, aunque no se detectan regulaciones específicas a nivel institucional. Se sugiere la creación de comités de ética en las instituciones para supervisar el uso de la IA.

Referencias

https://www.vincesconsulting.com/inteligencia-artificial-un-marco-regulatorio- etico-que-permita-la-innovacion/

https://espanadigital.gob.es/medida/marco-normativo-y-etico-para-el-despliegue- de-la-ia

https://www.unesco.org/es/artificial-intelligence/recommendation-ethics https://data.europa.eu/doi/10.2759/346720

https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/colaborador-invitado/2023/11/29/inteligencia-artificial-en-mexico-y-el-reto-de-regulacion/

https://diariolaley.laleynext.es/dll/2023/09/01/china-aprueba-una-regulacion-de-la-inteligencia-artificial-y-de-la-inteligencia-artificial-generativa

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Maas, M. M., & Villalobos, J. J. (2023). International AI institutions: A literature review of models, examples, and proposals. *AI Foundations Report, 1*.

Francisco, M., & Linnér, B. O. (2023). AI and the governance of sustainable development. *An idea analysis of the European Union, the United Nations, and the World Economic Forum. Environmental Science & Policy, 150, 103590*.

Capítulo 49

Solución de las ecuaciones diferenciales de los circuitos RLC en serie y paralelo sin fuentes usando redes neuronales

Sully Sánchez Gálvez [1], Francisco Javier Albores Velasco [3], Alba M. Sánchez Gálvez [1], Ricardo Álvarez González [2].

[1] Facultad de Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Avenida San Claudio y 14 sur, Col. San Manuel, Edificio CC04-211CU, C.P.72570 Puebla Pue. México
{mariae.sanchez, alba.sanchez, ricardo.alvarez} @correo.buap.mx [2]

Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Avenida San Claudio y 18 sur, Edificio FCE1, Col. San Manuel, CU Puebla Pue. CP 72570. México.

[3] Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México. franciscojavier.albores.v@uatx.mx

Abstract. Las redes Neuronales Artificiales es un área de la Inteligencia Artificial. En este trabajo se presenta una propuesta para resolver las ecuaciones diferenciales para circuitos RLC sin fuentes entrenando una red neuronal para facilitar la comprensión en el curso de Circuitos Eléctricos en Ingeniería en Ciencias de la Computación. Se muestran diversos ejemplos y se comparan los resultados con la solución analítica, resultando que las gráficas son muy parecidas.

Artificial Neural Networks is an area of Artificial Intelligence. This paper presents a proposal to solve differential equations for RLC circuits without sources by training a neural network to facilitate understanding in the Electric Circuits course in Computer Science Engineering. Various examples are shown and the results are compared with the analytical solution, resulting in very similar graphs.

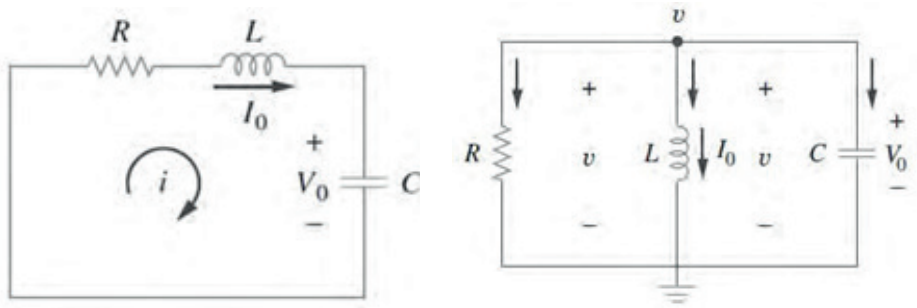
Keywords: Redes neuronales, Ecuaciones Diferenciales, Inteligencia Artificial.

1 Introducción

Las ecuaciones diferenciales nos ayudan para poder predecir el movimiento de los cuerpos, o el comportamiento de dos o más variables cuando están relacionadas. En muchos sistemas se requiere la solución de este tipo de Ecuaciones. En la Facultad de Ciencias de la computación nos enfrentamos al problema de que al final de los cursos los alumnos se encuentran absortos en los proyectos en casi todas sus materias, de manera que le prestan poca o ninguna atención a las partes finales de cada materia. En un caso particular en la asignatura de Circuitos eléctricos en la carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación se tienen que estudiar seis capítulos, en la parte final corresponde a la carga y descarga

de los capacitores e inductores, así como el comportamiento de las señales eléctricas en los circuitos RLC en serie y paralelo sin fuentes. En estos circuitos se tiene que resolver ecuaciones diferenciales las cuales las resolveremos usando redes neuronales. La intención es motivar a los alumnos a que realicen el análisis de las soluciones con otro enfoque, se espera despertar el interés y facilitar la comprensión de estos temas.

Se tiene dos circuitos RLC sin fuentes, en serie y paralelo, como lo muestra la Fig. 1 considere que los capacitores e inductores están cargados de manera que en el circuito Fig. 1 a) se conocen las condiciones iniciales $i(0)=I_0$, $di(0)/dt$. Y en Fig. 1 b) se conocen $v(0)=V_0$, $dv(0)/dt$. De esta manera se determina de manera única la solución



a) Circuito serie b) Circuito paralelo

Fig. 1. Circuito RLC en serie y paralelo, sin fuentes, figuras tomadas de [1].

Las ecuaciones diferenciales que se obtienen para el caso serie Ecuación 1, se obtiene de aplicar la LVK y para el circuito en paralelo la LCK obteniéndose la Ecuación 2.

$$\frac{d^2i}{dt^2}+\frac{R}{L}\frac{di}{dt}+\frac{i}{LC}=0 \qquad (1)$$

$$\frac{d^2v}{dt^2}+\frac{1}{RC}\frac{dv}{dt}+\frac{1}{LC}v=0 \qquad (2)$$

Para la Ecuación 1 la solución es la corriente que es la misma para los elementos que están en serie y para la Ecuación 2 la incógnita es el voltaje que es la misma para los tres elementos que están en paralelo.

Estas dos ecuaciones se pueden resumir como lo muestra la Ecuación 3.

$$\frac{d^2X}{dt^2}+2\alpha\frac{dX}{dt}+\omega_0^2X=0 \qquad (3)$$

Donde $\alpha=R/(2L)$ para el primer caso y $\alpha=1/(2RC)$ para el segundo caso y $w^2=1/(LC)$ para ambos casos.

Para resolver la ecuación 3, se conoce que su solución es una suma de exponenciales para conocer el exponente se construye la ecuación característica asociada a 3:

$$s^2 + 2as + w^2 = 0 \qquad (4)$$

Resolviendo

$$s_{1,2} = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2} \quad (5)$$

De manera que la solución de la ecuación 4 contempla tres casos.

a) Caso sobreamortiguado $\alpha > \omega_0$ para raíces reales y diferentes.

$$X(t) = A_1 e^{s_1 t} + A_2 e^{s_2 t} \quad (6)$$

b) Caso criticamente amortiguado $\alpha = \omega_0$ para raíces repetidas.

$$X(t) = (A_1 + A_2 t)e^{-at} \quad (7)$$

c) Caso subamortiguado $\alpha < \omega_0$ raíces imaginarias, haciendo un poco de algebra se puede expresar como una solución real.

$$X(t) = e^{-at}(A_1 \cos w_d t + A_2 \operatorname{sen} w_d t) \quad (8)$$

Con $\omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2}$

2 Trabajos relacionados

En [2], los autores resuelven 4 Ecuaciones diferenciales de primer orden usando redes neuronales también desarrollado en PyTorch y definen la función de costo de dos partes una que resulta de la misma ecuación diferencial y otra parte de la diferencia de las condiciones iniciales. Finalmente se comparó con la función analítica.

En [3] se resuelve ecuaciones diferenciales de primer orden con redes neuronales de dos capas ocultas, 100 neuronas para la primera capa y 50 neuronas para la segunda, sin bias. Concluyen que, dependiendo de la función de costo, la elección de los valores iniciales de la red y la taza de aprendizaje se puede llegar a mínimos locales en lugar de mínimos globales en las funciones de perdida no convexas.

En [4] propone la solución de ecuaciones diferenciales de segundo orden con condiciones de frontera de Dirichlet. Usando redes neuronales mejoradas y compara su solución con las obtenidas mediante redes neuronales tradicionales, reportando que sus soluciones con su método son más precisas y convergen más rápido a la solución. Para la función de perdida se construyó una ecuación muy compleja.

En [5] resuelve Ecuaciones diferenciales mediante redes neuronales, que son obtenidas de las "imágenes" electromagnéticas para localizar objetos extraños en la extracción de petróleo, esta solución es mejor que la que se obtiene mediante métodos tradicionales que son poco exactos.

En [6] también se construye la función de perdida como la suma de una parte que depende de las condiciones de frontera o condiciones iniciales y de la misma ecuación diferencial, para ello enumera las diferentes condiciones de frontera de las ecuaciones diferenciales como son las de Dirichlet, Newman, periódicas, o una mezcla de estas junto con sus funciones de perdida. Emplea el optimizador Adam y LBFGS. Se comparan diferentes arquitecturas de Redes Neuronales de tres capas ocultas con cuatro capas y de cuatro con

siente capas. Se trabajo con una ecuación diferencial de segundo orden homogénea y un sistema de Ecuaciones Diferenciales Parciales. Obteniéndose que los resultados son mejores cuando se utiliza los optimizadores Adam y LBFGS juntos.

3 Metodología

Para resolver la ecuación 3 se programó en Python usando la biblioteca PyTorch. Una Red Neuronal tipo Perceptrón con una capa oculta de 25 neuronas, una neurona de entrada y una de salida, función de activación sigmoide, optimizador LBFGS que es una variante del BFGS. La Función de perdida es la ecuación cuadrática media en los puntos en el intervalo [0,1].

$$\left(\frac{1}{dt^2} + \frac{d}{dt} + \omega^2 X_i \right)^2 \qquad (9)$$

La solución de la Ecuación diferencial dada por la Ecuación 3 es de la forma.

$$X_t(t) = X(0) + t\frac{dX(0)}{dx} + t^2 N(t, \vec{p}) \qquad (10)$$

Donde *N(t,p)* es la salida de nuestra red neuronal ya entrenada. La ecuación 10 es propuesta en [7].

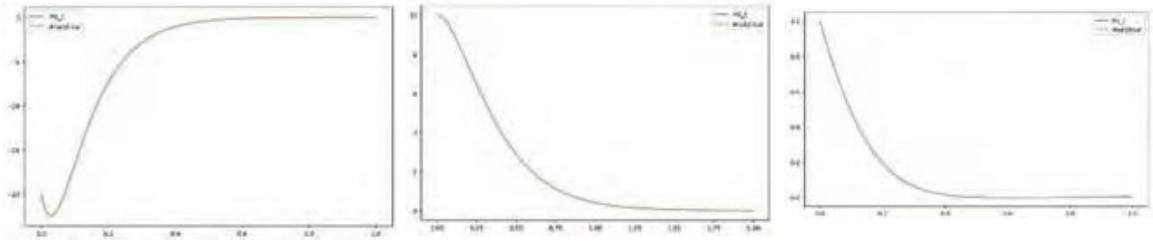
4 Resultados

Se trabajo en cada caso usando el siguiente proceso Fig. 2.

Fig.2 Proceso para resolver cada Ecuación diferencial

Se Graficaron las soluciones obtenidas de las redes neuronales en color azul y las soluciones analíticas en líneas punteadas en color rojo.

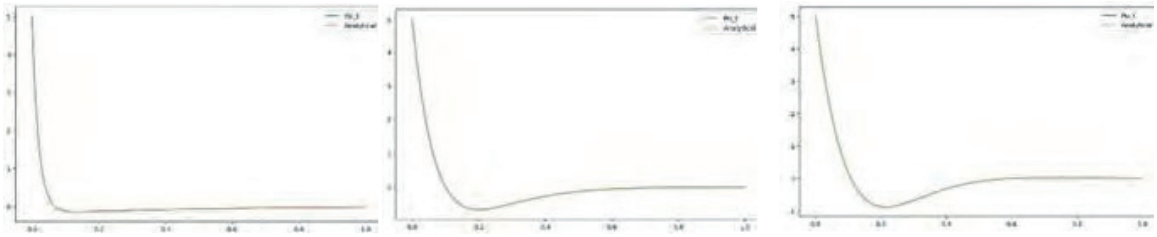
RLC en serie las gráficas corresponden a *i(t)*, Para los tres casos, Fig. 3.



a) Sobreamortiguado b) Críticamente amortiguado c) Subamortiguado

Fig. 3 Solución para el circuito RLC en serie las gráficas son *i(t)*.

Para el circuito RLC en paralelo las gráficas corresponden a *v(t)* observe Fig. 4.



a) Sobreamortiguado b) Críticamente amortiguado c) Subamortiguado

Fig. 4 Solución para el circuito RLC en paralelo las gráficas son *v(t).*

El número de puntos fueron 500, con 500 épocas. Como se pueden observar en las Fig. 3 y Fig. 4 las soluciones obtenidas usando redes neuronales son muy parecidas a las soluciones analíticas.

En la tabla 1 se muestra los valores de α, ω_0, las condiciones iniciales para cada caso.

RCL Serie				RLC Paralelo			
α	ω0	i(0)=I0	di(0)/dt	α	ω0	v(0)=V0	dv(0)/dt
15	√200	-20	-200	26	10	5	-260
5	5	10	0	10	10	5	-100
9	10	1	-6	8	10	5	-80

Table 5. Valores de los coeficientes y condiciones iniciales para los tres casos.

5 Conclusiones e investigaciones futuras

Las gráficas de las soluciones obtenidas mediante las redes neuronales son muy similares a las funciones analíticas para todos los casos. Posteriormente se trabajó con Redes Neuronales de dos capas ocultas con 25 neuronas en la primera y 35 neuronas en la segunda capa, obteniéndose los mismos resultados en las gráficas, y el número de puntos se redujo de 500 a 100 puntos en la etapa de entrenamiento con 100 épocas en lugar de las 500 épocas iniciales.

En el aula se plantea el problema de describir corriente y voltaje en circuitos RLC en serie y paralelo sin fuentes de alimentación. El alumno tiene que plantear las ecuaciones y resolverlas, con este trabajo se propone un método alterno al resolverlas usando redes neuronales artificiales; para estudiantes de computación que en su gran mayoría no les gusta ni las matemáticas, ni la electrónica, se propone una herramienta más relacionada con su área, con la finalidad de que sea más atractivo a los estudiantes.

De acuerdo con los trabajos revisados, en algunos de ellos, la función de costo tiene muchos términos haciéndola confusa, y en otros, se construye dando la solución analítica de la Ecuación Diferencial, como trabajo futuro otro tipo de ecuaciones diferenciales mostrando su uso además de la solución.

Referencias

[1] C. K. Alexander, M. N. O. Sadiku. Fundamentos de Circuitos Eléctricos. Mc Graw Hill., 2013.

[2] R. Martínez, L. Lara, R. Corti, Solving Ordinary Differential Equations through an Artificial Neural Network. En The OAS Summit of Engineering for the Americas 21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 4th CONFEDI Latin American Engineering Congress (CLADI), Buenos Aires, Argentina. (pp. 2-21), ISSN: 2414-6390., https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.1553., 2023

[3] Knoke, Tobias, Wick, Thomas, "Solving differential equations via artificial neural networks: Findings and failures in a model problem." Examples and Counterexamples1:100035, https://doi.org/10.1016/j.exco.2021.100035, 2021

[4] Li, S., Wang, X. Solving ordinary differential equations using an optimization technique based on training improved artificial neural networks. Soft Comput 25, 3713–3723. https://doi.org/10.1007/s00500-020-05401-w, 2021

[5] Zhong, Lc. et al., Feasibility Study of Using Electromagnetic Data to Predict the Position of Anomalous Body Based on Neural Network. In: Lin, J. (eds) Proceedings of the International Field Exploration and Development Conference 2022. IFEDC 2022. Springer Series in Geomechanics and Geoengineering Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1964-2_17, 2023

[6] V I Gorikhovskii, T O Evdokimova and V A Poletansky, Neural networks in solving differential equations, J. Phys.: Conf. Ser. 2308 012008 DOI 10.1088/1742-6596/2308/1/012008, 2022.

[7] I. E. Lagaris, A. Likas, D. I. Fotiadis, *Artificial Neural Networks for Solving Ordinary and Partial Differential Equations*, IEEE Trans. Neural Netw. 9 (5) 987–1000, http://dx.doi.org/10.1109/72.712178, 1998

Capítulo 50

Modelos de Machine Learning para la Clasificación de Capturas de Camarón Café (Farfantepenaeus aztecus): Comparativa entre Random Forest y Boosted Trees

Alejandro González Turrubiates [1], Julio Laria Menchaca [2], Juan Enrique Bermea Barrios[3], Marcos Alfredo Azuara Hernández[4], Judith García Badillo[5].

[1] Universidad Autonoma de Tamaulipas- Campus Tampico, Centro Universitario Tampico Madero S/N, Universidad Poniente, 89336 Tampico, Tamps. agturrubiates@uat.edu.mx

[2] Universidad Autonoma de Tamaulipas- Campus Tampico, Centro Universitario Tampico Madero S/N, Universidad Poniente, 89336 Tampico, Tamps. jlaria@docentes.uat.edu.mx

[3] Universidad Autonoma de Tamaulipas- Campus Tampico, Centro Universitario Tampico Madero S/N, Universidad Poniente, 89336 Tampico, Tamps. jbermea@docentes.uat.edu.mx

[4] Universidad Autonoma de Tamaulipas- Campus Tampico, Centro Universitario Tampico Madero S/N, Universidad Poniente, 89336 Tampico, Tamps. mazuara@docentes.uat.edu.mx

[5] Universidad Autonoma de Tamaulipas- Campus Tampico, Centro Universitario Tampico Madero S/N, Universidad Poniente, 89336 Tampico, Tamps. judith.garcia@uat.edu.mx

Resumen. Este estudio evalúa la captura del camarón café (Farfantepenaeus aztecus) en el Golfo de México mediante el uso de técnicas de machine learning, como Random Forest y Boosted Trees. Se clasificaron las capturas en niveles cualitativos (nula, baja, media y Alta) utilizando el conjunto de datos Estadísticas V7, que contiene variables ambientales clave como temperatura superficial y concentracin de clorofila. Los datos se analizaron en versiones normalizadas y no normalizadas, y se aplicaron diferentes porcentajes de entrenamiento. Las pruebas estadísticas mostraron que no hubo una diferencia significativa en el rendimiento de los dos métodos, ni en el uso de datos normalizados, ni en la variación de los porcentajes de entrenamiento. Ambos métodos fueron eficaces en la clasificación de las capturas, con un rendimiento comparable. Los resultados sugieren que ambos algoritmos son adecuados para la predicción de capturas en función de las condiciones ambientales.

Abstract. This study evaluates the catch of brown shrimp (Farfantepenaeus aztecus) in the Gulf of Mexico using Random Forest and Boosted Trees machine learning techniques. The catches were classified into qualitative levels (null, low, medium, and high) using the Estadísticas V7 dataset, which contains key environmental variables such as sea surface temperature and chlorophyll concentration. The data were analyzed in both normalized

and non-normalized versions, and different training percentages applied. Statistical tests showed no significant difference in the performance of the two methods, the use of normalized data, or the variation in training percentages. Both methods were effective in classifying catches, with comparable performance. The results suggest that both algorithms are suitable for predicting catches based on environmental conditions.

Keywords: Camarón café, Machine learning, Random Forest, Boosted Trees

1 Introducción

En esta investigación se analiza la captura del camarón café (Farfantepenaeus aztecus) en el Golfo de México, un recurso clave para la economía pesquera local. La predicción de las capturas es crucial para la gestión sostenible de esta especie, y los factores ambientales juegan un papel fundamental en su distribución. El uso de técnicas avanzadas de machine learning, como Random Forest [1] y Boosted Trees [2], han demostrado ser eficaces en la predicción de fenómenos complejos como la distribución de la especia, la cual está influenciada por factores ambientales clave como la temperatura y la concentración de clorofila [3], [4]., ofrece una oportunidad para mejorar la precisión en la predicción de las capturas, utilizando clasificaciones cualitativas (nula, baja, media y alta) basadas en variables ambientales clave.

Este estudio tiene como objetivo evaluar y comparar el rendimiento de los métodos Random Forest y Boosted Trees en la clasificación de las capturas de camarón café. Además, se analizan los resultados obtenidos al utilizar datos normalizados y no normalizados, y al variar los porcentajes de entrenamiento para identificar si existían diferencias significativas en la precisión de los modelos.

2 Estado del Arte

En los últimos años, el uso de técnicas avanzadas de minería de datos y aprendizaje automático ha permitido avances en la predicción de la distribución de especies marinas. Particularmente, en el Golfo de México, diversas investigaciones se han enfocado en estudiar el comportamiento del camarón café (Farfantepenaeus aztecus) y su relación con factores ambientales. Con el proposito de entender los patrones migratorios y de crecimiento de la especie, tanto en sus etapas juveniles como adultas.

Introduccion a los Algoritmos de Predicción

Random Forest es un algoritmo de aprendizaje supervisado que se basa en la construcción de múltiples árboles de decisión. Su objetivo es mejorar la precisión y reducir el riesgo de sobreajuste que puede ocurrir con un único árbol de decisión. Random Forest genera una “comunidad” de árboles (o “bosque”), donde cada árbol es entrenado utilizando un subconjunto aleatorio de los datos y de las características. La predicción final en el caso de clasificación se realiza a través de un proceso de votaciónmentre los árboles, y en el caso de regresión, se calcula el promedio de las predicciones de todos los árboles. Random Foreste cuenta con caracteristicas como, Bagging (Bootstrap Aggregating) para crear múltiples subconjuntos de los datos de entrenamiento. Reducción de la varianza al combinar varios árboles, el modelo logra reducir la varianza y mejora la estabilidad de las predicciones. Debido a estas carcteristicas Random Forest tiene beneficios como, Robusto ante sobreajuste

debido a la aleatorización en la selección de características y subconjuntos de datos ayuda a evitar el sobreajuste. Escalabilidad ya que Random Forest es eficiente para grandes conjuntos de datos, debido a su capacidad para paralelizar la construcción de árboles.

Boosted Trees, o árboles potenciados, son una técnica que combina de manera secuencial varios árboles de decisión. A diferencia de Random Forest, donde los árboles son independientes entre sí, en Boosted Trees cada árbol se construye basándose en los errores del árbol anterior. El objetivo es corregir los errores de predicción del árbol anterior mediante el ajuste de pesos a las observaciones más difíciles de predecir, logrando así una mejora iterativa en el rendimiento del modelo. Boosted Trees cuenta con caracteristicas como Boosting (Potenciación) donde cada árbol se entrena en los errores residuales del anterior, por lo que el proceso de aprendizaje es secuencial. Debido a esto el modelo cuenta con ventajas como los son Reducción del sesgo mediante la mejora continua de los errores. Mayor precisión debido a que este enfoque tiende a generar predicciones más precisas, pero es más propenso al sobreajuste si no se controla adecuadamente. Parámetros ajustables ya que el proceso puede ser regulado mediante hiperparámetros como la tasa de aprendizaje (learning rate) y la profundidad máxima de los árboles.

Las principales diferencias que podemos encontrar entre Random Forest y Boosted Trees son la estructura de aprendizaje donde en Random Forest, los árboles se entrenan de manera independiente, es decir, todos los árboles son construidos en paralelo, sin influencia uno sobre otro, mientras que en Boosted Trees, el aprendizaje es secuencial, donde cada árbol corrige los errores cometidos por el árbol anterior. Otra importante diferencia es el objetivo principal, en el caso de Random Forest se enfoca principalmente en reducir la varianza, lo que aumenta la estabilidad del modelo al combinar predicciones de múltiples árboles. En el caso de Boosted Trees se centra en reducir el sesgo, mejorando progresivamente la precisión de las predicciones con cada iteración. otras diferencias que podemos encontrar son la propensión al sobreajuste, velocidad de entrenamiento, control de hiperparámetros y eficiencia en grandes conjuntos de datos

Estudios Relacionados

Uno de los estudios más relevantes se realizó en 2016, donde se modelaron los efectos acumulativos de la temperatura y la salinidad en la supervivencia del camarón café juvenil. Este estudio se enfocó en la producción en Galveston Bay, Texas, desde 1983 hasta 2012, y concluyó que la variabilidad de la temperatura del aire, tanto hacia arriba como hacia abajo, impactan en la producción promedio de camarón durante los treinta años analizados [5]. Además, Leo et al. desarrollaron un modelo bioenergético que analiza el efecto de las desviaciones de agua en el río Mississippi sobre la temperatura del agua y la disponibilidad de alimentos. Encontraron que una reducción de la temperatura en 5°C durante los meses críticos puede reducir la producción de camarón café hasta en un 60% [6].

El uso de árboles de decisión, y en particular, técnicas como los árboles de regresión potenciados y Random Forest, ha demostrado ser eficaz para predecir la distribución y densidad de camarón café. Por ejemplo, el estudio de Montero et al. utilizó árboles de regresión potenciados para identificar las zonas de alta densidad de camarón en el norte del Golfo de México,

considerando variables espaciales y temporales. Los resultados señalaron que la profundidad y el tipo de fondo marino fueron los principales predictores de la presencia de camarón café [7].

Por último, trabajos más recientes como el de Pickens et al., desarrollaron modelos de distribución de especies penaeidas que lograron explicar hasta el 30% de la variabilidad en la distribución del camarón café, destacando la importancia de incorporar variables a distintas escalas para mejorar la precisión de los modelos [8].

3 Metodologia

Para este análisis, se utilizó el conjunto de datos Estadísticas V7, que incluye variables ambientales como temperatura superficial, diferencia de temperatura, concentración de clorofila, latitud, longitud y profundidad. Los datos fueron procesados en dos versiones: normalizados y no normalizados. Se aplicaron los modelos de Random Forest y Boosted Trees para predecir la clasificación de las capturas, y los porcentajes de entrenamiento se variaron desde el 20% hasta el 80%.

Preparación y limpieza del conjunto de datos.

La primera etapa consistió en la preparación y limpieza de los datos, un proceso fundamental para garantizar la calidad y confiabilidad del análisis posterior. Se realizaron diversas tareas clave, incluyendo la detección y eliminación de valores atípicos. Estos valores fueron identificados utilizando métodos estadísticos y gráficos de caja (box plots), lo que permitió eliminar aquellos datos que se encontraban fuera de los rangos esperados.

Posteriormente, se llevó a cabo la normalización de los datos para uno de los conjuntos de datos. Se aplicó la técnica de normalización Min-Max (Min-Max Scaling), la cual ajusta los valores de las variables numéricas de manera que se encuentran en un rango entre 0 y 1. Esta transformación es especialmente útil para comparar modelos de aprendizaje automático que son sensibles a la escala de las características, permitiendo que todas las variables numéricas tengan una influencia comparable en el proceso de modelado.

Además del conjunto de datos normalizado, se generó un segundo conjunto de datos sin normalización, en el cual los valores originales de las variables numéricas fueron mantenidos. Esto permitió comparar los resultados obtenidos por los modelos aplicados a datos normalizados y no normalizados, evaluando cómo impacta la escala de las características en el desempeño de los algoritmos.

Implementación de los algoritmos de Random Forest y Boosted Trees.

En esta etapa se implementaron los modelos Random Forest y Boosted Trees por su eficacia comprobada en el manejo de datos con múltiples variables y su capacidad para optimizar la precisión a través de técnicas de ensemble learning [9]. Además, se aplicaron procesos de normalización de datos para reducir la variabilidad entre variables de distinta escala, lo que es una práctica común en la minería de datos [10]. La variación en los porcentajes de entrenamiento se diseñó para evaluar el impacto de la cantidad de datos disponibles en el rendimiento del modelo [11].

Para el caso de Random Forest se configuraron 500 árboles de decisión, cada uno entrenado con un subconjunto aleatorio de datos y características. Con el objetivo de generar un

modelo robusto capaz de realizar predicciones precisas. Continuando con Boosted Trees se implementó un enfoque secuencial, donde se ajustaron sucesivamente los árboles para mejorar los errores cometidos por los modelos anteriores. Esto permitió mejorar la precisión en las clasificaciones de capturas. Ambos modelos fueron entrenados con distintos porcentajes de datos de entrenamiento, que variaron desde el 20% hasta el 80% del total, para evaluar el impacto del tamaño del conjunto de entrenamiento en la precisión predictiva.

Comparación de los resultados bajo las diferentes configuraciones.

Se realizó una comparación detallada de los resultados obtenidos por los modelos de Random Forest y Boosted Trees bajo dos configuraciones diferentes, Normalización versus no normalización donde se evaluó cómo la normalización de las variables influía en la precisión de las predicciones.

Para el caso de la segunda configuración, fueron los Porcentajes de entrenamiento, donde los modelos fueron entrenados con porcentajes de datos que variaron entre 20% y 80%, en incrementos del 10%. La precisión se midió para cada caso.

Pruebas de Wilcoxon, para evaluar diferencias entre métodos, normalización y porcentajes de entrenamiento.

Para validar los resultados obtenidos, se realizaron pruebas de valor P, como la prueba de Wilcoxon, con el fin de evaluar las diferencias significativas entre los modelos y las configuraciones probadas. Las pruebas estadísticas permitieron evaluar tres aspectos clave comenzando con la comparación entre Random Forest y Boosted Trees. Seguido de la normalización de datos y el tercer aspecto fue el porcentaje de entrenamiento.

4 Resultados Experimentales

Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas en la precisión de los modelos cuando se aplicó normalización, lo cual es consistente con estudios que señalan que la normalización no siempre mejora el rendimiento en todos los tipos de modelos de machine learning [12]. En términos de precisión, los porcentajes de entrenamiento superiores al 60% mostraron un rendimiento estable, lo que respalda los hallazgos previos sobre el impacto limitado de los conjuntos de datos muy grandes en ciertos modelos de clasificación [13].

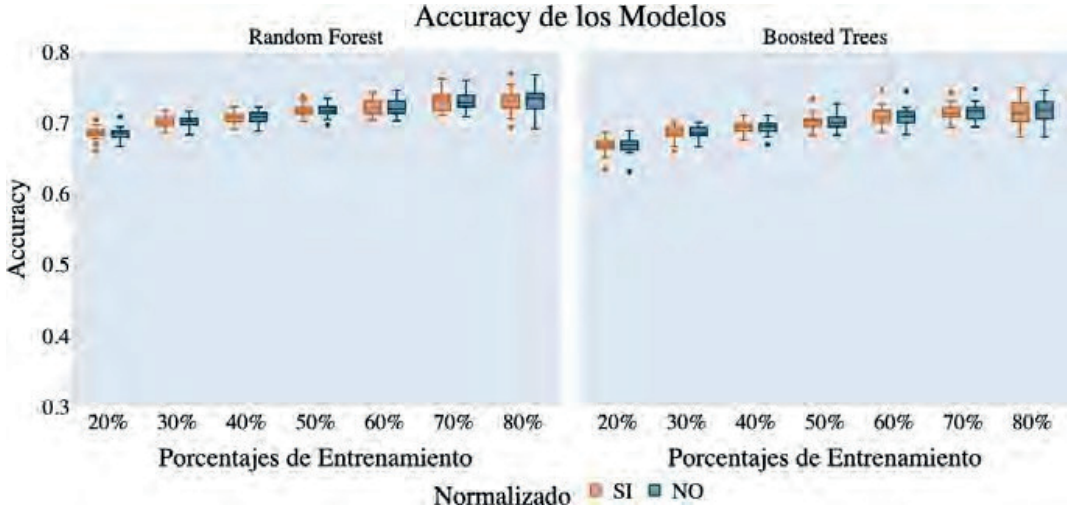


Fig. 1. Accuracy de los modelos separados por métodos.

La Fig. 1. muestra la precisión (accuracy) de los modelos Random Forest y Boosted Trees en función de los porcentajes de entrenamiento utilizados (del 20% al 80%). La gráfica está dividida en dos secciones: Random Forest a la izquierda y Boosted Trees a la derecha. En el eje X se encuentran los Porcentajes de Entrenamiento donde los modelos fueron entrenados con diferentes porcentajes de datos de entrenamiento. La precisión del modelo se representa en el eje Y, con valores que oscilan entre 0.3 y 0.8. La precisión indica la capacidad de cada modelo para clasificar correctamente las capturas de camarón café en los niveles cualitativos definidos (nula, baja, media, alta). Los colores en la gráfica representan las configuraciones con datos normalizados (en color naranja, marcado como "SI") y no normalizados (en color azul, marcado como "NO").

A medida que aumenta el porcentaje de entrenamiento, se observa un ligero incremento en la precisión, alcanzando su punto más alto alrededor del 70% y 80% de datos de entrenamiento, con valores cercanos al 0.75. Debido a las diferencias mínimas observadas entre los datos normalizados y no normalizados, se realizaron pruebas de valor P para confirmar estos resultados. Al igual que con Random Forest, la precisión de Boosted Trees mejora ligeramente con porcentajes de entrenamiento más altos, alcanzando un valor cercano a 0.75 con el 80% de entrenamiento. Aunque no se observa una diferencia significativa a simple vista entre los datos normalizados y no normalizados, se realizaron pruebas de valor P para corroborar la precisión de los modelos.

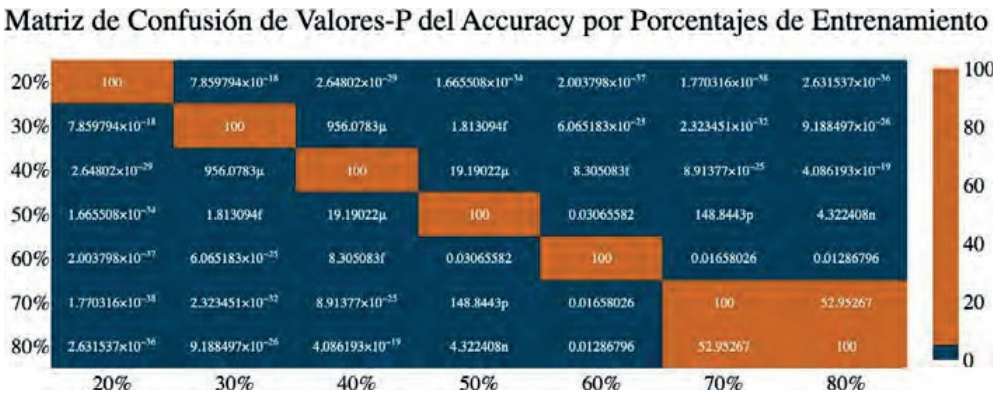


Fig. 2. Matriz de confusión de valores-p del Accuracy por porcentaje de entrenamiento.

La Fig. 2. muestra una matriz de confusión con los valores P asociados al accuracy de los modelos en función de los porcentajes de entrenamiento utilizados (del 20% al 80%). Un valor P bajo(color azul oscuro) indica una diferencia significativa, mientras que un valor P más alto (color naranja) indica que no hay diferencia significativa.

Se observa que las comparaciones entre el 20% y otros porcentajes (30%, 40%, etc.) presentan valores P extremadamente bajos, lo que indica que los modelos entrenados con el 20% de los datos son significativamente diferentes a los entrenados con porcentajes más altos. A medida que aumentan los porcentajes de entrenamiento (70% y 80%), los valores P tienden a ser más altos, especialmente entre las comparaciones 70%-80%, lo que sugiere que no hay diferencias significativas en la precisión entre estos niveles de entrenamiento. A partir del 70% de entrenamiento, las diferencias tienden a ser mínimas, sugiriendo que entrenar con más datos no siempre mejora la precisión de manera significativa.

Fig. 3. Valores-p del accuracy de la normalizacion de los datos para porcentaje de entrenamiento.

Continuando con la Fig. 3. presenta los valores P asociados al accuracy de los modelos en función de la normalización de los datos y los porcentajes de entrenamiento (del 20% al 80%). La gráfica compara los resultados obtenidos con datos normalizados (SI) frente a no normalizados (NO) en cada porcentaje de entrenamiento. En la parte superior, se muestra el porcentaje de entrenamiento que varía desde el 20% hasta el 80%. Los valores P son relativamente altos en todos los porcentajes, lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la precisión del modelo cuando se utilizan datos normalizados frente a no normalizados.

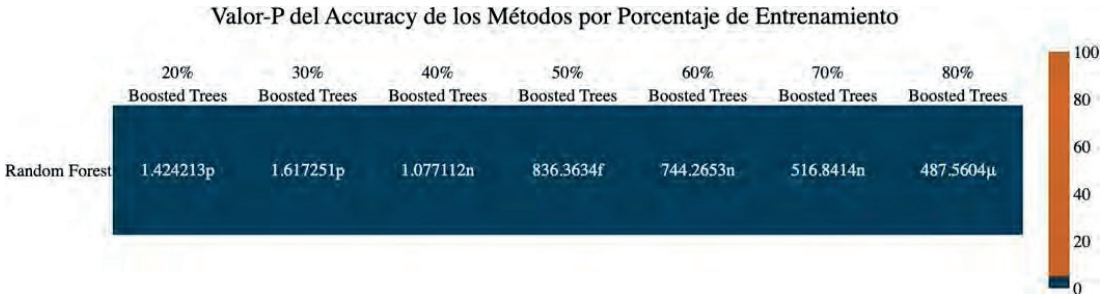


Fig. 4. Valor-p del accuracy de los metodos por porcentaje de entrenamiento.

En la Fig. 4. muestra los valores P que comparan la precisión (accuracy) entre los modelos Random Forest y Boosted Trees, según el porcentaje de datos de entrenamiento utilizado, que varía desde el 20% hasta el 80%. El objetivo es evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas en la precisión de ambos métodos en función de la cantidad de datos de entrenamiento. Los números dentro de las celdas representan los valores P para cada comparación. Los valores P son muy bajos, lo que indica que existen diferencias significativas entre Random Forest y Boosted Trees.

5 Conclusiones y Futuras Investigaciónes.

Los modelos Random Forest y Boosted Trees muestran un rendimiento comparable en la clasificación de capturas de camarón café en términos de accuracy. En las pruebas realizadas con diferentes porcentajes de entrenamiento (del 20% al 80%), ambos modelos demostraron ser efectivos. Sin embargo, los valores P revelan que las diferencias en precisión entre los dos métodos son estadísticamente significativas para todos los porcentajes de entrenamiento. A pesar de esta significancia, los márgenes de diferencia son pequeños, por lo que ambos métodos pueden considerarse robustos para este tipo de predicción. La normalización de los datos no tuvo un impacto significativo en la precisión de los modelos en la mayoría de los casos, según lo indican los valores P de las comparaciones entre datos normalizados y no normalizados. A medida que aumentó el porcentaje de datos de entrenamiento, se observó una tendencia general de mejora en la precisión de los modelos. Sin embargo, los valores P entre los porcentajes más altos (70%-80%) indican que los incrementos en precisión son cada vez menores, lo que sugiere que a partir de un cierto umbral (60%-70%) no hay mejoras significativas en el rendimiento del modelo al aumentar el conjunto de entrenamiento.

Si bien los métodos como Random Forest y Boosted Trees han demostrado ser efectivos en este estudio, futuras investigaciones podrían explorar técnicas alternativas como Support Vector Machines (SVM) o Redes Neuronales, que han mostrado un alto rendimiento en problemas de clasificación [11]. Estos modelos podrían ofrecer diferentes ventajas en términos de precisión y manejo de datos, especialmente cuando se combinan con técnicas de normalización y otras transformaciones de los datos. Para futuras investigaciones, se podrían integrar otras variables ambientales, para mejorar la precisión de los modelos y proporcionar una visión más integral del ecosistema marino.

Dado que Random Forest y Boosted Trees son métodos de ensemble learning, podría ser útil explorar la combinación de múltiples modelos (como un stacking ensemble) para

mejorar aún más la precisión. Esta técnica podría combinar los puntos fuertes de varios modelos para generar un clasificador más robusto y preciso.

Referencias

[1] L. Breiman, "Random Forests," *Machine Learning*, vol. 45, no. 1, pp. 5–32, 2001.

[2] J. Friedman, "Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine," *Annals of Statistics*, vol. 29, no. 5, pp. 1189-1232, 2001.

[3] P. Lehodey, F. Chai, and J. Hampton, "Modelling Climate-Related Variability of Tuna Populations from a Coupled Ocean-Biogeochemical-Population Dynamics Model," *Fisheries Oceanography*, vol. 12, no. 4-5, pp. 483–494, 2003.

[4] M. Munawar, I. F. Munawar, and J. A. Furgal, "The Changing Marine Ecosystem of the Arctic Ocean," *Aquatic Ecosystem Health & Management*, vol. 14, no. 3, pp. 225-236, 2011.

[5] J. P. Leo, T. J. Minello, W. E. Grant, y H. H. Wang, "Simulating environmental effects on brown shrimp production in the northern Gulf of Mexico," *Ecological Modelling*, vol. 330, pp. 24–40, Feb. 2016.

[6] Leo et al., "Efecto de las desviaciones de agua en el río Mississippi," *Revista de Ciencias Marinas*, vol. 8, no. 3, pp. 80-90, 2016.

[7] Montero et al., "Predicción de zonas de alta densidad de camarón," *Revista de Ecología Acuática*, vol. 12, no. 2, pp. 45-55, 2016.

[8] Pickens et al., "Modelos de distribución de especies penaeidas," Ecología y Biogeografía Marina, vol. 15, no. 4, pp. 110-120, 2021.

[9] T. Chen and C. Guestrin, "XGBoost: A Scalable Tree Boosting System," in Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 2016, pp. 785-794.

[10] J. Han, M. Kamber, and J. Pei, Data Mining: Concepts and Techniques, 3rd ed. Morgan Kaufmann, 2012.

[11] T. G. Dietterich, "Ensemble Methods in Machine Learning," in International Workshop on Multiple Classifier Systems, 2000, pp. 1-15.

[12] S. Ioffe and C. Szegedy, "Batch Normalization: Accelerating Deep Network Training by Reducing Internal Covariate Shift," in Proceedings of the 32nd International Conference on Machine Learning, 2015, pp. 448-456.

[13] T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd ed. Springer, 2009.

Capítulo 51

Uso de la inteligencia artificial como ayuda en la calidad de vida.

Víctor Manuel Zamudio García [1],

[1] Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, Ex Hacienda San Javier, Tolcayuca 1009, 43860 Tolcayuca, Hgo. vzamudio@upmh.edu.mx

Resumen: La calidad de vida se refiere al bienestar general de las personas y a la satisfacción con diversos aspectos de sus vidas. Las prótesis impulsadas por Inteligencia Artificial (IA) contribuyen significativamente al bienestar emocional y psicológico de los usuarios. Los dispositivos protésicos tradicionales suelen tener limitaciones que pueden provocar frustración, sentimientos de insuficiencia o baja autoestima, especialmente en los niños. Sin embargo, las prótesis mejoradas con IA ofrecen un control más intuitivo y natural, lo que puede reducir en gran medida estos sentimientos negativos. Estudios como los de [Harrison et al. (2022)] han demostrado que las prótesis avanzadas que permiten un movimiento más fluido y natural se asocian con una mayor autoestima y una mejor imagen corporal entre los usuarios. Para los niños, esto se traduce en una mayor sensación de normalidad y aceptación, reduciendo la carga psicológica que supone llevar una prótesis.

El trabajo tiene como objetivo determinar el impacto de implementar tres algoritmos supervisados de inteligencia artificial (IA) para predecir la intención de movimiento de un paciente de ocho años con agenesia de mano izquierda, a través del uso de un dispositivo protésico impreso en 3D y un sensor muscular el cual permitirá recopilar señales electromiográficas (EMG) para la generación de un dataset que se cargará a los tres algoritmos propuestos de IA.

Palabras clave: Calidad de vida, Inteligencia Artificial, Protesis.

1 Introducción

El fomentar la inclusión a través de la Inteligencia Artificial (IA) en las prótesis, permite cerrar la brecha entre capacidad y expectativas. Las prótesis de IA están diseñadas para cerrar la brecha entre lo que los usuarios pueden hacer con una prótesis y lo que esperan lograr. Al imitar los movimientos naturales con mayor precisión y proporcionar ajustes en tiempo real, estos dispositivos permiten a los usuarios satisfacer sus expectativas personales y sociales de manera más efectiva. Esta alineación entre capacidad y expectativas es particularmente importante para los niños, que todavía están desarrollando su identidad propia y sus habilidades sociales.

Por otra parte, el poder reducir el estigma y mejorar la normalidad a través de un diseño sofisticado y la funcionalidad de las prótesis de IA contribuye a reducir el estigma asociado con las prótesis. Cuando las prótesis se perciben como de alta tecnología y capaces, se vuelven menos un punto focal de diferencia y más una parte de la identidad única del

individuo. Este cambio ayuda a normalizar el uso de prótesis y promueve una actitud más inclusiva entre pares y dentro de la comunidad.

Finalmente, la promoción de la inclusión en las actividades cotidianas a través de prótesis con IA, permiten a los usuarios participar en una amplia gama de actividades, desde deportes hasta actividades artísticas, sin estar limitados por las limitaciones de la tecnología protésica tradicional. Para los niños, esto significa que pueden participar más plenamente en actividades con sus compañeros, lo que lleva a una experiencia social más integrada. Por ejemplo, los avances en las prótesis de IA han permitido a los niños sobresalir en deportes o actividades creativas, como tocar instrumentos musicales, que antes eran un desafío con las prótesis convencionales.

Las manos son una parte fundamental que el ser humano utiliza con mayor frecuencia ya que permiten sostener objetos, crear herramientas o conseguir alimentos, por lo tanto, es de vital importancia, atender aquellas personas que no tienen estas extremidades ya sea por problemas genéticos o accidentes.

En Hidalgo cerca del 33% de la población padece esta discapacidad que les impide usar o mover sus manos según datos del Instituto Nacional de Información y Estadística (INEGI, 2020).

En la actualidad la inteligencia artificial es una disciplina de gran importancia ya que ha permitido generar modelos que atiendan las necesidades en diversas áreas. Desafortunadamente en México el panorama en materia de IA tiene escaso desarrollo, pocas son las instituciones que conocen o dominan temas de IA, lo cual representa un verdadero reto para quienes son pioneros en aplicar este tipo de tecnologías (Mypress, 2021). Por otra parte, la impresión 3D es una tecnología de fabricación por adición que ha ido evolucionado de manera exponencial en los últimos años, gracias al RepRap el cual es un proyecto de código abierto dirigido a crear modelos de impresoras 3D que puedan replicarse a sí mismas, esto ha beneficiado bastante ya que se ha vuelto más accesible para el público que se dedique a utilizar estas impresoras (Jorquera Ortega, 2018).

El proyecto de investigación está centrado poder mejorar la calidad de vida de un infante a través del uso de tres propuestas de algoritmos de Inteligencia Artificial (IA) que estarán evaluando la precisión de la intención de movimiento de un paciente de ocho años con agenesia de miembro superior izquierdo, el dataset que se realizó para este trabajo consta de las variables Time, Class, Channel y Filter, las cuales fueron conseguidas con el sensor muscular MyoWare™ (AT-04-001) el cual permite detectar la actividad eléctrica generada por los músculos del cuerpo humano, estas fueron cargadas al entorno de Python a través del conjunto de datos obtenido y posteriormente al IDE Arduino en conjunto con la tarjeta Arduino Nano 33 Ble Sense, para el control de una prótesis impresa en 3D, lo anterior con la finalidad de evaluar la mejora en la calidad de vida del infante mediante la implementación de estas tecnologías

2 Estado del Arte

La inclusión social es un aspecto crucial de la calidad de vida y las prótesis impulsadas por IA desempeñan un papel fundamental para facilitarla. Los niños que utilizan prótesis avanzadas experimentan menos limitaciones en sus actividades diarias, desde practicar deportes

hasta participar en actividades del aula. La funcionalidad y adaptabilidad mejoradas de las prótesis de IA permiten a los niños realizar tareas con las que podrían tener dificultades utilizando prótesis tradicionales, promoviendo una mayor participación en actividades sociales y recreativas. Esta inclusión ayuda a reducir las barreras sociales y los estigmas que pueden surgir de diferencias visibles, fomentando un entorno más inclusivo. La investigación de [Zhao et al. (2021)] enfatiza que las prótesis capaces de realizar movimientos más matizados contribuyen a una mayor aceptación social e interacción entre pares.

El desarrollo personal e independencia, es posible a través de las prótesis de IA, donde apoyan el desarrollo personal y la independencia, que son cruciales para el crecimiento de un niño. Estos dispositivos están diseñados para adaptarse a las necesidades cambiantes del usuario, permitiendo una mejora continua en la funcionalidad a medida que el niño crece. Esta adaptabilidad no sólo reduce la necesidad de ajustes o reemplazos frecuentes, sino que también apoya el desarrollo de habilidades y capacidades que mejoran la independencia del niño. La capacidad de realizar tareas con mayor facilidad y control aumenta la confianza y anima a los niños a asumir nuevos desafíos, tanto académicos como sociales.

En general el desarrollo de prótesis 3D con inteligencia artificial surge de la combinación de los avances en impresión 3D con la capacidad de recopilar, analizar y procesar datos utilizando algoritmos de inteligencia artificial. Esto ha llevado a proponer la construcción y diseño de un prototipo de prótesis inteligente y adaptativa según las necesidades del usuario, misma que coadyuven a la reintegración de su entorno social ya que el no hacer uso de tecnología podría tener un impacto significativo en la calidad de vida de una persona, limitando su capacidad para llevar a cabo sus actividades diarias de manera independiente, así como la forma en la que se integra a la sociedad.

Los algoritmos supervisados no siguen la lógica de programación tradicional (algorítmica) de manera directa. A diferencia de la programación convencional, donde se especifican estructuras y procesos paso a paso, los algoritmos supervisados aprenden patrones y relaciones a partir de datos etiquetados de entrada y salida. (Iglesias, 2022). En lugar de programar explícitamente los procesos, se proporciona al algoritmo un conjunto de datos etiquetados para que pueda aprender automáticamente a realizar la tarea específica.

Por ejemplo, en la clasificación, se le proporciona al algoritmo muestras de datos con etiquetas predefinidas y se espera que el modelo aprenda a clasificar nuevos datos por sí mismo; teniendo en cuenta que la salida puede tener un margen de error a diferencia de la programación algorítmica tradicional donde los resultados tienden a ser exactos dada la formulación del código. Este enfoque es parte del aprendizaje automático y permite abordar problemas complejos y no lineales sin la necesidad de especificar procesos detallados manualmente. Los algoritmos supervisados son efectivos para tareas como clasificación y regresión, donde se busca predecir una etiqueta o un valor numérico a partir de datos de entrada. IBM (2023).

Este enfoque es parte del aprendizaje automático y permite abordar problemas complejos y no lineales sin la necesidad de especificar procesos detallados manualmente. Los algoritmos supervisados son efectivos para tareas como clasificación y regresión, donde se busca predecir una etiqueta o un valor numérico a partir de datos de entrada. IBM (2023). Por lo anterior, se realizó una investigación sobre el uso de métodos de aprendizaje super-

visado que han sido aplicados en la clasificación de la intensión del movimiento, mediante el uso de electromiografía para el control de prótesis impresas en 3D, de los cuales se rescataron los siguientes estudios.

Wafa Talha, H, et al (2023) desarrollaron un sistema inteligente para clasificar los movimientos de extensión y flexión de la muñeca mediante electromiografía (EMG). El sistema utilizó una señal EMG colocada en la extremidad superior del sujeto para capturar la actividad muscular asociada con los movimientos observados. El proceso de clasificación comprende dos clases básicas: flexión y extensión. Para evaluar el rendimiento del sistema,

se entrenó y probó un modelo de clasificación de K vecinos más cercanos (KNN) en el conjunto de datos de Ninapro, que incluye datos de 27 sujetos. Los resultados demostraron que la implementación de este método de clasificación es eficaz, por lo que ofrece un potencial prometedor para aplicaciones en prótesis, rehabilitación e interfaces hombre-máquina.

3 Metodología utilizada

Los métodos aplicados en el desarrollo de la investigación, los cuales están distribuidos en tres fases principales que son el análisis y procesamiento de datos, la clasificación de la intención del movimiento con la implementación de los algoritmos de Inteligencia Artificial aplicados a un prototipo de prótesis y la evaluación de la mejora en la calidad de vida de un infante con agenesia de mano izquierda.

Tipo de investigación según el objetivo es aplicada, ya que se trata de un tipo de investigación centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto. Por consiguiente, el tipo de ámbito al que se aplica es muy específico y bien delimitado, ya que no se trata de explicar una amplia variedad de situaciones, sino que más bien se intenta abordar un problema específico.

La naturaleza del problema es probar tres algoritmos de supervisados de IA a un prototipo de prótesis para definir cuál es el que responde de manera óptima a la identificación de los movimientos de la mano generados a de señales musculares de un solo paciente, para evaluar su nivel de calidad de vida.

Según el nivel de profundización en el objeto de estudio, el diseño es explicativo, ya que es uno de los más frecuentes en los que la ciencia se centra. Se utiliza con el fin de intentar determinar las causas y consecuencias de un fenómeno concreto. Se busca no solo el qué sino el porqué de las cosas, y cómo han llegado al estado en cuestión. Para ello pueden usarse diferentes métodos, como la el método observacional, correlacional o experimental. El objetivo es crear modelos explicativos en el que puedan observarse secuencias de causa-efecto, si bien estas no tienen por qué ser lineales(normalmente, son mecanismos de causalidad muy complejos, con muchas variables en juego).

Se llevará a cabo un estudio para comprender si el uso de una prótesis impresa en 3D para un infante de ocho años mejora su calidad de vida en diversos ámbitos del mismo, como la familia, escuela, sociedad o estado de ánimo. Estos datos se recogerán a través del cuestionario KID SCREEN27 y de información que arroje el performance de los tres algoritmos. Con esto, se busca analizar y explicar la relación entre el uso de la IA y la calidad

de vida de un infante de ocho años con agenesia de mano izquierda, proporcionando una comprensión más profunda de este fenómeno.

Es una investigación cuasi-experimental, la cual se asemeja a la experimental en el hecho de que se pretende manipular una o varias variables concretas, con la diferencia de que no se posee un control total sobre todas las variables, como por ejemplo aspectos vinculados al tipo de muestra que se presenta al experimento. Esta investigación es cuasi-experimental debido a que únicamente se tiene control sobre una variable independiente, que es el dispositivo protésico, mediante el cual se realizarán una serie de experimentos con la finalidad de observar el cambio en el grupo de control que es el nivel de CVRS del paciente.

Los datos para el aprendizaje automático se realizarán mediante la obtención de señales EMG, las cuales integrarán en un dataset al cual se le emplearán medidas estadísticas como correlaciones y pruebas f1-score para identificar eficacia entre los algoritmos que se van a emplear, así como patrones de comportamiento en las señales EMG para poder realizar predicciones acertadas sobre la intención de movimiento.

Por la parte de la calidad de vida, esta información será recopilada mediante el cuestionario KIDSCREEN-27 y posteriormente tratados en SPSS, el cual arrojará el porcentaje del nivel de CVRS del paciente

Se utilizó un diseño de línea de base múltiple para evaluar la calidad de vida del infante, a través del uso de la prótesis, para ello se llevó a cabo el siguiente procedimiento.

Contextos: Bienestar Físico, Bienestar Psicológico, Autonomía y Relación Parental, Compañeros, Apoyo Social y Entorno escolar.

Fase A (Línea base): Duración: Al inicio de la investigación Intervención: El infante usa su prótesis habitual. Mediciones: Evaluación de la calidad de vida en cada contexto mediante el KIDSCREEN-27.

Fase B (Intervención con IA): Duración: 7 semanas en las dimensiones del contexto. Intervención: El infante utiliza la prótesis controlada por IA. Mediciones: Evaluación de la calidad de vida en cada contexto mediante el KIDSCREEN-27.

Por lo anterior se propuso la siguiente diagramación experimental, la cual busca evaluar el nivel de calidad de vida de un infante que inicialmente utiliza una prótesis sin inteligencia artificial y comparar los resultados de la CVRS después de hacer uso de un prototipo de prótesis controlada con IA.

G1: Fase A (Línea base)

G2: Fase B (Intervención con IA) X: Prótesis con IA

O1: Calidad de vida O2: Calidad de Vida

G1		01
G2	X	02

4 Resultados experimentales

Análisis de resultados de los cuestionarios de CVRS. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los diferentes cuestionarios aplicados para la evaluación de la calidad

de vida, además también se muestran el análisis del rendimiento de los algoritmos supervisados de IA.

Resultados del Pretest del cuestionario aplicado al paciente al inicio de la investigación se obtuvieron los siguientes resultados en el software de SPSS, los cuales se conjuntaron para una mejor comprensión en la Tabla que se muestra a continuación:

Subescala	Puntuación									
	Bienestar Físico.		Bienestar Psicológico.		Autonomía y Relación Parental.		Compañeros y Apoyo Social.		Entorno Escolar	
	Val T	Rash	Val T	Rash	Val T	Rash	Val T	Rash	Val T	Rash
1	30.57	-1.61								
2			29.42	-1.10						
3					34.69	-0.47				
4							29.32	-1.34		
5									32.79	-1.49

Para interpretar los valores T, se consultaron las tablas de datos normativos del Manual para la interpretación de los resultados. Estos datos normativos permiten clasificar la calidad de vida relacionada con la salud del paciente, en general para un niño de 8 años según la normativa se debe tener los siguientes valores para cada dimensión establecida.

- Bienestar Físico: La media se fija en 54.47 y la desviación estándar es ±9.9
- Bienestar Psicológico: La media se fija en 53.40 y la desviación estándar es ±9.79.
- Autonomía y Relación Parental: La media se fija en 51.40 y la desviación estándar es ±10.16.
- Compañeros y Apoyo Social: La media se fija en 50.78 y la desviación estándar es ±9.92.
- Entorno Escolar: La media se fija en 52.89 y la desviación estándar es ±10.42.

Dado los valores T que son los que sirven de guía para la evaluación, se tiene que para cada dimensión el paciente representa valores bajos respecto a la media que se debe cumplir, específicamente las dimensiones de Bienestar físico (30.57), Compañeros y Apoyo Social (29.32) y Entorno Escolar (32.79) son las que representan los valores más bajos, por lo que se procedió a realizar el diseño del prototipo para comprobar si efectivamente se mejora o no la calidad de vida del paciente con el uso de estas tecnologías.

Resultados del Post-test

Los resultados obtenidos en el segundo cuestionario se muestran en la siguiente Tabla, misma en la que se puede notar que hubo un aumento significativamente mayor al establecido en los indicadores de la investigación principalmente en las dimensiones de Autonomía y Relación Parental (17%), Compañeros y Apoyo Social (43%) y Entorno Escolar (38%). Por otra parte, de manera general se observa un porcentaje de aumento del 21.95% en general de la calidad de vida del paciente después del uso de la prótesis.

Subescala	Puntuación									
	Bienestar Físico.		Bienestar Psicológico.		Autonomía y Relación Parental.		Compañeros y Apoyo Social.		Entorno Escolar	
	Val T	Rash	Val T	Rash	Val T	Rash	Val T	Rash	Val T	Rash
1	38.47	-0.46								
2			34.33	-0.43						
3					40.59	0.17				
4							42.09	0.59		
5									45.38	0.54

5 Conclusiones y direcciones para futuras investigaciones

La Inteligencia Artificial (IA) no solo mejora los aspectos mecánicos de las prótesis, sino que también está impulsando mejoras significativas en la calidad de vida integral y la inclusión de los usuarios. Al proporcionar una funcionalidad mejorada, fomentar un mayor bienestar emocional y apoyar la inclusión social, las prótesis impulsadas por IA están estableciendo un nuevo estándar de lo que es posible en la tecnología protésica. Para los niños, estos avances significan un entorno más inclusivo y de apoyo donde pueden prosperar emocional, social y personalmente. A medida que la IA continúa evolucionando, su integración en las prótesis promete mejoras aún mayores en la calidad de vida y la inclusión, lo que la convierte en un avance fundamental en este campo.

Se aplicó un pretest al paciente, el cual arrojó un porcentaje del 34 % del nivel de la calidad de vida evaluado en los rubros de Bienestar Físico, Bienestar Psicológico, Autonomía y Relación Parental, Compañeros y Apoyo Social, Entorno Escolar.

Dando como resultados más bajos Bienestar físico (30.57), Compañeros y Apoyo Social (29.32) y Entorno Escolar (32.79), lo que dio un primer punto de partida a la factibilidad de la investigación, ver Anexo A y Anexo B.

Se diseñó un dispositivo mecánicamente funcional y ergonómico, logrando obtener un primer prototipo de prótesis para uso de un infante de 8 años de edad.

Se logró implementar tres algoritmos supervisados de IA en Python, los cuales permiten clasificar la intensión de movimientos de la mano (abrir, cerrar, transición de abierto a cerrado y transición de cerrado a abierto) mediante señales electromiográficas.

Se logró utilizar tecnología TinyML en la unión de algoritmos supervisados de IA aplicados a dispositivos con poder de cómputo limitado, como es el caso de la tarjeta Arduino para el control de un dispositivo protésico.

Con base a las conclusiones anteriores, se dan las siguientes recomendaciones:

1) Evaluar otros test de calidad de vida, e incluso acoplar cuestionarios que no estén relacionados 100% con discapacidad.
2) Realizar diversos diseños de mecanismos para trabajar en la mejora del funcionamiento mecánico del prototipo, incluso es recomendable trabajar con otros materiales y métodos de impresión para mejorar la parte estética e integrar más movimientos de la mano.

3) Probar más algoritmos para evaluar si hay algún otro que responda mejor en relación a los datos que se están tratando.
4) Realizar un diseño modular en la parte electrónica para optimizar tiempo de funcionamiento, reducir espacios de mecanismos y peso del dispositivo.
5) A partir de los estudios realizados, se sugiere obtener un conjunto de datos de diferentes personas, con la finalidad de realizar control más generalizado sobre la prótesis, permitiendo que se pueda adaptar a diversos usuarios.
6) Evaluar otros embebidos que sean compatibles con el entorno de Python y TinyML para la unión de dispositivos con recursos limitados que puedan aprovechar el uso de IA para sistemas en tiempo real ya que es un área con poca información en materia teórico-práctica.

Referencias

Arduino® (2024). Datasheet del Arduino Nano 33 Ble Sense [Archivo PDF]. Recuperado de https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/ABX00031-datasheet.pdf

Arroyave Correa, L. M., & Bedoya Flórez, M. (2019). Estudio de caso del proceso de adaptación psicosocial de personas con amputación de miembro inferior por accidente con mina antipersonal (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).

Ayola, F. G., Bigio, D., & Valderrama, M. (2021, October). Design and fabrication of a myoelectric prosthesis for trans-radial amputees. In 2021 IEEE 2nd International Congress of Biomedical Engineering and Bioengineering (CI-IB&BI) (pp. 1-4). IEEE.

Bravo Loor, S. D. (2019). Adolescentes ecuatorianos con discapacidad motriz: adaptación al sistema educativo, factores psicosociales, de personalidad y psicopatológicos

Cabegin, K. R. L., Lim, M. A. V. M., Fernan, D. T., Santos, R. G., & Magwili, G. V. (2019, November). Electromyography-based Control of Prosthetic Arm for Transradial Amputees using Principal Component Analysis and Support Vector Machine Algorithms. In 2019 IEEE 11th international conference on humanoid, nanotechnology, information technology, communication and control, environment, and management (HNICEM) (pp. 1-6). IEEE.

Calderón Nilo, J. J., & Pincheira Orellana, G. (2018). Diseño e implementación de sistema para detección de señales electromiográficas (Doctoral dissertation, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Ingeniería Civil Mecatrónica).

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023). Ley general para la inclusión de personas con discapacidad. México Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIPD.pdf

Cedeño, C., Cordova-Garcia, J., Asanza, V., Ponguillo, R., & Muñoz, L. (2019, August). K NN-based emg recognition for gestures communication with limited hardware resources. In 2019 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCom/IOP/SCI) (pp. 812-817). IEEE.

Child Public Health. (2011-2023). Impressum | Datenschutz | Sitemap. Kidscreen. https://www.kidscreen.org

Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH). (2022). Informe anual 2022. Recuperado de: https://informe.cndh.org.mx/menu.aspx?id=40068

Capítulo 52

Aprendibilidad de Ontologías mediante una extensión del Marco Formal PAC Learning

José Antonio Aviña Méndez

C.U.C.E.I, Universidad de Guadalajara, Blvd. Gral. Marcelino García Barragán 1421, Olímpica, 44430 josea.avinam@academicos.udg.mx

Resumen. A través del presente presente artículo, se propone extender el marco formal PAC- learning, predominantemente numérico y probabilístico, hacia un marco formal ontológico para semi-automatizar la construcción de ontologías a partir de datos semiestructudados y estructurados (i.e. Ontology Learning). Lo cual, en última instancia, abonará en la disminución del error y el incremento en la confiabilidad de tareas que subyacen en el aprendizaje de máquina, tales como la regresión y la clasificación. En contraste con los actuales enfoques, en este artículo se propone el empleo de un lenguaje conceptual E que constituye una extensión de la Lógica Descriptiva EL. Ello posibilitará, además de explorar un lenguaje conceptual más expresivo, la investigación de servicios de razonamiento, decidibles, tractables, completos, y correctos (i.e. fiables) precisamente para lógicas descriptivas con un grado mayor de expresividad. En este artículo, se presentan los siguientes resultados: la formalización del Lenguaje Conceptual E y la construcción de un Procedimiento de Decisión para realizar servicios transaccionales y de razonamiento sobre teorías axiomáticas construidas a través de E.

Palabras clave: Ontologías, PAC, Description Logics, Decision Procedure, Machine Learning

1 Introducción

Las Lógicas Descriptivas (LD) conforman una familia de Lenguajes Conceptuales compuestas por un conjunto de constructores para modelar clases y relaciones entre clases [1] [2][4][9]. Las clases (i.e. conceptos) representan conjuntos de individuos, mientras que los roles expresan tanto las relaciones entre los conceptos como sus atributos. A través de estos lenguajes conceptuales se puede expresar conocimiento taxonómico mediante la descripción de jerarquías de clases [8]. En contraste con otros formalismos tales como marcos y redes semánticas, los lenguajes conceptuales tienen la ventaja de una semántica declarativa de estilo Tarsky [7][13]. Las ontologías construidas a través de estos lenguajes se componen tanto de conocimiento intensional (i.e.TBox) como de conocimiento extensional (i.e. ABox) [10].

Estos lenguajes se pueden equipar con varios servicios de razonamiento que se construyen a partir de un cálculo de tablas y/o procedimiento de decisión [5]. Tanto un cálculo

de tablas como un procedimiento de decisión poseen propiedades tales como: computabilidad, decidibilidad, tratabilidad, completitud y correctitud. La formalización y análisis de estas propiedades permiten orientar la confección de servicios de razonamiento -precisamente- computables, decididles, tratables, completos y correctos [3][22].

El marco formal, Probably Approximately Correct Learning o PAC learning [25], es un enfoque probabilístico que intenta formalizar la tarea de aprendizaje en un computador. A través de este marco se establecen condiciones bajo las cuales un algoritmo puede aprender un concepto, con un costo en tiempo polinomial, una alta probabilidad de éxito y un bajo margen de error. Los componentes fundamentales en el PAC learning, son los siguientes:

1) *Concepto*: Representa una clase de funciones o conjuntos por aprender.
2) *Distribución*: El algoritmo de aprendizaje asume que los ejemplos se extraen de una distribución desconocida.
3) *Criterios de precisión* y *confianza*:

   a) Error (ε): El algoritmo intentará aprender un concepto con un error asociado menor a ε.

   b) Confianza (δ): El algoritmo debe tener al menos la probabilidad, 1−δ, de generar una hipótesis que cumpla el criterio de ε.
4) *Hipótesis*: El algoritmo debe generar una hipótesis que se aproxime al concepto verdader; en un tiempo polinimial.

Matemáticamente, un concepto C es *PAC-aprendible* si existe un algoritmo que, a partir de un conjunto finito de ejemplos, encuentra una hipótesis, h, tal que $p(error(h) \leq \epsilon) \geq (1-\delta)$; donde ϵ es el error tolerado y δ es la probabilidad de que el algoritmo no cumpla con esa condición. Ahora bien, el número de ejemplos necesarios y el tiempo de cómputo, requerido para que el algoritmo construya la hipótesis h, deben tener un costo polinomial en función a 1/ε, 1/δ y la longitud del concepto.

Asumamos, por ejemplo, que el computador -a través de un algoritmo- debe aprender el concepto (i.e. tarea) de *diagnosticar una enfermedad*. Para ello, el algoritmo debe clasificar (i.e. diganosticar) correctamente a pacientes, a partir de los síntomas observados, con una alta precisión, un pequeño error, una alta confianza en un tiempo polinomial.

En el estricto contexto de un marco formal de PAC-learning ontológico, el proceso de aprendizaje de un concepto, C_E, en una ontología construida a través del lenguaje conceptual, E, implica generar una hipótesis, h_E, sobre dicho concepto -a partir de ejemplos- para posteriormente validarla contra una teoría axiomática r_E. Este proceso de validación implica el siguiente conjunto de etapas:

1) Adoptar o construir un lenguaje conceptual E así como los servicios de razonmiento más convenientes.
2) Definir un Dominio X y un Concepto C.
3) Axiomatizar el dominio X y formalizar el concepto, C, a través del lenguaje conceptual E. Lo anterior para construir la ontología $r_E = \{r_{\#\$\%}E \cup r_{\&'\$\%}E\}$, tal que $C \subseteq r_E$.
4) Aprender el concepto, C_E donde se emplean muestras de entrenamiento que consisten en los conjuntos $S($ y $S)$, donde:

- $S($ está conformado por ejemplos positivos.
- $S)$ está conformado por ejemplos negativos.

Encontrar una hipótesis h_E en la ontología r_E que generalice correctamente el concepto C_E. (En el marco de PAC Learning, una hipótesis debe ser probablemente aproximadamente correcta, esto es, debe clasificar correctamente los ejemplos con una alta probabilidad y un bajo margen de error).

5) Evaluar y refinar la hipótesis inicial, h_E, mediante servicios de razonamiento sobre $r_{\#\$\%}E$ y $r_{\&'\$\%}E$.

En el contexto del PAC-learning ontológico, aprender un concepto implica construir una descripción, en un lenguaje conceptual, que generalice correctamente los ejemplos positivos cumpliendo con las restricciones definidas en la teoría axiomática. Posteriormente, a través del proceso de refinamiento se ajusta la hipótesis para que sea eficiente y precisa, materializando así una descripción probablemente aproximadamente correcta.

2 Estado del Arte

La expresividad que subyace en las Lógicas Descriptivas (LD) [4][5][6] y las propiedades de sus servicios de razonamiento (e.g., decidibilidad, tractabilidad, correctitud y completitud) han cobrado, nuevamente, el interés de comunidades científicas procedentes de diversos ámbitos del saber; particularmente en el ámbito del Machine Learning (ML). Las LD conforman una familia de Lenguajes Formales para representar conocimientos en dominios específicos y posteriormente realizar procesos de inferencia sobre los mismos. Estos lenguajes se han consolidado como un estándar para la creación de ontologías y servicios de razonamiento (e.g., instance checking, subsumption, relation checking). Actualmente se están aplicado en diversos campos como la estandarización de la Web Semántica [10], la automatización del diagnóstico médico [11], la planeación de tareas y construcción de robots inteligentes [12] y en el análisis de interacciones químicas [13].

Las ontologías construidas a partir de estos, tambien llamados lenguajes conceptuales, se están empleando para extender el actual enfoque del pipeline en las tareas del ML, predominantemente numérico, hacia un enfoque ontológico [14][15][16]. Más aún, se están utilizando para mejorar el desempeño en las tareas clásicas de aprendizaje tales como: la regresión y clasificación [17][18][19].

El enfoque predominantemente numérico, del pipeline en una tarea de ML, obedece a diversas razones o hechos: i) el insumo esencial son datos numéricos, ii) el preprocesamiento de los mismos involucra tareas como escalamiento y normalización, iii) las métricas de rendimiento y las funciones objetivo por optimizar son cuantitativas y estriban en cálculos numéricos, iv) las técnicas de optimización suelen descansar en procesos matemáticos, iv) los hiperparámetros y parámetros de un modelo de aprendizaje suelen ser componentes numéricos y finalmente, v) la evaluación de un modelo de aprendizaje suele también basarse en cálculos numéricos.

En este contexto, los enfoques ontológicos están dotando a dicho pipeline de una dimensión semántica que se traduce en la capacidad descubrir -o inferir- nuevas relaciones, en el conjunto de datos de entrada, para poder enriquecerlo; relaciones que en los enfoques numéricos pueden permanecer implícitas. Más aún, estos enfoques están posibilitando que el proceso de construcción (i.e. actualización) de las ontologías se semiautomatice o automatice [23]-[24].

Uno de los pilares fundamentales para el diseño e implementación de estos enfoques ontológicos, ha sido el Lenguaje Conceptual EL [20][21]. Lo anterior obedece a una simple y sencilla razón, la expresividad de este lenguaje conceptual da lugar, en última instancia, a la construcción de servicios de razonamiento tractables y decidibles [20]. EL, consiste en un subconjunto del lenguaje conceptual ALC cuya expresividad es limitada - ex profeso- con la intención de favorecer, precisamente, el diseño y la implementación de servicios de razonamiento tractables y decidibles.

En contraste con los actuales enfoques ontológicos, en este artículo se propone el empleo de un lenguaje conceptual E que constituye una extensión de la Lógica Descriptiva EL. Ello posibilitará, además de explorar un lenguaje conceptual más expresivo, la investigación de servicios de razonamiento, decidibles, tractables, completos, y correctos (i.e. fiables) precisamente para lógicas descriptivas con un grado mayor de expresividad. En este artículo, se presentan los siguientes resultados: la formalización del Lenguaje Conceptual E, la construcción de un Procedimiento de Decisión para realizar servicios transaccionales y de razonamiento -sobre teorías axiomáticas construidas a través de E- y asimismo se presenta el estudio de su propiedad de soundness (i.e. correctitud).

3 Metodología Empleada

Derivado de la presente investigación, se ha podido confirmar que la extensión del enfoque convencional del PAC-learning, hacia un enfoque de PAC-learning Ontológico, posibilita tanto la formalización como la construcción de un marco formal para el aprendizaje de ontologías; que en última instancia mejoren el desempeño de tareas del apredizaje de máquina.

La conditio sine qua non -para este propósito- es adoptar un lenguaje conceptual y sus respectivos servicios de razonamiento; los más convenientes. Una vez que se cuenta con estos componentes, se puede transitar a través del pipeline típico del proceso de aprendizaje de una ontología. En este sentido es que en el presente trabajo de investigación se analiza y formaliza un lenguaje conceptual E, el cual posibilitará la construcción ontologías, la formalización de hipótesis y la formalización de ejemplos positivos y negativos. Asimismo, se ha construido un procedimiento de decisión para validar las hipótesis, planteadas, a traves de servicios de razonamiento como *instance checking* y *subsumption*.

4 Resultados

En la presente sección se formaliza el lenguaje conceptual E y asimismo se formaliza y construye un Procedimiento de Decisión para razonar sobre teorías axiomáticas, rE, construidas a través precisamente de E.

4.1. Definición del Lenguaje Conceptual í!

Sean C y R conjuntos de conceptos y roles respectivamente en E, donde C es disjunto de R. Si AE es un concepto atómico en E, CE y DE representan conceptos no atómicos en E y RE es un rol arbitrario en E, donde $\mathsf{CE} \in \mathsf{C}$, $\mathsf{DE} \in \mathsf{D}$ y $\mathsf{RE} \in \mathsf{R}$, entonces las siguientes expresiones son también conceptos:

$$\mathsf{C}, \mathsf{D} \rightarrow$$

A	Concepto Atómico
T	Top, Thing
1-	Bottom
¬A	Negación
⊓ D	Conjunción
⊔ D	Disyunción
∀R. C	Universal Restrictivo
∃R. T	Cuantificador Existencial no restrictivo
∃R. C	Cuantificador Existencial restrictivo

4.2. Semántica del Lenguaje Conceptual £

Una interpretación $\mathfrak{I} = 7^{\Delta^{\mathfrak{I}}}, \cdot^{\mathfrak{I}}$: consiste en un conjunto $\Delta^{\mathfrak{I}}$ (ie el dominio de $\mathfrak{I}$) y una función $\cdot^{\mathfrak{I}}$ (ie la función de interpretación de $\mathfrak{I}$) que mapea cada individuo α a un elemento $\alpha^{\mathfrak{I}} \in \Delta^{\mathfrak{I}}$, cada concepto a un subconjunto de $\Delta\mathfrak{I}$ x $\Delta\mathfrak{I}$ tal que:

$$
\begin{aligned}
\top^{\mathfrak{I}} &= \Delta^{\mathfrak{I}} \\
\bot^{\mathfrak{I}} &= \phi \\
(\neg A)^{\mathfrak{I}} &= \Delta^{\mathfrak{I}} \setminus A^{\mathfrak{I}} \\
(C \sqcup D)^{\mathfrak{I}} &= C^{\mathfrak{I}} \cup D^{\mathfrak{I}} \\
(C \sqcap D)^{\mathfrak{I}} &= C^{\mathfrak{I}} \cap D^{\mathfrak{I}} \\
(\forall R\ C)^{\mathfrak{I}} &= \mathrm{H}\alpha \in^{\Delta^{\mathfrak{I}}} | \ \forall b.\ (a,b) \in R^{\mathfrak{I}} \rightarrow b \in C^{\mathfrak{I}}\mathrm{L} \\
(\exists R.\ \mathsf{T})^{\mathfrak{I}} &= \mathrm{H}\alpha \in^{\Delta^{\mathfrak{I}}} | \ \exists b.\ (a,b) \in R^{\mathfrak{I}}\mathrm{L} \\
(\exists R.\ C)^{\mathfrak{I}} &= \mathrm{H}\alpha \in^{\Delta^{\mathfrak{I}}} | \ \exists b.\ (a,b) \in R^{\mathfrak{I}} \wedge b \in C^{\mathfrak{I}}\mathrm{L}
\end{aligned}
$$

Procedimiento de Decisión G'.!$_{i!}$

Asumamos, pues, que existen los conjuntos: Variables, Individuos, Roles y Conceptos, tales que

$$
\begin{aligned}
\text{Variables} &= \{x_0, x_1, \ldots\} \\
\text{Individuos} &= \{a_1, a_2, a_3, \ldots\} \\
\text{Roles} &= \{R_0, R_1, \ldots, R_n\} \\
\text{Conceptos} &= \{C_0, C_1, \ldots\} \cup \{D_0, D_1, \ldots\} \\
\mathfrak{C}_{\mathfrak{L}} &= \text{Variable} : \times \text{Concepto} \\
&\quad\ \ \text{Individuo} : \times \text{Concepto} \\
\mathfrak{R}_{\mathfrak{L}} &= \text{Variable} \times \text{Variable} : \times \text{Rol} \\
&\quad\ \ \text{Individuo} \times \text{Individuo} : \times \text{Rol} \\
\varphi_{\mathfrak{L}} &= \mathbb{P}(\text{Consulta}) \\
\phi_{\varphi_{\mathfrak{L}}}(x) &= \mathbb{P}(\text{Predicado}) \\
\Sigma_{\mathfrak{L}} &= \mathbb{P}(\text{Conceptos})
\end{aligned}
$$

Definición 1 (Consulta). Una Consulta es un Concepto Primitivo o un Concepto Complejo a partir del Lenguaje E.

Definición 2 (Traducción). Dada la semántica de los Lenguajes Conceptuales, entonces una Consulta φE se puede traducir a una Fórmula Lógica $\phi\varphi$E(x) la cual tiene al menos una variable libre (donde $x \in$ Variable)

Definición 3 (Sustitución). Dada una tupla de variables ρ = (x), una tupla de individuos

$\tau = (a)$ y un dominio L':, entonces una substitución μ es una función parcial, $\mu : \rho,\tau$

→L': la cual substituye ρ por τ.

Definición 4. (Clasificación). Dada una teoría axiomática r_E, un concepto primitivo o complejo C ∈ r_E y un individuo a, entonces a se encuentra en la interpretación de C

a ∈ C ssi $r_E \vDash C(a)$.

Definición 5 (Satisface). Dada una teoría axiomática ΣE, una consulta φE(x) y una tupla de individuos τ, tal que $\tau = (a) \in$ L':, entonces $\varphi E^{[(x_1,\ldots x_k)]^{\mu,\tau}} \vDash \varphi E(x)$ si y solo si $\varphi E(\tau) \subseteq \Sigma E$, donde:

$$\bar{x} = (x_1,\ldots,x_k), x_i \in \text{ Variables}$$
$$\tau = (a_1,\ldots,a_k), a_i \in \Delta^{\mathfrak{I}}, \forall_{i=1,\ldots,k}$$

Definición 6 (Interpretación). Dada un consulta $\varphi E^{(x_1,\ldots,x_k)}$, entonces la interpretación $\varphi E^{(x_1,\ldots,x_k)}$ de $\varphi E^{(x_1,\ldots,x_k)}$ es el conjunto de k-tuplas, donde k es el número de variables distintas en φE(x) :

$$\varphi_{\mathfrak{L}}(x_1,\ldots,x_k)^{\mathfrak{I}} =$$
$$\{a_1,\ldots,a_k \mid a_i \in \Delta^{\mathfrak{I}}, [\varphi_{\mathfrak{L}}(x_1,\ldots x_k)]^{\mathfrak{I},\mu,\tau} = \text{ True }\}$$

donde μ sustituye xi por a_i $\forall i = 1...k$

Definición 7 (Solución). Dada una teoría axiomática $\Sigma_{£}$ y una consulta φ£(x), entonces el conjunto solución $\Psi_{£}(\Sigma_{\mathfrak{L}}, \varphi_{\mathfrak{L}}(\bar{x}))$, está dada por:

$$\Psi_{\mathfrak{L}}(\Sigma_{\mathfrak{L}}, \varphi_{\mathfrak{L}}(\bar{x})) = \{(a_1,\ldots,a_k) \mid [\varphi(x_1,\ldots x_k)]^{\mu,\tau} \vDash \varphi_{\mathfrak{L}}(\bar{x})\}$$

donde $\tau = (a_1,\ldots,a_k)$.

Definición 8 (Set de conceptos). Dada una teoría axiomática $\Sigma_{£}$ y una consulta φ£(x^{-}), entonces un conjunto de conceptos está dado por:

$$\mathfrak{S}_{\mathfrak{uC}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x), \Sigma_{\mathfrak{L}}) =$$
$$\{\langle x, a : C_{\mathfrak{L}}\rangle \mid \exists C_{\mathfrak{L}}, x : C_{\mathfrak{L}} \in \varphi_{\mathfrak{L}}, \langle a : C_{\mathfrak{L}}\rangle \in \Sigma_{\mathfrak{L}}\} \quad (1)$$

Definición 9 (Set de roles). Dada una teoría axiomática $\Sigma_{£}$ y una consulta φ£(x^{-}), entonces un conjunto de relaciones está dado por:

$$\mathfrak{S}_{\mathfrak{BC}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x), \Sigma_{\mathfrak{L}}) =$$
$$\left\{ \begin{array}{l} \langle x_1, a_1, a_2 : R_{\mathfrak{L}}\rangle \\ \left\{ \begin{array}{l} \exists x_1, x_2, (x_1, x_2 : R_{\mathfrak{L}}) \in \varphi_{\mathfrak{L}}(x), \\ \langle a_1, a_2 : R_{\mathfrak{L}}\rangle \in \Sigma_{\mathfrak{L}}, x_1 \neq x_2 \end{array} \right\} \end{array} \right\} \quad (2)$$

Definición 10 (Mapping). Dada una teoría axiomática $\Sigma_{\mathfrak{L}}(\mathfrak{I}, \mathfrak{A})$, y una consulta (concepto) $\boldsymbol{\phi}_{,\mathfrak{L}}(x)$, entonces la operación Mapping está dado por:

$$\prod_{x:C\mathfrak{B}\in S\mathfrak{B}}(\Sigma_{\mathfrak{L}}, \phi_{\varphi_{\mathfrak{L}}}(x))\models$$

$$\boxplus$$

$$\begin{cases} \emptyset \text{ si } S_{\mathfrak{L}} = \emptyset \\ \langle x, a : C_{\mathfrak{L}} \rangle \\ \quad \text{si } S_{\mathfrak{L}} = \{\langle x, a : C_{\mathfrak{L}} \rangle\}, \langle a : C_{\mathfrak{L}} \rangle \in \mathfrak{S}_{\mathfrak{U}\mathfrak{S}} \\ \langle x, a : C_{\mathfrak{L}} \rangle \bigcup_{x:C_{\mathfrak{L}} \in S'_{\mathfrak{L}}} (\Sigma_{\mathfrak{L}}, \varphi_{\mathfrak{L}}(x)) \\ \quad \text{si } S_{\mathfrak{L}} = \{\langle x, a : C_{\mathfrak{L}} \rangle\} \cup S'_{\mathfrak{L}}, \langle a : C_{\mathfrak{L}} \rangle \in \mathfrak{S}_{\mathfrak{U}\mathfrak{S}} \end{cases} \tag{3}$$

$$\prod_{x1,x2:R\mathfrak{B}\in S\mathfrak{B}}(\Sigma_{\mathfrak{L}}, \varphi_{\mathfrak{L}}(x)) =$$

$$\begin{cases} \emptyset \text{ si } S_{\mathfrak{L}} = \emptyset \\ \langle x_1, a_1, a_2 : R_{\mathfrak{L}} \rangle \\ \quad \text{si } S_{\mathfrak{L}} = \{\langle x_1, x_2 : R_{\mathfrak{L}} \rangle\}, \\ \langle a_1, a_2 : R_{\mathfrak{L}} \rangle \in \mathfrak{S}_{\mathfrak{B}} \\ \langle x_1, a_1, a_2 : R_{\mathfrak{L}} \rangle \cup \Pi_{x_1,x_2:R_{\mathfrak{L}} \in S'} \\ \quad \text{si } S_{\mathfrak{L}} = \{\langle x_1, x_2 : R_{\mathfrak{L}} \rangle\} \cup S'_{\mathfrak{L}}, \\ \langle a_1, a_2 : R_{\mathfrak{L}} \rangle \in \mathfrak{S}_{\mathfrak{B}\mathfrak{S}} \end{cases} \tag{4}$$

$$\mathfrak{S}_{\mathfrak{I}\mathfrak{U}\mathfrak{S}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x), \Sigma_{\mathfrak{L}}) = \bigcap_{C_{\mathfrak{L}} \in \varphi_{\mathfrak{L}}(x)} \mathfrak{S}_{C_{\mathfrak{L}}} \tag{5}$$

$$\bigcap_{C\mathfrak{B}\in\varphi\mathfrak{L}(x)} \mathfrak{S}_{C\mathfrak{B}} =$$

$$\left\{ \begin{array}{l|l} \langle x_k : C_{\mathfrak{L}_k}, \mathfrak{S}_{k_1} \cap \ldots \cap \mathfrak{S}_{k_n} \rangle & \\ \langle x_k : C_{\mathfrak{L}_k}, \mathfrak{S}_{k_i} \rangle \in \mathfrak{U}\mathfrak{S}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x), \Sigma_{\mathfrak{L}}) & \\ \quad \forall_{i=1\ldots n} & \end{array} \right\} \tag{6}$$

$$\widehat{\pi}_x{}^{\mathfrak{C}}{}_{\mathfrak{L}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x), \Sigma_{\mathfrak{L}}) =$$

$$\left\{ a \;\middle|\; \begin{array}{l} \exists \langle x_k : C_{\mathfrak{L}_k}, \cap_{i=1}^{n} S_{k_i} \rangle, \\ \langle x_k : C_{\mathfrak{L}_k}, S_k \rangle \in S_{\mathfrak{I}\mathfrak{U}\mathfrak{S}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x), \Sigma_{\mathfrak{L}}), \\ a \in S_k \end{array} \right\} \tag{7}$$

$$\pi_{x1}{}^{\mathfrak{R}}{}_{\mathfrak{L}1}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x), \Sigma_{\mathfrak{L}}) =$$

$$\left\{ \begin{array}{c} \langle x_k, R_{\mathfrak{L}_{k_j}}, a_{k_{i_q}}, \{a_{k_i}, \ldots, a_{k_{i_t}}\} \rangle \\ \langle x_k, a_{k_{i_q}}, a_{k_{i_p}} : R_{\mathfrak{L}_{k_j}} \rangle \\ \in \Pi_{x_k, x_l : R_{\mathfrak{L}} \in S_{\mathfrak{L}}}(\Sigma_{\mathfrak{L}}, \varphi_{\mathfrak{L}}(x)) \\ \forall_p = 1 \ldots t \end{array} \right\} \tag{8}$$

$$\mathfrak{S}_{\mathfrak{I}\mathfrak{B}\mathfrak{B}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x), \Sigma_{\mathfrak{L}}) = \bigcap_{\mathfrak{R}_{\mathfrak{L}_1} \in \varphi_{\mathfrak{L}}(x)} \mathfrak{S}_{\mathfrak{R}_{\mathfrak{L}_1}} \tag{9}$$

$$\bigcap_{\mathfrak{R}\mathfrak{L}1\in\varphi\mathfrak{L}(x)} \mathfrak{S}_{\mathfrak{R}\mathfrak{L}1} =$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \langle x_k, R_{\mathfrak{L}_{k_j}}, \mathfrak{S}_{k_i} \cap \ldots \cap \mathfrak{S}_{k_n}, \{a_{k_{i_1}}, \ldots, a_{k_{i_t}}\} \rangle \\ \quad \exists a_{k_{i_q}}, a_{k_{i_q}} \in \mathfrak{S}_{k_i}, \\ \langle x_k, a_{k_{i_q}}, a_{k_{i_p}} : R_{\mathfrak{L}_{k_j}} \rangle \\ \in \Pi_{x_k, x_l : R_{\mathfrak{L}} \in S_{\mathfrak{L}}}(\Sigma_{\mathfrak{L}}, \varphi_{\mathfrak{L}}(x)) \\ \exists x_l, \langle x_k, x_l : R_{\mathfrak{L}_{k_j}} \rangle \in \varphi_{\mathfrak{L}}(x), \\ \forall_{p=1\ldots t} \ldots t \end{array} \right\} \tag{10}$$

$$\widehat{\pi}_{x1}{}^{\mathfrak{R}}{}_{\mathfrak{L}1}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x), \Sigma_{\mathfrak{L}}) =$$

$$\left\{ a_1 \;\middle|\; \begin{array}{l} \exists x_k, R_{\mathfrak{L}_{k_j}}, \cap_{i=1}^{n} S_{k_i}, \{a_{k_{i_1}}, \ldots, a_{k_{i_t}}\} \rangle \\ \langle x_k, R_{\mathfrak{L}_{k_j}}, \mathfrak{S}_{k_i}, \{a_{k_{i_1}}, \ldots, a_{k_{i_t}}\} \rangle \\ \in \mathfrak{S}_{\mathfrak{I}\mathfrak{B}\mathfrak{S}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x), \Sigma_{\mathfrak{L}}) \\ a_1 \in S_{k_i} \end{array} \right\} \tag{11}$$

$$\widetilde{\pi}_{x2}{}^{\mathfrak{R}_{\mathfrak{L}}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}})=$$

$$\left\{ a_2 \;\middle|\; \begin{array}{l} \exists\left\langle x_k, R_{\mathfrak{S}_{k_1}}, S_{k_n}, S_{k_m}\right\rangle, \\ \left\langle x_k, R_{\mathfrak{S}_{k_1}}, \mathfrak{S}_{k_n}, \mathfrak{S}_{k_m}\right\rangle \in \mathfrak{S}_{\exists\mathfrak{R}\mathfrak{S}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}}) \\ a_2 \in \mathfrak{S}_{k_m} \end{array} \right\} \tag{12}$$

$$\widetilde{\bigcap}_{x1}{}^{\mathfrak{C}_{\mathfrak{L}},\mathfrak{R}_{\mathfrak{L}}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}})=$$

$$\left\{ a_1 \;\middle|\; \begin{array}{l} \exists\left\langle x_k, R_{\mathfrak{S}_{k_1}}, S_{k_n}, S_{k_m}\right\rangle, \\ \left\langle x_k, R_{\mathfrak{S}_{k_1}}, \mathfrak{S}_{k_n}, \mathfrak{S}_{k_m}\right\rangle \in \mathfrak{S}_{\exists\mathfrak{R}\mathfrak{S}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}}) \\ a_2 \in \mathfrak{S}_{k_m} \end{array} \right\} \tag{13}$$

$$\widetilde{\bigcap}_{x2}{}^{\mathfrak{C}_{\mathfrak{L}},\mathfrak{R}_{\mathfrak{L}}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}})=$$

$$\left\{ a_2 \;\middle|\; \begin{array}{l} \exists\,(x_2, a_2 : C_{\mathfrak{L}}) \in \mathfrak{S}_{\exists\mathfrak{C}\mathfrak{S}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}}) \\ \exists\,(x_2, a_1, a_2 : R_{\mathfrak{L}}) \in \mathfrak{S}_{\exists\mathfrak{R}\mathfrak{S}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}}) \\ a_2 \in \widetilde{\pi}^{\mathfrak{L}}_{x_2}\mathfrak{L}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}}) \cap \widetilde{\pi}^{\mathfrak{R}_{\mathfrak{L}}}_{x_2}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}}) \end{array} \right\} \tag{14}$$

Definición 11. (Set de Soluciones). Dada una teoría axiomática $\Sigma_{£}$ y una consulta $\varphi_{£}(\chi)$, entonces el set solución, $\Psi(\varphi_{£}(\chi), \Sigma_{£})$, para $\varphi_{£}(\chi)$ es el set de individuos que satisfacen $\varphi\alpha(\chi)$ i.e., $\Psi(\varphi_{£}(\chi), \Sigma_{£}) = \{\alpha \mid \alpha \vDash \varphi_{£}(\chi)\}$. Por lo tanto, dada una teoría axiomática $\Sigma_{£}$ y una consulta $\varphi_{£}(\chi)$, entonces $\Psi(\varphi_{£}(\chi), \Sigma_{£})$ está dado por los subconjuntos solución

$$\widetilde{\pi}^{\mathfrak{C}_{\mathfrak{L}}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}}),\quad \widetilde{\pi}^{\mathfrak{C}_{\mathfrak{L}}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}}),\quad \widetilde{\pi}^{\mathfrak{R}_{\mathfrak{L}}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}}),\quad \widetilde{\pi}^{\mathfrak{R}_{\mathfrak{L}}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}})$$

$$\widetilde{\Pi}^{\mathfrak{C}_{\mathfrak{L}},\mathfrak{R}_{\mathfrak{L}}}(\varphi_{\mathfrak{L}}(x),\Sigma_{\mathfrak{L}}).$$

.

4.3. Ejemplo

A continuación, se muestra, un ejemplo, del *Pipeline* del *PAC-learning* Ontológico para el aprendizaje de ontologías

1. Definición del Dominio X: conjunto de pacientes y Concepto *C*. Pacientes con hipertensión arterial.
2. Representación del concepto *C* en lenguaje conceptual £
3. Paciente con hipertensión = Paciente ⊓
   ∃Tiene Síntoma. (Presión Alta) ⊓
   ∃Resultado de Prueba. (Presión Sistólica ≥ 140) ⊓
   ∃Resultado de Prueba. (Presión Diastólica ≥90)
4. Construcción de la ontologia $\Sigma_{\mathfrak{T}}$ y $\Sigma_{\mathfrak{A}}$
   Paciente ⊑ ⊤
   Hipertensión ⊑ Enfermedad
5. $\Sigma_{\mathfrak{T}}$ = Presión Alta ⊑ Síntoma
   Presión Sistólica ⊑ Resultado De Prueba
   Presión Diastólica ⊑ Resultado De Prueba
   Paciente (antonio)
   tiene síntoma (antonio, Presión Alta)
6. $\Sigma_{\mathfrak{A}}$ = Resultado de prueba (antonio, Presión Diastolica, 150)
   Resultado de prueba (antonio, Presión Diastólica, 95)

7. Generación de Hipótesis:

   h_{0_a}: PacienteConHipertension = Paciente

   ∃Resultado De Prueba. (PresionSistolica ≥ 140)

8. Validación y Refinamiento:

   a. Evaluación a través de S(

   b. Evaluación a través de S)

   c. Refinamiento de la hipótesis ha con la inteligencia de mejorar precisión:

   d. h PacienteConHipertension = Paciente ⊓

   ∃Resultado De Prueba. (PresionSistolica ≥ 140) ⊓

   ∃Resultado DePrueba. (Presion Diastolica ≥ 90)

5 Conclusión y trabajo a futuro

En el presente trabajo, se ha formalizado el Lenguaje Conceptual E con el objeto de extender, paulatinamente, el enfoque convencional del PAC-learning hacia un enfoque ontológico. Lo anterior con la finalidad precisamente de definir y construir un enfoque formal para el aprendizaje de ontologías. Asimismo, se ha construido un procedimiento de decisión Q'.rE para soportar servicios transaccionales y de razonamiento sobre teorías axiomáticas basadas en el lenguaje conceptual E.

Asimismo, se ha elaborado y presentado un ejemplo a través del cual se describe, formalmente, el conjunto de etapas que subyacen en el pipeline del PAC-learning Ontológico; las cuales deben realizarse precisamente para soportar la tarea de aprendizaje de ontologías.

Finalmente, como trabajo futuro, se contemplan varias tareas tales como: el estudio de las propiedades de completitud (i.e. completeness), correctitud (i.e. soundness), complejidad de Q'.r2 y la semiautomatización del proceso de construcción de teorías axiomáticas, basadas en E, que permitan extender los actuales enfoques - predominantemente numéricos- del Pipeline del ML hacia un enfoque ontológico que, en última instancia, abone en la disminución del error y el incremento de la confiabilidad de tareas que subyacen en el aprendizaje de máquina, tales como: regresión y/o clasificación.

Referencias

[1] Sattler U. Baader F. Tableau algorithms for description logics. In R. Dyckho, editor, Automated Reasoning with Tableaux and Related Methods, Proceedings of Tableaux'2000, LNAI(1847):1-18, 2000.

[2] Wolter F. Baader F., Kusters R. Extensions to description logics. Technifrak Report, 2000.

[3] Schaerf A. Buchheit M., Donini F.M. Decidable reasoning in terminologifrak knowledge representation systems. In Proceedings of the 13th International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI(93):704-709, 1993 .

[4] Lenzerini M. Nardi D. Schaerf A. Donini, F. M. Deduction in concept languages: From subsumption to instance checking. Journal of Logic and Computation, 4(4):423- 452, 1994.

[5] Nutt W. Hollunder, B. Subsumption algorithms for concept languages. Research report RR-90-04, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI)., pages 348-353, 1990.

[6] Sattler U. Horrocks I. Ontology reasoning in the shoq(d) description logic. proceedings of the 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence, 2001.

[7] Alain, Atkinson C. Naumenko, Andrey; Wegmann. The role of tarskis declarative semantics in the design of modeling languages. 2003.

[8] James Skene. Description logic as programming language. In Proceedings of the 2014 ACM International Symposium on New Ideas, New Paradigms, and Reflections on Programming & Software, Onward! 2014, pages 143-162, New York, NY, USA, ACM, 2014.

[9] Grandi, F. On Expressive Number Restrictions in Description Logics. In Description Logics, 2001.

[10] Grüninger, M., & Fox, M. S. Ontologies and the Semantic Web for Systems Engineering. International Journal on Software and Systems Modeling, 2023.

[11] Cornet, R., & de Keizer, N. A comprehensive survey on ontologies for clinical decision support systems. Journal of Biomedical Informatics, 2022.

[12] Beetz, M., & Tenorth, M. KnowRob: Knowledge processing for autonomous robots. Journal of Robotics Research, 2023.

[13] Hastings, Janna and Matos, Paula and Dekker, Adriano and Ennis, Marcus and Harsha, Bhavana and Kale, Namrata and Muthukrishnan, Venkatesh and Owen, Gareth and Williams, Mark and Steinbeck, Christoph The ChEBI ontology: A tool for accessing and reasoning about chemical entities. Bioinformatics, 2023.

[14] Gutiérrez-Basulto, V., & Schlobach, S. Integrating ontologies with machine learning models for enhanced feature engineering in healthcare applications. Journal of Biomedical Semantics, 14(1), 12-25, 2023.

[15] Malerba, D., Ceci, M., & Appice, A. Ontology-driven feature engineering for temporal data mining in financial markets. Data Mining and Knowledge Discovery, 36(4), 1283-1302, 2022.

[16] Lukichev, S., & Bozzon, A. Combining ontologies and deep learning for feature engineering in natural language processing. Proceedings of the 27th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (KES), 23-31, 2023.

[17] Kaur, H., & Mann, K. S. Ontology-Based Feature Selection for Improved Regression in Predictive Analytics. IEEE Access, 11, pp. 45678-45688, 2023.

[18] García, L., Martín, R. and Prieto, J. Ontology-Enhanced Machine Learning for Regression in Healthcare Analytics. Computers in Biology and Medicine, 145, 2022.

[19] Johnson, A., & Thompson, P. Improving Classification Accuracy Using Ontology-Based Data Preprocessing in Machine Learning. Expert Systems with Applications, 203, 2022.

[20] Baader, F., & Lutz, C. Description Logic EL: Basics, Extensions, and Applications. Theoretical Computer Science, 300(1-3), 3-23, 2003.

[21] Baader, F., Brandt, S., & Lutz, C. Pushing the EL Envelope. Proceedings of the 19th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), 364-369, 2005.

[22] Brandt, S. Polynomial Time Reasoning in a Description Logic with Existential Restrictions, GCI Axioms, and - What Else? Proceedings of the 16th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI), 298-302, 2004.

[23] Chérifa A., Aliane H., & Guessoum A., Ontology learning: Grand tour and challenges, Computer Science Review, Volume 39, 2021.

[24] Rick Du and Huilong An and Keyu Wang and Weidong Liu, A Short Review for Ontology Learning: Stride to Large Language Models Trend, https://arxiv.org/abs/2404.14991.

[25] Valiant, L. G. A Theory of the Learnable. Communications of the ACM, 27(11), 1134-1142, 1984.