



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

Tendencias, estrategias y proyección internacional de la educación en TI



Tendencias, estrategias y proyección internacional de la educación en TI

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: 978-607-69711-2-3
Hecho en Ciudad de México, México.

Tendencias, estrategias y proyección internacional de la educación en TI



Editores

M en C. Ma. de Lourdes Sánchez Guerrero
Dra. Alma Rosa García Gaona
Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez
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
Mtra. Nancy Aguas García
Dra. Norma Barón-Ramírez
Dr. Juan Guerrero-Ibáñez

Portada:

Eduardo Robles Marcocchio

Editorial:

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

ISBN: 978-607-69711-2-3
Ciudad de México, México

Prólogo

El presente libro electrónico recoge reflexiones, experiencias y propuestas en torno a tres ejes relevantes a la hora de abordar la formación de capital intelectual a nivel educación superior en Tecnologías de la Información (TI): la Internacionalización de los programas educativos en TIC, el Modelo Curricular e Innovación Pedagógica y las Tendencias tecnológicas, lineamientos para su uso y experiencias de las IES en su incorporación.

En el desarrollo de estas tres temáticas, abordadas, se busca proporcionar perspectivas generales que permitan robustecer la formación de profesionales capaces de enfrentar los desafíos en un mundo global, competitivo y en permanente cambio. En primer lugar, se analiza la internacionalización de los programas en TI como un proceso clave que le permite a las Instituciones de Educación Superior consolidar niveles de calidad, ampliar las redes de colaboración y promover la movilidad estudiantil y académica. A través de la guía del acuerdo de Seúl y de experiencias internacionales del proceso de acreditación, se proponen mecanismos y estrategias que pueden servir como referencia para impulsar el proceso en México y América Latina, desde la construcción de lineamientos claros y aplicables.

En segunda instancia, el libro aborda el modelo curricular y la innovación pedagógica, con el fin de revisar los perfiles de egreso de carreras en TI y las competencias que demanda el mercado laboral y la vertiginosa evolución de la tecnología. De esta manera, se presentan experiencias exitosas en la enseñanza de la disciplina, cambios en las dinámicas del aula de clases y modelos curriculares asociados a la ANIEI, ajustes y perspectivas que buscan la adecuada integración de tecnologías disruptivas como es el caso de la inteligencia artificial. Al mismo tiempo, se abordan los modelos pedagógicos que fomentan el trabajo colaborativo y la metodología activa sobre el aprendizaje significativo.

Finalmente, se presentan las tendencias tecnológicas, sus modelos de uso y experiencias de IES sobre su incorporación en los planes y programas de estudios, con el fin de identificar su incorporación en los perfiles de egreso.

La articulación de estos tres temas genera reflexiones relevantes y sólidas para los directores de escuelas y facultades, docentes, investigadores y estudiantes del nivel superior educativo. Se establecen propuestas para robustecer y consolidar programas de formación de calidad, pertinentes y con visión de futuro.

M. en C. Lourdes Sánchez Guerrero
Presidenta de la ANIEI

Autores

Aguas García, Nancy
Alvarez Navarro, Eduardo
Arce Rocha, David Oliver
Ballinas Hernández, Ana Luisa
Baron-Ramirez Norma
Barrera Cervantes, Luis Felipe
Calderón Palencia, Mariana
Camacho y López, Salvador Martín
Casas de la Cruz, Rosa Guadalupe
Chavira Juárez, Gabriel
Cobos del Angel, Diana del Pilar
Contreras-Castillo Juan
Cortés Vivar, Angélica
Denicia Carral, María Claudia
García Santoyo, Julia Carolina
Garza García, Adalia
González Bravo, Eder Yahir
González Hernández, Amairany
Antonio Guerrero-Ibáñez
Ibáñez Castillo, Irwing Alejandro

Mastache Mastache, Jorge Edmundo
Martínez Moreno, Patricia
Medina Cruz, Héctor
Mena Mena, Selene
Minquiz Xolo, Gustavo Manuel
Montoto González, Adriana
Moreno Gutiérrez, Silvia Soledad
Namigtle Jiménez, Jesús
Nava Diaz, Salvador Wilfrido
Navarro Salcedo, Gabriel
Pérez Marcial, Judith
Placeres Salinas, Sandra Imelda
Ramírez Lara, Rubí
Ramírez Valencia, Marco Antonio
Rodríguez-Rodríguez, Elsa
Rubín Linares, Gustavo Trinidad
Santiago Díaz, María del Carmen
Vergara Camacho, José Antonio
Zamudio García, Víctor Manuel
Zenteno Vázquez, Ana Claudia

Revisores RND_25

Nombre	Institución
Alma Rocio Cabazos Marín	UABC
Arquímedes Arcega Ponce	UdeC
Beatriz Beltrán Martínez	BUAP
Carlos Alberto Flores Cortés	UdeC
Christian Carlos Delgado Espinoza	UNAM - FES ACATLÁN
Edgard Iván Benítez Guerrero	UV - FEI
Eduardo Eloy Loza Pacheco	UNAM - FES ACATLÁN
Francisco Javier López Rodríguez	UNAM - FES ACATLÁN
Jaime Ramírez Muñoz	UNAM - FES ACATLÁN
Jacobo Gerardo González León	UNAM - FES ACATLÁN
José Adán Hernández Nolasco	UJAT
José Luis Gómez Ramos	UJAT
José Trinidad Acosta de la Cruz	UJAT
Juan Pablo Ucán Pech	UADY
Julio César Díaz Mendoza	UADY
Karina Balderas Pérez	CUI
Karla Alejandra Jiménez Martínez	TECNM - COATZACOALCOS
Margarita Glenda Mayoral Baldivia	UdeC
María del Carmen Mezura Godoy	UV - FEI
María Luz Adolfini Sánchez Gálvez	BUAP
Mario Anzures García	BUAP
Miguel Antonio Wister Ovando	UJAT
Mónica Cobián Alvarado	UdeC
Mónica Zaima Viquez Cano	UNAM - FES ACTALÁN
Pablo Pancardo García	UJAT
Patricia Guadalupe Gamboa Rodríguez	TECNM - COANTZACOALCOS
Raúl Antonio Aguilar Vera	UADY
Sara Sandoval Carrillo	UdeC
Víctor Hugo Méndez Domínguez	UADY
Yolanda Moyao Martínez	BUAP

Contenido

Introducción	10
Sección I: Inteligencia Artificial y Competencias Digitales Docentes	12
Capítulo 1: Impacto de la inteligencia artificial en el aprendizaje: Modelos de predicción y percepción estudiantil	13
Capítulo 2: Carencias y desafíos en la formación docente en Inteligencia Artificial para la educación básica	21
Capítulo 3: Competencias TIC del profesorado universitario en la era digital: Un diagnóstico comparativo	29
Sección II: Estrategias Didácticas, Inclusión y Vinculación	39
Capítulo 4: Educación STEAM con enfoque intercultural: Empoderamiento de niñas en comunidades rurales mayas ...	40
Capítulo 5: <i>Screencasting</i> y grabaciones de clase como herramientas de apoyo en la enseñanza de programación	50
Capítulo 6: Modelo de enseñanza en ingeniería basado en proyectos integradores vinculados con la industria	63
Sección III: Ingeniería de Software y Experiencia de Usuario (UX)	71
Capítulo 7: Métricas y atributos de calidad en usabilidad: Una propuesta para los currículos de software	72
Capítulo 8: Reingeniería de bases de datos y rediseño de plataformas de salud: El caso de Fisiolntranet	83

Sección IV: Internet de las Cosas (IoT)	
y Energías Renovables	91
Capítulo 9: Sistema de recuperación de energía con paneles solares flexibles para dispositivos móviles	92
Capítulo 10: Interfaz de monitoreo IoT y redes neuronales para la evaluación de sistemas fotovoltaicos	100
Capítulo 11: Movilidad Urbana 4.0: IA Generativa Transformando la Movilidad en las Ciudades	112
Sección V: Gestión de la Calidad	
y Acreditación Educativa	121
Capítulo 11: Experiencias y estrategias en procesos de acreditación y mejora continua en programas de TI	122

Introducción

En el panorama actual, las instituciones educativas y los centros de investigación enfrentan una doble responsabilidad: por un lado, adaptar sus procesos de enseñanza a una realidad digital acelerada por la Inteligencia Artificial (IA); y por otro, desarrollar soluciones tecnológicas tangibles que atiendan problemas sociales y de sostenibilidad. La presente obra, titulada *Tendencias, estrategias y proyección internacional de la educación en TI*, compila una serie de investigaciones que abordan estos desafíos desde una perspectiva multidisciplinaria, integrando la pedagogía, la ingeniería de software y el desarrollo de hardware.

Hacia una nueva docencia digital El libro inicia abordando el desafío más inminente: la integración de la Inteligencia Artificial en el aula y las competencias digitales de los formadores. La revolución tecnológica exige una transformación en los roles tradicionales. Sin embargo, como se analiza en la primera sección, existen brechas significativas; investigaciones en el estado de Hidalgo revelan que una parte considerable de los docentes de educación básica carece de formación en IA, lo que limita su aplicación efectiva a pesar de reconocer su potencial pedagógico. A nivel universitario, el diagnóstico de competencias TIC en la Universidad de Guadalajara muestra que, aunque la actitud hacia la tecnología es positiva, la formación formal sigue siendo el eslabón más débil, variando significativamente entre centros universitarios. Para mitigar la incertidumbre sobre el impacto de estas herramientas, se presentan modelos de aprendizaje automático (*Machine Learning*) capaces de predecir cómo la IA influye en el rendimiento estudiantil, ofreciendo datos para la toma de decisiones educativas fundamentadas.

Estrategias para la inclusión y la vinculación La innovación no es solo tecnológica, sino también social. La segunda sección explora cómo la educación puede ser un motor de equidad y desarrollo profesional. Se documentan iniciativas de educación STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*) con enfoque intercultural, diseñadas específicamente para empoderar a niñas en comunidades rurales mayas, combatiendo la desigualdad de género y la falta de referentes femeninos en la ciencia. En el ámbito universitario, se analizan estrategias como el *screencasting* (grabación de clases), que ha demostrado in-

crementar la satisfacción y facilitar el repaso autónomo en asignaturas complejas de programación. Asimismo, se propone un modelo de enseñanza que vincula proyectos integradores con la industria, permitiendo que los estudiantes de ingeniería resuelvan problemáticas reales, acelerando su adaptación al mercado laboral y fomentando la empleabilidad.

Ingeniería aplicada: Software y Hardware La segunda mitad del libro transita de la pedagogía al desarrollo técnico. En el campo del *software*, se enfatiza la importancia de la experiencia de usuario (UX) y la calidad de los sistemas. Se discute la necesidad de incluir métricas de usabilidad en los currículos de software para evitar productos difíciles de operar, y se presenta un caso práctico de reingeniería de la plataforma de salud *FisioIntranet*, donde la optimización de bases de datos y el rediseño de interfaces lograron reducir errores operativos hasta en un 90%.

Paralelamente, en el ámbito del *hardware* y el Internet de las Cosas (IoT), se presentan soluciones orientadas a la sostenibilidad energética. Se detallan prototipos de sistemas de recuperación de energía mediante paneles solares flexibles adaptables a superficies irregulares (como ropa o mochilas) para la carga de dispositivos móviles. Estas innovaciones se complementan con interfaces de monitoreo inteligente basadas en microcontroladores ESP32 y algoritmos de redes neuronales, diseñadas para evaluar en tiempo real la eficiencia de sistemas fotovoltaicos.

Calidad Institucional Finalmente, la obra cierra con una reflexión sobre la gestión institucional. La mejora continua no es posible sin procesos rigurosos de evaluación. Se comparten experiencias y estrategias de acreditación de programas educativos en Tecnologías de Información, destacando cómo el uso de herramientas colaborativas y la alineación con estándares internacionales aseguran la pertinencia y calidad de la oferta académica.

A través de estos capítulos, este libro ofrece un recorrido que va desde la teoría educativa y la inclusión social hasta la implementación técnica y la certificación de calidad, proporcionando una visión holística de la innovación tecnológica en México.

Juan Contreras-Castillo
Norma Barón-Ramírez
Juan Guerrero-Ibáñez

Sección I

Inteligencia Artificial y Competencias Digitales Docentes

Capítulo I

Impacto de la inteligencia artificial en el aprendizaje, modelo de predicción

Silvia Soledad Moreno Gutiérrez ¹, Luis Felipe Barrera Cervantes ¹,
Salvador Martín Camacho y López ¹

¹ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
Escuela Superior de Tlahuelilpan. Tlahuelilpan.Hgo. México.
silviam@uaeh.edu.mx

Resumen. Durante la formación de estudiantes de nivel superior, en los últimos años el uso de las tecnologías inteligentes ha representado una alternativa fundamental para el fortalecimiento del proceso educativo, de hecho, la evolución acelerada y el alto potencial de la inteligencia artificial (IA) están demandando la integración de docentes y estudiantes al ecosistema digital como una tendencia de aceptación creciente. Considerando este motor de innovación con miras hacia la sociedad 5.0, el rol de estudiante se está transformando, no así el rol del profesor quien muestra incertidumbre hacia la IA en diversos países de Latinoamérica. Por ello, el presente trabajo expone el desarrollo de 2 modelos de aprendizaje automático basados en la metodología CRISP-DM y datos de estudiantes de ingeniería de software, para analizar y predecir el impacto de IA en el aprendizaje. Luego de validación el mejor fue random forest con una precisión de 0.86, sensibilidad de 0.87 y f1 score de 0.84. La propuesta se considera adecuada para realizar la predicción y a través de sus resultados fortalecer la toma de decisiones y el proceso educativo mediante las herramientas pertinentes.

Palabras clave: aprendizaje, aprendizaje automático, recursos inteligentes.

Abstract. The integration of intelligent technologies in higher education has become a significant means of enhancing the educational process in recent years. The rapid advancement and potential of artificial intelligence (AI) have led to increased adoption of digital ecosystems among instructors and students. In the context of Society 5.0, the role of students is evolving; however, instructors in several Latin American countries continue to express uncertainty regarding AI. This study introduces two machine-learning models developed using the CRISP-DM methodology and data from software engineering students to analyze and predict the impact of

AI on learning. Following validation, the random forest model demonstrated the highest performance, achieving an accuracy of 0.86, sensitivity of 0.87, and an F1-score of 0.84. The proposed approach is effective for prediction tasks and can inform decision-making, thereby enhancing the educational process through the use of appropriate tools.

Keywords: learning, machine learning, intelligent resources.

Introducción

En los últimos años la IA ha constituido una de las mayores tendencias mundiales y ha logrado transformar el ecosistema educativo, tanto en términos presenciales como virtuales el rol docente requiere sensibilización y atender las exigencias del estudiante que demanda nuevas competencias de sus facilitadores en términos disciplinares y didácticos [1].

Hoy en día, la innovación educativa inteligente es una necesidad para las escuelas de todos los niveles, más aun en el nivel profesional y posgrado donde los estudiantes se encuentran cerca o dentro del ámbito laboral. La presencia decisiva de la IA al ámbito educativo está obligando a la comunidad universitaria a ceñirse a una forma de trabajo acelerada e innovadora, en el caso de estudiantes esto ha sido bien recibido, no así por los docentes de diversos países de Latinoamérica quienes expresan desconocimiento y falta de credibilidad respecto a la IA como factor de éxito en la formación [2].

Países que, a su vez, reconocen la aplicación de alternativas inteligentes como factor decisivo para la adquisición del conocimiento y la superación de los desafíos actuales [3]. Según la revisión de la literatura, la implementación de la IA en el sector educativo ha generado debates acerca de su impacto en la enseñanza y el aprendizaje, diversos estudios han discutido las ventajas de los recursos educativos y las desventajas en el proceso según opinión de estudiantes y docentes [2]. El uso de estas aplicaciones ha mostrado en ocasiones desconfianza, al igual que la capacitación docente en el tema [3], sin embargo, es fundamental la integración de recursos inteligentes y aprovechar el potencial de la IA [4].

Por lo anterior, la presente propuesta consiste en la creación de dos modelos predictivos del impacto de la IA en el aprendizaje cuyo propósito consiste en fundamentar la toma de decisiones alrededor del proceso educativo del estudiante desde un enfoque personalizado y con base en ello construir estrategias que contribuyan a incrementar su rendimiento a través de herramientas eficaces. Con base en los resultados se identificó la mejor propuesta, siendo random forest por encima de red neuronal artificial.

Estado del arte

La literatura expresa la importancia de la IA en diversas actividades educativas, como es la planeación, impartición de clase y evaluación, sin embargo, se observan inconvenientes [5]. La IA podría contribuir a la personalización del aprendizaje mediante metodologías adecuadas, mediante ajuste dinámico y considerando la desigualdad en acceso tecnológico y la brecha educativa entre regiones [6], de igual manera podría apoyar la detección de deficiencias y construir estrategias efectivas, considerando limitaciones del alumno [7].

La literatura expone amplio número de trabajos en el ámbito de la educación apoyada por IA, sin embargo, son reducidas las propuestas para predecir impacto en el aprendizaje, por ello, se agregaron algunas por su representatividad en el ámbito.

Se desarrolló un predictor de rendimiento académico de alumnos de ingeniería donde se aplicaron técnicas de aprendizaje automático (AA), como son: K vecinos cercanos, máquina de soporte vectorial, árbol de decisión y perceptron simple logrando el mejor rendimiento con este último, no obstante, con precisión de 61% [8], en la predicción de resultado académico, aplicaron random forest y gradient boosted, logrando 90% y 93% de precisión [9]. Otros estudios analizaron regresión logística, xtreme boosting gradient, k-vecinos cercanos, random forest, red neuronal artificial y máquina de soporte vectorial, logrando la red neuronal un 82.4% de exactitud, siendo este el mejor resultado [10].

En la predicción del abandono escolar se desarrollaron 14 propuestas, siendo la de mayor precisión el K-vecino cercano con 87% de precisión [11].

Metodología

Para este apartado se expone un modelo de aprendizaje profundo para predecir el impacto de la IA en el aprendizaje de alumnos, para recabar los datos se aplicó un cuestionario mediante herramientas de google forms, logrando participación del 50% de la matrícula de ingeniería de software, es decir, 68 estudiantes. El trabajo se basó en la metodología CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining), la cual se integra 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.

Fase I. La aplicación de recursos didácticos dentro del salón de clases en ocasiones se realiza de forma tradicional, es decir, los docentes en países latinos aun hacen uso de recursos diferentes a los que ofrece la IA, lo cual representa una debilidad reflejada en los estudiantes ubicados en desventaja respecto a aquellos que si aprovechan las tecnologías emergentes e innovadoras, quienes expresan la creciente demanda de experimentar experiencias educativas personalizadas y efectivas.

Fase II. Para identificar la percepción de los estudiantes respecto al impacto de la IA en el proceso de aprendizaje se realizó un análisis exhaustivo del comportamiento de los datos con la exploración de 21 variables, se contó con una variable objetivo la cual contiene 3 clases o categorías de salida. Las variables son de tipo numérico y object, (ver tabla 1). Para identificar cómo serán procesadas según el tipo de dato.

Tabla 1. Variables.

VARIABLE	TIPO
Nivel educativo	Object
Has escuchado hablar sobre IA	Object
Herramienta de IA para fortalecer el aprendizaje	Object
Frecuencia de uso	Object
Tus profesores te permiten usar IA	Object
Actividades utilizan IA	Object
Actividades que la IA es útil para el aprendizaje	Object
La IA tiene desventajas para tu aprendizaje	Object
Principal desventaja	Object
La IA representa un peligro en la educación	Object
Beneficios del uso de la IA en el aprendizaje	Object
Uso responsable de la IA para el aprendizaje	Object
Es confiable la información generada por la IA	Int64
Impacto_Aprendizaje	Int64
La IA mejorara la creatividad en los estudiantes	Object
La IA fomenta el pensamiento crítico	Object
Ha cambiado tus estudios con la IA	Object
A quién beneficia la IA en la educación	Object
Conoce la Sociedad 5.0	Object
Integrar IA en la enseñanza	Object
Evolución de IA en la educación	Object
Estrategias para la IA sin afectar el aprendizaje	Object

Fuente: elaboración propia

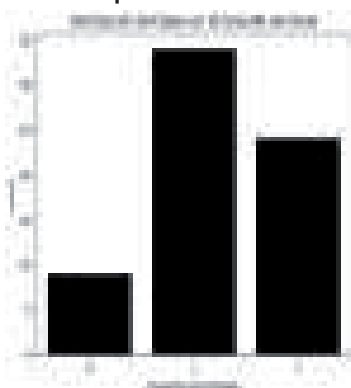
Fase III. La variable objetivo es 'Impacto_Aprendizaje', aplica la siguiente función:

- Si el valor de Impacto Aprendizaje está entre 0 y 1 se clasifica como bajo.
- Si el valor de Impacto Aprendizaje está en 2, se clasifica como regular.
- Si el valor de Impacto Aprendizaje está entre 3 y 4, se clasifica como considerable.

Se procedió a verificar la existencia de valores nulos, lo que arrojó la existencia de ellos, por lo que se aplicó la moda para rellenar por tratarse de tipo categórico.

Con base en las variables procesadas por el modelo para su entrenamiento, se utilizó el método *Label Encoder* para la categorización. Para efectuar el escalamiento se utilizó la técnica de *Standard Scaler*, que consiste alcanzar media=0 y desviación estándar=1. A continuación se procedió a verificar el equilibrio de los datos (ver figura 1).

Figura1. Equilibrio de los datos.



Fuente: elaboración propia.

Los datos se dividieron en conjuntos de entrenamiento y prueba para evaluar el desempeño de los modelos. El proceso se realizó mediante la función *train test split* de la librería *Scikit-learn* con los siguientes parámetros: tamaño del conjunto de prueba: Test_size = 80%, semilla aleatoria: se estableció random_state = 42 para garantizar reproducibilidad.

Fase IV: El desarrollo de la propuesta consistió en un modelo de clasificación con algoritmo de Perceptrón Multicapa como un tipo de red neuronal que en su arquitectura, ver figura 2, utiliza capas de nodos conectadas para aprender patrones ocultos.

Figura 2. Arquitectura del modelo neuronal.



Fuente: elaboración propia

De igual manera se aplicó el algoritmo Random Forest, el cual, se compone de una colección de árboles de decisión y cada árbol en el conjunto está compuesto por una muestra de datos existencia extraída por un conjunto de entrenamiento con reemplazo, cuya arquitectura consta de 800 árboles para procesar un total de 24 variables de entrada, correspondientes a las características del conjunto de datos, la figura 3 muestra su arquitectura.

Figura 3. Arquitectura del modelo Random Forest.



Fuente: elaboración propia

Después del entrenamiento se sometió a un conjunto de métricas y sus resultados son expuestos en el apartado siguiente.

Resultados

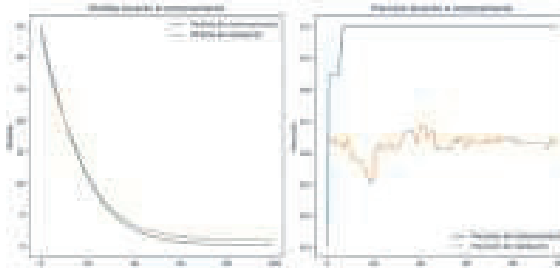
Fase V. Para la evaluación del modelo neuronal se analizó luego de equilibrar los datos con el fin de observar el comportamiento cada caso, el cual se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados del modelo neuronal.

	Distribución original	Submuestreo	Sobremuestreo
Accuracy	0.62	0.51	0.59
Precisión	0.75	0.55	0.585
Recall	.665	0.55	0.60
f1-score	.665	0.55	0.58

Fuente: elaboración propia

Se graficó la pérdida y la precisión durante el entrenamiento (ver figura 4) para comprobar su comportamiento.

Figura 4. Pérdida y precisión modelo neuronal.

Fuente: elaboración propia

Con base en lo anterior, la validación del algoritmo random forest se llevó a cabo utilizando las mismas métricas ya que al tratarse de un modelo de clasificación estas son adecuadas, sus resultados se exponen en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados del modelo random forest.

Precisión	Recall	F1-score
0.86	0.87	0.84

Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran que el rendimiento del modelo de Impacto_Aprendizaje es adecuado, lo cual representa alta confiabilidad en el uso. Las métricas aplicadas permitieron observar su desempeño luego de un proceso de validación, los resultados se visualizan de forma numérica. La percepción del impacto que tiene en el aprendizaje la IA es un fenómeno que algunos modelos lograron representar de manera favorable.

Fase VI. La aplicación y uso de los modelos se lleva a cabo como parte de proyecto de investigación, con el propósito de continuar el análisis del impacto que conlleva en los estudiantes, el uso de la IA y predecir escenarios posibles.

Conclusiones y trabajos futuros

El impacto y potencial de la IA en el aprendizaje es una pregunta fundamental que los docentes realizan de manera frecuente, esta incertidumbre podría dañar el aprendizaje y uso de tecnologías emergentes.

Se desarrolló un modelo neuronal y uno de random forest para el análisis del impacto de la IA en el aprendizaje y se obtuvieron resultados favorables del algoritmo de random forest, el cual se consideró adecuado.

Los modelos de AA muestran alto potencial para la representación de fenómenos cotidianos, tales como el aprendizaje del estudiante, no obstante, para predecir el problema que se expone el modelo neuronal demostró resultados deficientes.

En cuanto al análisis del impacto de la IA en el contexto académico, se considera adecuado construir modelos de AA híbridos, clasificación y regresión complementarios y orientados a la predicción y seguimiento de factores de éxito

en las asignaturas, considerando la naturaleza diferente de cada una. El modelo propuesto es capaz de analizar patrones de comportamiento del estudiante y a través de ellos predecir el impacto de la IA en su aprendizaje.

La propuesta de predicción explota datos, no obstante, su privacidad es segura considerando que las herramientas de AA requieren la transformación de los datos antes de iniciar la construcción del modelo.

Como un trabajo futuro, se propone la construcción de modelos orientados a identificar deficiencias del estudiante y con base en ellas proponer métodos de aprendizaje y evaluaciones.

Referencias

- [1] Cárdenas, R. G. (2024). Educación superior e Inteligencia artificial: transitando de la docencia a la tutoría. <https://riesed.org/index.php/RIESED/article/view/175>
- [2] Tramallino, C. P., & Zeni, A. M. (2024). Avances y discusiones sobre el uso de inteligencia artificial (IA) en educación. *Educación*, 33(64), 29-54. <https://doi.org/10.18800/educacion.202401.m002>
- [3] 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. <https://doi.org/10.36825/riti.11.23.009>
- [4] Panaqué, C. R., & Castañón, C. B. (2024). La inteligencia artificial en la educación del siglo XXI: avances, desafíos y oportunidades. Presentación.
- [5] *Educación*, 33(64), 5-7. <https://doi.org/10.18800/educacion.202401.p001>
- [6] Montiel-Ruiz, F. J., & Ruiz, M. L. (2023). Inteligencia artificial como recurso docente en un colegio rural agrupado. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, 28-40. <https://doi.org/10.6018/riite.592031>
- [7] Tandayamo, R. C. G., Haro, R. E. M., Lozada, R. F. L., Cobos, D. I. J., & Gai-bor, W. A. C. (2023). La Inteligencia Artificial Utilizada como un Recurso para el Aprendizaje. *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9146852>
- [8] Castaneda, A. U. (2023). Un viaje hacia la inteligencia artificial en la educación.
- [9] *Realidad y Reflexión*, 56, 121-136. <https://doi.org/10.5377/ryr.v1i56.15776>
- [10] Contreras, L. E., Fuentes, H. J., & Rodríguez, J. I. (2020). Predicción del rendimiento académico como indicador de éxito/fracaso de los estudiantes de ingeniería, mediante aprendizaje automático. *Formación universitaria*, 13(5), 233- 246.
- [11] Aráuz, D. C., & Martínez, J. J. (2023). Predicción del rendimiento académico en la UNADECA por medio de sistemas de clasificación. *Unaciencia Revista De Estudios E Investigaciones*, 16(31), 17-35.
- [12] López, T. S., Pérez, D. P., Ruíz, V. G., & Carvajal, L. F. (2023). Implantación de técnicas de machine learning y creación de una red neuronal artificial para la predicción del rendimiento académico de estudiantes en ambientes universitarios que usan e-learning y streaming. *DYNA*, 98(3), 282-287.
- [13] Rojas, J. P. J., Cañari, W. Y., & Galindez, J. A. O. (2024). Modelo de aprendizaje automático para la predicción del abandono escolar mediante encuestas de hogares. *Revista Identidad*, 10(2), 24-33.

Capítulo II

Carencias y desafíos en la formación de profesoras/es y el desarrollo profesional docente en Inteligencia artificial para los procesos de enseñanza, aprendizaje e investigación

Víctor Manuel Zamudio García
Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo
vzamudio@upmh.edu.mx

Resumen. Este trabajo de investigación analiza la situación actual de la formación en Inteligencia Artificial (IA) docentes de educación básica en Hidalgo, identificando oportunidades y desafíos en su aplicación en las aulas. El trabajo identifica el nivel de conocimiento y habilidades de los docentes en IA y su impacto en las prácticas pedagógicas, que permitan la transformación de prácticas tradicionales, con un enfoque en el seguimiento del cumplimiento de las recomendaciones derivadas de las evaluaciones.

Metodológicamente, se utilizó un enfoque cuantitativo, realizando una encuesta a una muestra representativa de docentes cuyos datos fueron analizados mediante estadística inferencial utilizando el coeficiente de Rho de Spearman, lo que permitió aprovechar el potencial de la IA de revolucionar la evaluación de programas educativos, requiriendo una planificación cuidadosa y una adaptación continua para responder a las necesidades del entorno educativo cambiante, evidenciando la necesidad urgente de capacitación docente en IA para fortalecer su aplicación en la enseñanza básica.

Palabras clave: Inteligencia, Artificial, Formación, Enseñanza, Aprendizaje.

Abstract. This study examines the current state of artificial intelligence (AI) training among primary and lower-secondary teachers in Hidalgo, identifying both opportunities and challenges for classroom implementation. It characterizes teachers' AI knowledge and skills and analyzes how these factors influence pedagogical practices that seek to move beyond traditional methods. The study also explores mechanisms for monitoring adherence to recommendations derived from evaluation processes. A quantitative methodology was employed, utilizing a survey administered to a representative sample of teachers. Data analysis involved inferential statistics and Spearman's rho correlation coefficient. The findings reveal that, while most teachers have minimal formal AI training, those with greater knowledge report more innovative classroom methods. Realizing AI's potential to enhance educational program evaluation requires deliberate planning and continuous adaptation to address the evolving educational context. The results also emphasize the urgent need for comprehensive AI training to support its effective integration in basic education.

Keywords: Learning, machine learning, intelligent resources

Introducción

La revolución tecnológica ha permitido el desarrollo de herramientas basadas en inteligencia artificial (IA) con un gran potencial para transformar la educación a nivel global. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2016) ha destacado la necesidad de integrar la IA en los sistemas educativos para mejorar la personalización del aprendizaje y la equidad en la educación. En el Consenso de Beijing sobre IA y Educación (2019), se enfatiza la importancia de capacitar a los docentes para que puedan aprovechar estas tecnologías en el aula y garantizar una formación más inclusiva y de calidad.

Diversos países han adoptado estrategias para la integración de la IA en la educación. En Europa, iniciativas como el Plan de Acción de Educación Digital de la Comisión Europea (2021) han promovido el uso de tecnologías emergentes para fortalecer las competencias digitales de los docentes. En América Latina, países como Argentina y Brasil han desarrollado programas para la formación docente en IA, con resultados positivos en la adaptabilidad curricular y la enseñanza personalizada (Fernández & Gómez, 2021; Silva & Pereira, 2022).

En México, sin embargo, la integración de la IA en la educación enfrenta numerosos desafíos, principalmente debido a la falta de infraestructura tecnológica y a la insuficiente capacitación docente (Ramírez et al., 2021). Si bien la Agenda Digital Nacional y la Estrategia Digital Nacional han promovido el uso de tecnologías educativas, la adopción de IA en las aulas sigue siendo limitada (Mendoza, 2023). En el estado de Hidalgo, la situación es aún más crítica, ya que muchos docentes de educación básica desconocen las aplicaciones de la IA y carecen de formación para su implementación efectiva (Martínez & Torres, 2022).

El desconocimiento del nivel actual y habilidades de los docentes en IA en la transformación de las prácticas pedagógicas, genera desactualización en la práctica docente, afectando la formación de profesores/as y el desarrollo profesional docente que ofrece la IA para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje e investigativos. Esta problemática afecta directamente la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje y la equidad en el acceso a tecnologías innovadoras en las escuelas públicas de Hidalgo.

Por otra parte, trabajos como Importancia de la formación de los docentes en las instituciones educativas, elaborado por Higor Rodríguez Vite, indica que el activo más valioso que poseen las organizaciones y para el caso particular de las instituciones de educación es sin duda el recurso humano, personas que son quienes se encargan justamente de realizar las diversas actividades encaminadas a lograr los propósitos institucionales.

Para ello y considerando que hoy en día el avance de las tecnologías de la comunicación y la exigencia de una mayor productividad, demandan irremediablemente mejores niveles de competencia en los docentes de las instituciones educativas. En Alteridad, revista de educación, vol. 19, núm. 2, pp. 162-172, 2024, en el artículo La IA en el desarrollo de competencias investigativas en el posgrado, se presentan algunos resultados de un estudio cuyo objetivo fue analizar las actitudes que los y las estudiantes de posgrado tienen sobre el uso de IA en su educación. Los resultados muestran las incertidumbres que los participantes en el estudio tienen sobre el uso de la IA, al tiempo que reconocen su facilidad y atractivo como tecnología que requiere habilidades especializadas, responsabilidad en su uso y procesos cognitivos inherentes a la investigación.

Descripción del método

La muestra incluyó 155 docentes de preescolar, primaria y secundaria, seleccionados mediante muestreo aleatorio estratificado. Los datos se recolectaron a través de un cuestionario estructurado con preguntas de opción múltiple, diseñado para medir el grado de familiaridad con herramientas de IA, frecuencia de uso en el aula y percepción sobre su utilidad pedagógica. Se analizaron los datos mediante estadística descriptiva e inferencial utilizando el coeficiente Rho de Spearman o coeficiente de correlación de Spearman, es una prueba no paramétrica que evalúa la fuerza y dirección de la correlación entre variables, utilizando sus rangos (orden) en lugar de sus valores originales en SPSS 23.0.0.0. Es una versión específica del software IBM SPSS Statistics, un programa informático de análisis estadístico de datos que permite gestionar, analizar y visualizar datos para obtener información útil y tomar decisiones basadas en datos. Se buscó establecer la relación entre el conocimiento docente en IA y su aplicación en el aula.

Los datos recopilados fueron organizados en una matriz de doble entrada, permitiendo una visualización clara de las respuestas en función de los indicadores

definidos. Se calcularon medidas de tendencia central como media y mediana para evaluar el nivel de conocimiento en IA. Asimismo, la correlación de Spearman permitió determinar la relación entre el nivel de conocimiento y la percepción sobre la utilidad de la IA en la enseñanza.

Análisis y discusión de resultados

Interpretación de la tabla de correlaciones de Rho Spearman

Los rangos de Spearman van de -1 a + 1 y se utilizan para medir la fuerza y dirección de la relación entre dos variables. Se denota con el símbolo “rho” (ρ).

- Un valor de +1 indica una asociación perfecta de rango.
- Un valor de 0 indica que no hay asociación entre rangos.
- Un valor de -1 indica una asociación negativa perfecta de rango.
- Valores cercanos a -1 y +1 indican relaciones más fuertes.
- Valores cercanos a 0 indican relaciones más débiles.

Variables

La interpretación de los rangos de Rho Spearman

¿Utiliza herramientas de inteligencia artificial en su enseñanza?

¿Qué nivel de conocimiento considera que tiene sobre inteligencia artificial en educación?

Los resultados obtenidos en el análisis estadístico revelan dos correlaciones significativas. La primera, presentada en la Tabla 1, muestra que existe una correlación positiva débil pero significativa entre el uso de herramientas de IA en la enseñanza y la capacitación recibida en IA a lo largo de la formación docente ($Rho = 0.181$, $p < 0.05$). Esto sugiere que los docentes que han recibido capacitación en IA tienen una mayor probabilidad de utilizar estas herramientas en sus prácticas pedagógicas.

Tabla 1

Correlaciones

			Utilizar herramientas de inteligencia artificial en su enseñanza	A lo largo de su formación ha recibido capacitación sobre el uso de herramientas de IA en la educación
Rho de Spearman	Utilizar herramientas de inteligencia artificial en su enseñanza	Coefficiente de correlación	1.000	.181*
		Sig. (bilateral)	.	.024
		N	155	155
	A lo largo de su formación ha recibido capacitación sobre el uso de herramientas de IA en la educación	Coefficiente de correlación	.181*	1.000
		Sig. (bilateral)	.024	.
		N	155	155

*. La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).

La segunda correlación, expuesta en la Tabla 2, indica que existe una relación positiva entre la percepción de que la IA mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje y el nivel de conocimiento sobre IA en educación ($Rho = 0.187$, $p < 0.05$). Aunque la correlación es débil, su significancia estadística refleja que los docentes con mayor conocimiento en IA tienden a valorar más su impacto en la enseñanza.

Tabla 2**Correlaciones**

			Considera que la inteligencia artificial mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje	Qué nivel de conocimiento considera que tiene sobre inteligencia artificial en educación
Rho de Spearman	Considera que la inteligencia artificial mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje	Coefficiente de correlación	1.000	.187*
		Sig. (bilateral)	.	.020
		N	155	155
	Qué nivel de conocimiento considera que tiene sobre inteligencia artificial en educación	Coefficiente de correlación	.187*	1.000
		Sig. (bilateral)	.020	.
		N	155	155

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Estos hallazgos sugieren que, aunque el conocimiento y la capacitación en IA influyen en su aplicación en el aula, existen otros factores que podrían estar afectando la adopción de estas tecnologías. Es necesario realizar estudios complementarios para identificar barreras adicionales que puedan estar limitando la integración de la IA en la educación básica en Hidalgo.

Resumen de resultados

Se aplicó el instrumento de evaluación a una muestra de 155 docentes de los diferentes niveles de educación básica, posteriormente se realizó el análisis derivado de las respuestas que dieron a dicho instrumento, dando como resultado los hallazgos indicando que el conocimiento de IA entre docentes es bajo: el 55% tiene un nivel básico, el 9% intermedio y el 36% carece de formación. Sin embargo, el 75.1% de los encuestados considera que la IA mejora la enseñanza. El análisis correlacional muestra una relación débil pero significativa entre el nivel de conocimiento y la percepción positiva sobre la IA en la educación ($Rho = 0.020$, $p < 0.05$).

La investigación demuestra la necesidad de capacitar a los docentes en IA para mejorar la enseñanza en educación básica. La falta de formación limita el aprovechamiento de la tecnología y su impacto en el aprendizaje.

Conclusiones y recomendaciones

El presente trabajo permitió conocer la situación actual en cuanto al nivel de conocimiento y uso de la IA, concretamente, en la formación docente de educación básica de escuelas públicas del estado de Hidalgo, con la intención de mejorar los niveles educativos en este nivel.

El estado de Hidalgo es uno de los estados más pobres de México, curiosamente, los indicadores a nivel nacional en el ámbito educativo reflejan que su posición no está dentro de los últimos lugares, sin embargo, en varios rubros educativos no destaca, por lo que contar con información para la toma de decisiones que permita implementar mejoras en el ámbito de la educación básica en el nivel de primarias y secundarias generales públicas tendrá un impacto social para la mejora educativa (CONEVAL 2020).

Lo anterior tiene una relevancia social que permite convertir en tarea prioritaria para el sistema educativo el que los docentes de educación básica utilicen la IA como herramienta de apoyo y complemento en su tarea educativa, cumpliendo reducir considerablemente los tiempos de transiciones para llevar a cabo actividades dentro de las aulas de clase, disminuyendo de igual forma insumos y recursos, que en muchas ocasiones nunca se utilizan durante un periodo de clases ordinal.

Así los beneficiarios antes mencionados también se sumergen a la actualización innovadora dentro de una era tecnológica actual. La IA es fundamental para el desarrollo educativo y cobra sentido ante la divulgación del conocimiento. La ausencia de una política del uso adecuado de la IA en la escuela pública, aumenta la desigualdad entre los países y las personas.

Finalmente, se recomienda poder realizar una investigación posterior para tener estudios complementarios, que permitan identificar barreras adicionales que puedan estar limitando la integración de la IA en la educación básica en Hidalgo.

Tabla comparativa de áreas de oportunidad y desafíos identificados producto del análisis e interpretación de los datos	
Área de oportunidad	Desafíos
Uso de Internet para aplicar IA. Existe un gran número de personas que tiene acceso a internet en su trabajo. Esta es una oportunidad importante para implementar y escalar soluciones digitales, como plataformas de comunicación interna, capacitación en línea, acceso a bases de datos, herramientas colaborativas en la nube, etc., sabiendo que gran parte del personal tiene la conectividad necesaria.	Infraestructura para uso de IA. Algunos municipios del estado de Hidalgo, no cuentan con un servicio de internet adecuado para el uso de IA. Este es un desafío crítico de brecha digital dentro de las escuelas. Impide la implementación universal de herramientas digitales esenciales, crea desigualdad en el acceso a la información y recursos en línea, y limita la modernización. Superar esta falta de conectividad es fundamental para el aprendizaje de herramientas digitales.
Capacitación Docente. Es evidente que en los docentes sienten que han recibido poca o ninguna capacitación para utilizar las herramientas digitales y representa una gran oportunidad para diseñar y ofrecer programas de desarrollo profesional enfocados en IA aplicada a la educación, existe un número amplio de aplicaciones de IA muy grande y una necesidad clara por satisfacer.	Implementación de políticas de capacitación docente en el uso de la IA adecuada para su labor docente. El desafío principal es la falta generalizada de preparación formal. La gran mayoría de los docentes están utilizando (o se espera que utilicen) herramientas tecnológicas sin haber recibido una formación adecuada sobre cómo integrarlas pedagógicamente de manera efectiva.
Desconocimiento del uso de la IA en su labor docente. La principal área de oportunidad radica en la baja adopción actual de la inteligencia artificial en las aulas, a pesar de la percepción mayoritaria de que puede mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto sugiere que existe un desconocimiento, falta de recursos, capacitación inadecuada o barreras de implementación que impiden a los educadores utilizar estas herramientas.	Resistencia al cambio. El principal desafío se centra en superar las barreras que impiden una mayor adopción de la inteligencia artificial en el aula, a pesar de la opinión favorable de los educadores. Esto implica abordar, la resistencia al cambio por parte de algunos docentes que pueden sentirse incómodos o inseguros al utilizar nuevas tecnologías, la falta de infraestructura tecnológica adecuada en algunas escuelas, como acceso a internet de calidad y dispositivos suficientes, las preocupaciones éticas y de privacidad relacionadas con el uso de datos de los estudiantes en sistemas de IA.

Referencias

- Fernández, L., & Gómez, P. (2021). *Inteligencia Artificial en la formación docente en Argentina: Un enfoque innovador*. Revista de Tecnología Educativa, 12(3), 45-60.
- García, M., & Fernández, J. (2021). *Inteligencia Artificial y educación: Oportunidades y desafíos en el siglo XXI*. Editorial Universitaria.
- Hernández, L., & Torres, P. (2020). *Personalización del aprendizaje con IA en educación básica*. Revista de Tecnología Educativa, 15(2), 45-60.
- López, R., & Gómez, S. (2022). *Evaluación formativa con IA: Una nueva era en la educación básica*. Journal of Educational Technology, 10(1), 89-105.
- López, R., Gómez, S., & Hernández, T. (2023). *IA y predicción del rendimiento estudiantil en España: Un estudio de caso*. Journal of Educational Technology, 14(1), 78-95.
- Martínez, A., & Torres, C. (2022). *Uso de IA en la educación básica en Hidalgo: Retos y oportunidades*. Revista Mexicana de Educación y Tecnología, 9(2), 112-130.
- Martínez, A., Pérez, L., & Gómez, M. (2021). *Capacitación docente en IA: Un análisis de las necesidades en educación básica en México*. Educación y Ciencia, 8(3), 112-130.
- Mendoza, C. (2023). *Brecha digital y formación docente en IA: Retos para la educación en México*. Universidad Nacional de México Press.
- Pérez, J., & López, F. (2023). *Inteligencia Artificial aplicada a la enseñanza: Innovación y desafíos en el aula*. Editorial Tecnológica.
- Ramírez, H., Rodríguez, M., & Torres, L. (2021). *Acceso a la tecnología educativa en México: Un análisis sobre la formación docente*. Educación y Tecnología, 7(4), 78-95.
- Ramírez, H., Rodríguez, M., & Torres, L. (2022). *Acceso a la tecnología educativa en México: Un estudio sobre la equidad y la formación docente*. Educación y Tecnología, 6(4), 78-95.
- Rodríguez, P., Gómez, D., & Martínez, R. (2021). *Competencias digitales en la formación docente: La clave para la integración de IA en la educación básica*. Journal of Digital Education, 12(2), 55-72.

Capítulo III

Competencias TIC del profesorado universitario de la UdeG en la era digital

Área de conocimiento: Competencias en TI

Mariana Calderón Palencia¹, Julia Carolina García Santoyo²,
Gabriel Navarro Salcedo³ y Elsa Rodríguez-Rodríguez⁴

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 Periférico Norte N°799 Núcleo Universitario, Los Belenes, 45100 Zapopan, Jal.
julia.garcia@cucea.udg.mx Tel: 333770-3300 ORCID: 0009-0007-3257-653X

³ Nuevo Periférico Oriente 555, Ejido San José, Tateposco, 45425 Tonalá, Jal.
gabriel.navarro@academicos.udg.mx Tel: 333540-3020 ORCID: 0000-0002-8091-5985

⁴ 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 examina las competencias digitales de los docentes en la Universidad de Guadalajara mediante un enfoque cuantitativo. Se aplicó un cuestionario estructurado a profesores de diversos centros universitarios, evaluando cuatro dimensiones: uso tecnológico, aplicación en el aula, formación en TIC y actitudes hacia la tecnología. Los resultados indican que la actitud hacia las TIC es positiva en todos los contextos, mientras que la formación formal en tecnologías es la dimensión más débil. El SUV lidera en todas las competencias, mientras que el CUCEA enfrenta mayores desafíos, especialmente en la aplicación didáctica y la formación estructurada. La prueba de Chi cuadrada reveló diferencias estadísticamente significativas en la distribución del nivel de competencias entre los centros. Las variables de edad, género, tipo de contratación y nivel educativo también influyen en los resultados. Se concluye que es necesario fortalecer los programas institucionales de formación docente diferenciados, basados en los perfiles y contextos reales del profesorado.

Palabras clave: Competencias digitales docentes, TIC en el aula, Formación Docente, Educación superior, Programas institucionales.

Abstract: This study examines the digital competencies of faculty members at the University of Guadalajara using a quantitative approach. A structured questionnaire was administered to professors from various university centers, evaluating four dimensions: technological use, classroom application, ICT training, and attitudes toward technology. The results indicate that attitudes toward ICT are generally positive across all contexts, while formal training in technology emerged as the weakest dimension. The SUV center leads in all competencies, while CUCEA faces greater challenges, particularly in didactic application and structured training. The Chi-square test revealed statistically significant differences in the distribution of competency levels among the centers. Additionally, variables such as age, gender, type of employment, and educational attainment influence the outcomes. The study concludes that it is necessary to strengthen differentiated institutional faculty development programs based on the actual profiles and contexts of university teaching staff.

Keywords: Digital teaching competencies, ICT in the classroom, Teacher training, Higher education, Institutional programs.

Introducción

En un mundo donde la tecnología avanza a un ritmo vertiginoso, la educación superior no puede permanecer ajena a las transformaciones digitales que moldean la sociedad contemporánea. Las aulas, antes concebidas como espacios predominantemente presenciales y tradicionales, se han visto reconfiguradas por la inclusión de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), exigiendo nuevas formas de enseñar y aprender [1], [2].

La integración de las TIC y los procesos de digitalización se han convertido en elementos inherentes a la vida cotidiana en una sociedad imparablemente tecnologizada; esto ha intervenido en el ámbito educativo llevando a los profesores a encarar retos derivados de los discursos de transformación, innovación y calidad educativa que tienen como objetivo la formación de ciudadanos con capacidades tecnológicas y digitales para ser competentes en la sociedad digital [3] donde se analizan las definiciones de la CDD presentes en 31 publicaciones con el objetivo de identificar sus similitudes y diferencias, y revisar su relación con las dimensiones que la componen. Los resultados muestran un desequilibrio en la presencia de sus dimensiones, destacando la ausencia casi generalizada de la dimensión relacional, ética y seguridad. Se concluye con la propuesta de una definición integradora de la CDD que permita a docentes y entidades educativas conocer el alcance de esta competencia profesional [4]. Ante este panorama, emerge la necesidad en los docentes de desarrollar las habilidades que les permitan afrontar esos desafíos e incrementar sus competencias digitales [2], las cuales no solo implican el dominio técnico, sino la capacidad de integrar tecnologías en los

procesos pedagógicos innovadores y generan impacto no solo en su desempeño profesional, sino también en la calidad de la enseñanza y la formación integral del estudiante [1], [5].

En este escenario, surge una interrogante clave: ¿están realmente preparados los docentes universitarios para responder a esta creciente demanda digital? Este artículo busca dar respuesta a este cuestionamiento y brota como una continuación del análisis sobre los desafíos de la inteligencia artificial en la práctica educativa [6], además toma como referencia la metodología aplicada en la tesis titulada: “Gestión de los programas de formación docente y los factores de integración de TIC en la práctica educativa en tres centros universitarios de la UdeG” [7]. Ahora incorpora un enfoque diagnóstico con el objetivo de evaluar competencias digitales de los docentes universitarios y proponer líneas de acción que orienten su desarrollo profesional en el contexto de la educación superior digital.

Estado del Arte

Las competencias digitales docentes se definen como el conjunto de habilidades necesarias para planificar, implementar y evaluar procesos de enseñanza-aprendizaje mediados por tecnologías digitales. Modelos como TPACK y TAM permiten entender esta integración desde un enfoque técnico, pedagógico y disciplinar. La literatura destaca que estas competencias se desarrollan a través de la formación formal, el autoaprendizaje, y el intercambio entre pares. Sin embargo, las brechas en acceso, motivación y apoyo institucional persisten como desafíos estructurales.

En el panorama actual de la educación, donde la tecnología avanza a un ritmo sin precedentes, los docentes universitarios enfrentan el constante desafío de adaptar sus prácticas pedagógicas. Según el estudio de [8] ofrecen un marco conceptual fundamental con su Modelo de Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK), que articula tres dimensiones clave: el conocimiento disciplinar, el pedagógico y el tecnológico. Este modelo no solo explica la necesidad de formación docente en TIC, sino que enfatiza cómo estos elementos deben integrarse de manera holística para lograr una enseñanza efectiva.

Sin embargo, la realidad en las instituciones públicas de educación superior mexicanas, como la UdeG, distan mucho de este ideal. Aunque la UNESCO ha destacado que las competencias digitales son esenciales para la innovación educativa, estudios recientes revelan importantes obstáculos [9]. La OCDE señala que los programas de capacitación suelen ser fragmentarios y alejados del contexto [10], mientras que el INEGI reporta que, menos de la mitad del profesorado en instituciones públicas ha recibido formación formal en TIC [11]. Estas cifras reflejan una brecha preocupante entre las políticas educativas y su implementación real.

Esta problemática se complejiza al considerar los hallazgos de [12] sobre las múltiples dimensiones de la brecha digital. No se trata solo de acceso a la tecnología, sino de diferencias generacionales en su apropiación, resistencia al

cambio y percepciones sobre su utilidad. Como señalan en [13], la alfabetización tecnológica efectiva requiere más que talleres aislados; exige un modelo de formación continua que vincule las TIC con las prácticas cotidianas en el aula. Esta perspectiva se complementa con el modelo TAM de [14], que demuestra cómo la percepción de facilidad de uso y utilidad determina la adopción de las nuevas tecnologías.

Para la UdeG, estos planteamientos implican un llamado a la acción, que consiste en superar estas barreras, que requieren una estrategia multidimensional que combine varios factores, tales como:

- La formación docente permanente, alineada con las necesidades reales del aula
- El acompañamiento pedagógico especializado para la integración tecnológica
- Las intervenciones actitudinales que modifiquen percepciones sobre las TIC

Solo mediante este enfoque integral podrá lograrse una verdadera transformación digital en las prácticas educativas, donde la tecnología no sea un añadido, sino un elemento constitutivo de procesos de enseñanza-aprendizaje significativos y relevantes para las nuevas generaciones de estudiantes.

Metodología Utilizada

Se utilizó un enfoque cuantitativo y transversal, mediante la aplicación de un cuestionario estructurado a docentes de tres centros universitarios de la UdeG (CUCEA, CUTONALÁ Y SUV). El propósito fue evaluar el nivel de competencias digitales docentes a través de cuatro dimensiones: (1) uso y alfabetización tecnológica, (2) aplicación de TIC en el aula, (3) formación y origen del conocimiento TIC, y (5) actitudes y percepciones ante las TIC (*ver tabla 1*). Las variables socio-demográficas y laborales se consideraron como independientes. El cuestionario fue diseñado *ad hoc*, tomando como referencia escalas validadas por estudios previos analizados en el Estado del arte. Para asegurar su validez de contenido, se aplicó una prueba piloto con 25 docentes, cuyos resultados permitieron realizar ajustes en la redacción y claridad en los ítems. Se utilizaron escalas tipo Likert de 4 puntos (1 = Nunca, 4 = Siempre), para las variables dependientes. El enfoque seguido se alinea con lo propuesto por [15], [16].

Tabla 1. Dimensiones e indicadores del cuestionario.

Dimensión	Descripción general	Indicadores o variables medidas
1. Uso y alfabetización tecnológica (variable dependiente)	Evalúa el dominio técnico básico en herramientas y recursos digitales comunes.	Uso de periféricos, sistemas operativos, procesadores de texto, internet, redes sociales, plataformas de almacenamiento en la nube.
2. Aplicación de TIC en el aula (variable dependiente)	Mide el uso pedagógico de las tecnologías digitales en el diseño e implementación de clases.	Creación de contenidos digitales, e-actividades, gamificación, aprendizaje colaborativo, uso de videoconferencias y recursos virtuales.
3. Formación y origen del conocimiento TIC (variable dependiente)	Explora las fuentes de aprendizaje sobre herramientas digitales.	Autoaprendizaje, formación institucional, aprendizaje informal con colegas, familiares o experiencias previas.
4. Actitudes y percepciones ante las TIC (variable dependiente)	Examina la disposición personal, las creencias y el pensamiento crítico del docente sobre el uso de TIC.	Opiniones sobre ambientes híbridos, innovación, motivación, acceso desigual, limitaciones técnicas, suficiencia de la formación.
5. Datos sociodemográficos y laborales (variable independiente)	Recolecta información contextual del docente para análisis comparativos.	Edad, sexo, formación académica, centro universitario, nivel educativo, antigüedad y tipo de contratación.

Elaboración propia (2025).

Población y muestra

La población estuvo conformada por 1,863 docentes con nombramientos de “profesor de tiempo completo” y “profesor de asignatura A o B”. La muestra se obtuvo mediante muestreo aleatorio estratificado proporcional por centro universitario, considerando un nivel de confianza del 95% y un margen de error entre el 6% y 8%. Los datos se segmentaron por centro, tipo de contratación, antigüedad, nivel educativo, edad y género para efectos del análisis comparativo. CUCEA: 201 encuestados de 807 (error estimado: 6%). CUTONALÁ: 120 encuestados de 577 (error estimado: 8%) y SUV: 108 encuestados de 479 (error estimado: 7%).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados en dos niveles:

1. Descriptivo: Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión (media y desviación estándar) por cada dimensión y variable sociodemográfica.
2. Inferencial: Se utilizó la prueba de Chi-cuadrada (χ^2) para analizar la asociación entre variables categóricas como centro universitario, tipo de contratación y nivel de competencias. Además, se emplearon pruebas ANOVA para detectar diferencias significativas en las dimensiones evaluadas según edad, género y antigüedad, y correlaciones de Spearman para observar la relación entre variables ordinales. Se calcularon también medidas de efecto como el V de Cramer para evaluar la fuerza de las asociaciones.

Hipótesis del estudio

H1 (descriptiva): Existen diferencias significativas en el nivel de competencias digitales docentes en función de variables sociodemográficas y laborales (edad, género, tipo de contratación, antigüedad, nivel educativo y centro universitario).

H2 (inferencial): Existe una relación significativa entre el centro universitario de adscripción y el nivel de competencias digitales docentes.

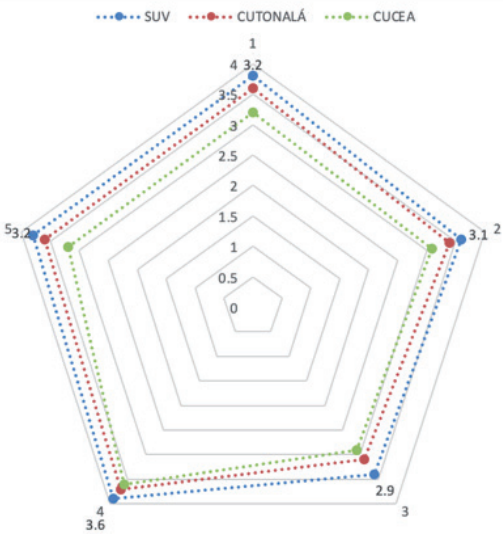
Limitaciones del estudio

Se encuentra el hecho de que los datos fueron recolectados a través de un cuestionario de autopercepción, lo cual puede introducir sesgos subjetivos en la estimación de competencias reales. Asimismo, los resultados reflejan el contexto particular de la Universidad de Guadalajara, por lo que la generalización a otras instituciones debe realizarse con cautela.

Resultados

Los resultados descriptivos del cuestionario evidencian que la dimensión con mayor promedio es la de 'Actitudes y percepciones ante las TIC', seguida de 'Uso y alfabetización tecnológica'. En contraste, la dimensión con menor puntuación fue 'Formación y origen del conocimiento TIC'. A continuación, se muestran los promedios globales y por subgrupos se muestran en relación con las cuatro dimensiones de tipo dependiente que se abordaron en el estudio:

Figura 1. Comparativa de promedios globales por centro universitario.



Elaboración propia (2025).

La Figura 1, permite visualizar de forma integrada el desempeño por centro universitario en las cuatro dimensiones evaluadas. SUV presenta el perfil más alto, alcanzando promedios cercanos a 4.0 en todas las áreas. CUTONALÁ mantiene un desempeño funcional, mientras que CUCEA, aunque muestra buenas actitudes hacia las TIC, presenta debilidades en la alfabetización tecnológica y especialmente en la formación formal sobre TIC.

Tabla 2. Promedios por subgrupos.

Centro	Subgrupo	Uso TIC	Aplicación TIC	Formación TIC	Actitudes TIC
SUV	Edad: 35–44	3.9	3.7	3.5	3.9
SUV	Sexo: Mujer	3.8	3.6	3.4	3.9
SUV	TC/Asignatura	3.8	3.6	3.3	3.8
CUTONALÁ	Edad: 35–44	3.6	3.5	3.2	3.7
CUTONALÁ	Sexo: Mujer	3.6	3.4	3.1	3.7
CUTONALÁ	TC/Asignatura	3.6	3.4	3.1	3.7
CUCEA	Edad: 35–44	3.4	3.3	3.0	3.6
CUCEA	Sexo: Mujer	3.5	3.2	2.9	3.6
CUCEA	TC/Asignatura	3.3	3.1	2.8	3.6

Elaboración propia (2025).

En términos específicos para los promedios por subgrupos vistos en la **Tabla 2**, SUV obtiene los promedios más altos en “Uso de TIC” (3.8), “Aplicación en el aula” (3.6), y “Actitudes TIC” (3.9). CUCEA en cambio, reporta el promedio más bajo en “Formación en TIC” (2.9), lo cual indica que la mayoría del aprendizaje digital ocurre fuera de entornos institucionales. Este hallazgo refuerza la necesidad de mejorar los programas de formación del docente en el CUCEA.

En cuanto al análisis inferencial, se aplicó la prueba de Chi cuadrada a las categorías de nivel de competencia (bajo, medio, alto) por centro universitario. Los resultados muestran un valor $\chi^2 = 23.91$, $gl = 4$, $p = 0.00008$, indicando una diferencia estadísticamente significativa en la distribución de competencias digitales entre centros. Esto nos da como resultado que SUV concentra mayor proporción de docentes en nivel alto, mientras que CUTONALÁ tiene docentes con un nivel medio-alto y CUCEA presenta una mayor proporción en niveles medio y bajo.

En general, los hallazgos resaltan la necesidad de implementar políticas educativas diferenciadas, contextualizadas y continuas.

Conclusiones

Los resultados del estudio demuestran una panorámica sobre el nivel de competencias digitales en las y los docentes en tres contextos universitarios, con variaciones relevantes según centro universitario, género, edad y tipo de carga horaria de clases educativa. Si bien existe una actitud positiva generalizada hacia el uso de tecnologías en la educación superior, persisten diferencias significativas en el nivel de competencias digitales entre los centros universitarios analizados. El SUV se destaca por contar con docentes con mayores niveles de dominio técnico y actitud favorable hacia las TIC, mientras que el CUCEA presenta importantes rezagos, especialmente en formación formal, lo que indica una fuerte necesidad de mejorar los programas para la capacitación de los docentes en cuanto a competencias digitales. Estos hallazgos confirman que hay una relación significativa entre el centro universitario de adscripción y el desarrollo de estas competencias digitales docentes.

A partir de lo anterior y del análisis detallado de las dimensiones evaluadas en este estudio, se proponen las siguientes líneas de acción en los programas institucionales de cada centro universitario:

1. Realizar diagnósticos periódicos y diferenciados por centro y nivel educativo.
2. Diseñar rutas formativas personalizadas según el perfil digital del docente.
3. Reconocer y certificar el autoaprendizaje mediante Insignias Digitales.
4. Enfocar la formación en competencias pedagógicas, críticas y no solo técnicas.
5. Fortalecer la infraestructura y cultura digital en centros con menores puntajes.
6. Fomentar proyectos de investigación-acción sobre TIC en la práctica docente.

Además para el análisis inferencial de las asociaciones entre variables independientes y cada dimensión, es fundamental destacar que, el uso tecnológico correlaciona fuertemente aplicación pedagógica, la falta de formación estructurada limita el desarrollo integral de las otras competencias y aunque la mayoría de los docentes tiene una disposición favorable, esto no siempre se traduce en habilidades prácticas ni en integración efectiva de TIC.

En consecuencia, se vuelve urgente diseñar e implementar políticas educativas más eficaces y programas de formación docente que respondan a las realidades específicas de cada centro para garantizar una integración efectiva y equitativa de la tecnología en la práctica educativa universitaria ya que las competencias digitales no se desarrollan de forma uniforme y su avance depende más del esfuerzo individual que de las estrategias institucionales resultando necesario fortalecer la formación docente digital.

Referencias

- [1] J. Cabero-Almenara, “Tecnología y enseñanza: retos y nuevas tecnologías y metodologías”, *CITAS Cienc. Innov. Tecnol. Ambiente Soc.*, vol. 6, núm. 1, pp. 1–13, ene. 2020, doi: 10.15332/24224529.6356.
- [2] C. A. Luis Grados, “Competencia digital docente: una revisión sistemática de la literatura”, *RIDE Rev. Iberoam. Para Investig. El Desarro. Educ.*, vol. 14, núm. 28, may 2024, doi: 10.23913/ride.v14i28.1894.
- [3] M. Verdú-Pina, J. L. Lázaro-Cantabrana, C. Grimalt-Álvaro, y M. Usart, “El concepto de competencia digital docente: revisión de la literatura”, *Rev. Electrónica Investig. Educ.*, vol. 25, pp. 1–13, abr. 2023, doi: 10.24320/redie.2023.25.e11.4586.
- [4] Revista Electrónica de Investigación Educativa, DOI: 10.24320/redie.2023.25.e11.4586, ISSN: 1607-4041, license: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>, page. 1–13, El concepto de competencia digital docente: revisión de la literatura, volume. 25, Verdú-Pina, María, Lázaro-Cantabrana, José Luis, Grimalt-Álvaro, Carme, Usart Mireia, issued. 2023, 4, schema. <https://github.com/citation-style-language/schema/raw/master/csl-citation.json>
- [5] I. [Instituto N. de T. E. y de F. del Profesorado y C. y D. MECD [Ministerio de Educación, “Marco Común de Competencia Digital Docente”, España, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://educalab.es/documents/10180/12809/Marco+competencia+digital+docente+2017/afb07987-1ad6-4b2d-bdc8-58e9faeacea>
- [6] M. Calderón, G. Navarro Salcedo, y E. Rodríguez-Rodríguez, “Los desafíos de la IA en la forma e innovación de la práctica educativa de los docentes de educación superior”, en *Innovación en la formación en tecnologías de la información: impacto de las tecnologías emergentes y la IA en la educación en TIC*, Guadalajara, Jalisco, México: ANIEI, 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/390406580_Los_desafios_de_la_IA_en_la_formacion_e_innovacion_de_la_practica_educativa_de_los_docentes_de_educacion_superior
- [7] G. Navarro Salcedo, “Gestión de los programas de formación docente y los factores de integración de TIC en la práctica educativa en tres centros universitarios de la UdeG”,

- PhD Thesis (no publicada), Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México, 2024.
- [8] P. Mishra y M. J. Koehler, "Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge", *Teach. Coll. Rec.*, vol. 108, núm. 6, pp. 1017–1054, 2006.
- [9] UNESCO, *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC*. UNESCO, 2019.
- [10] OCDE, *Transformación Digital Gubernamental: El Marco de la OCDE*. OCDE, 2021.
- [11] INEGI, "Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares". 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx>
- [12] J. van Dijk, *The Digital Divide*. Cambridge: Polity Press, 2020.
- [13] M. Area y J. Adell, "Tecnologías digitales y cambio educativo. Una mirada crítica", *Rev. Educ. XXI*, vol. 24, núm. 1, pp. 15–38, 2021.
- [14] F. D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology", *MIS Q.*, vol. 13, núm. 3, pp. 319–340, 1989.
- [15] R. Hernández, C. Fernández, y P. Baptista, *Metodología de la investigación*, 7a ed. México: McGraw-Hill, 2021.
- [16] J. Welkowitz, R. B. Cohen, y R. Lea, *Introductory Statistics for the Behavioral Sciences*, 7a ed. Wiley, 2012.

Sección II

Estrategias Didácticas, Inclusión y Vinculación

Capítulo IV

Educación STEAM con enfoque intercultural: fortaleciendo competencias en ciencia y tecnología en niñas de comunidades rurales mayas

Nancy Aguas García¹, Diana del Pilar Cobos del Angel², Rosa Guadalupe Casas de la Cruz³
Universidad del Caribe, SM. 78, Mza. 1, Cancún, Q. Roo

¹ naguas@ucaribe.edu.mx; ² dcobos@ucaribe.edu.mx, ³ rcasas@ucaribe.edu.mx

Resumen. La desigualdad de género en áreas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) representa un desafío persistente, especialmente en comunidades rurales donde factores como la pobreza, normas culturales restrictivas y falta de referentes femeninos limitan las oportunidades educativas para niñas. Este trabajo presenta el proyecto “Bordando el futuro”, una iniciativa educativa que busca reducir la brecha de género mediante talleres STEAM culturalmente adaptados para niñas de 6 a 12 años en comunidades mayas. Metodológicamente, se implementó un enfoque de diseño instruccional que integra elementos culturales locales. Los resultados evidencian un incremento en el interés y autoconfianza de las participantes en disciplinas STEAM y mayor participación comunitaria. La integración de elementos culturales en la enseñanza STEAM fortalece la identidad y el empoderamiento de las niñas, mientras promueve soluciones a problemáticas locales. Las intervenciones educativas contextualizadas y culturalmente sensibles son efectivas para promover la equidad de género en áreas STEAM, contribuyendo al desarrollo sostenible y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo de la ONU.

Palabras clave: educación STEAM, comunidades rurales, empoderamiento de niñas, identidad cultural

Abstract. Gender inequality in STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) areas represents a persistent challenge, especially in rural communities where factors such as poverty, restrictive cultural norms and lack of female role models limit educational opportunities for girls. This paper presents the project “Embroidering the Future”, an educational initiative that seeks to reduce the gender gap through culturally adapted STEAM workshops for girls from 6 to 12 years old in Mayan communities. Methodologically, an instructional design approach that integrates local cultural elements was implemented. The results show an increase in the participants’ interest and self-confidence in STEAM disciplines and greater community participation. The integration of cultural elements in STEAM instruction strengthens girls’ identity and empowerment, while promoting solutions to local issues. Contextualized and culturally sensitive educational interventions are effective in promoting gender equity in STEAM areas, contributing to sustainable development and the fulfillment of the UN Development Goals.

Keywords. STEAM education, rural communities, girls’ empowerment, cultural identity.

Introducción

En la actualidad, persisten importantes desafíos para el desarrollo profesional de las mujeres, particularmente en áreas rurales donde la escasez de oportunidades y el acceso restringido a la educación son aún más pronunciados, evidenciando una persistente brecha en la igualdad de género. De acuerdo con la ONU Mujeres [1], el empoderamiento de las mujeres, especialmente en contextos rurales, se reconoce como un elemento esencial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas que abogan por la erradicación de la pobreza, el hambre y la promoción de la igualdad de género [2].

Las mujeres de comunidades rurales mayas no son la excepción y enfrentan desafíos adicionales como pobreza, normas y roles por usos y costumbres, falta de modelos femeninos a seguir y escasez de recursos educativos básicos, entre otros, que impiden el acceso a oportunidades educativas y profesionales, perpetuando así la brecha de género. Según un informe de la OCDE [3], las niñas tienen menos probabilidades de imaginarse en carreras STEM en comparación con los niños. De acuerdo a UNICEF [4], a los 15 años el 28% de los niños quiere estudiar ciencias o ingenierías, frente a tan solo el 9% de las niñas mexicanas. Esta situación se refleja en los datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) [5], que muestran que en el ciclo 2021-2022 los hombres predominaron en las áreas de Tecnologías de la información y la comunicación (23.7% mujeres y 76.3% hombres) e Ingeniería, manufactura y construcción (31.9% mujeres y 68.1% hombres). La igualdad de género es un componente crucial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas [2]. Históricamente, las mujeres han estado subrepresentadas en campos STEM [6], por lo que incorporar

la perspectiva feminista resulta fundamental para: (1) identificar y derribar las barreras estructurales y culturales que contribuyen a esta desigualdad, (2) deconstruir los roles de género tradicionales y estereotipos que limitan las opciones de carrera para las niñas, y (3) crear entornos educativos más inclusivos que reconozcan y valoren las experiencias y perspectivas de todas las estudiantes [7] [8].

El proyecto “Bordando el futuro: educación STEAM para el desarrollo de niñas en comunidades mayas”, apoyado por el COQHCYT (Consejo Quintanarroense de Humanidades, Ciencia y Tecnología), está dirigido a niñas de 6 a 12 años de dos comunidades rurales con tradición en el bordado maya: San Lorenzo y San Martiniano, Quintana Roo y busca desarrollar su potencial mediante herramientas de orientación hacia vocaciones científicas en la infancia integradas por actividades prácticas en ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, actividades lúdicas y culturales, así como de desarrollo personal. Este artículo presenta el desarrollo e implementación de este proyecto, que busca contribuir a la reducción de la brecha de género en estas disciplinas y promover el desarrollo sostenible en sus comunidades.

Metodología

El proyecto adoptó un enfoque metodológico basado en el diseño instruccional combinando elementos teóricos y prácticos para crear una intervención educativa efectiva y culturalmente sensible. La metodología implementada se sustenta en tres pilares:

Diseño instruccional con perspectiva feminista interseccional

Se aplicó un modelo de diseño instruccional adaptado que incorpora la perspectiva feminista interseccional [9], el cual reconoce que las niñas en comunidades mayas enfrentan múltiples formas de discriminación basadas no solo en género, sino también en etnicidad, clase social y ubicación geográfica. Esta aproximación metodológica está fundamentada en las teorías feministas latinoamericanas que enfatizan la educación popular como herramienta transformadora [10].

El diseño de los talleres siguió las cinco fases del modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) [11], incorporando en cada etapa consideraciones específicas sobre género y contexto cultural:

- Análisis: Identificación de necesidades específicas de las niñas en comunidades mayas y barreras para su participación en STEAM.
- Diseño: Creación de objetivos de aprendizaje y actividades que desafían estereotipos de género mientras respetan tradiciones culturales.
- Desarrollo: Elaboración de materiales didácticos cultural y lingüísticamente apropiados.
- Implementación: Ejecución de talleres con facilitadoras entrenadas en pedagogía feminista.
- Evaluación: Medición del impacto utilizando indicadores sensibles al género y al contexto cultural.

Figura 1. Modelo de diseño instruccional ADDIE.



Integración de elementos culturales en la enseñanza STEAM

Siguiendo las recomendaciones de UNESCO [12] se adoptó un enfoque que integra: (1) ejemplos y aplicaciones relevantes para la comunidad local, (2) técnicas tradicionales (como el bordado) como punto de entrada para conceptos STEAM, (3) se presentan modelos a seguir de mujeres de la comunidad y otras mujeres en ciencia y tecnología y (4) materiales bilingües (español-maya) para respetar la diversidad lingüística.

Enfoque participativo y comunitario

Se implementó una metodología participativa que involucró a miembros de la comunidad, incluyendo madres y padres de familia, así como docentes, en el diseño y ejecución de los talleres. Este enfoque facilitó la aceptación comunitaria del proyecto y la adaptación de actividades al contexto local creando redes de apoyo para las participantes.

La recolección de datos combinó métodos cualitativos y cuantitativos, incluyendo encuestas, entrevistas semiestructuradas y observación durante la realización de los talleres.

Figura 2. Aplicación de encuestas a padres de familia en comunidades rurales mayas



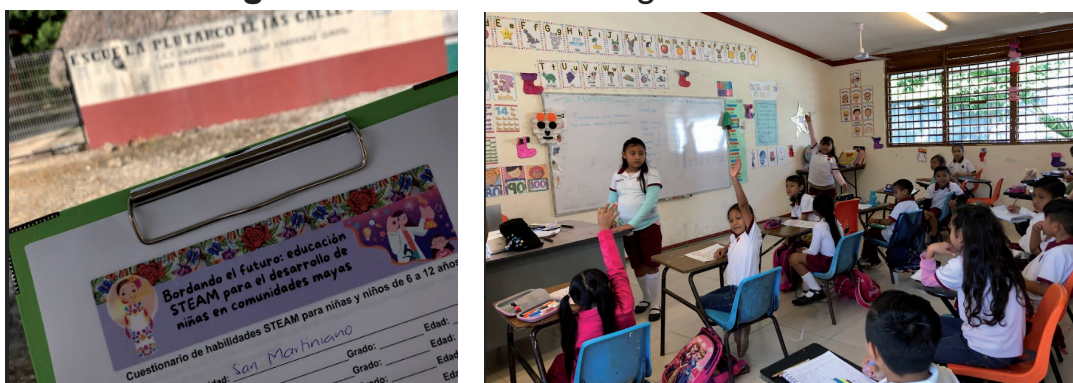
Desarrollo

La implementación del proyecto “Bordando el futuro” se realizó a través de una serie de fases estructuradas que permitieron una intervención educativa integral y adaptada al contexto. A continuación, se detalla el proceso de desarrollo:

Diagnóstico inicial y establecimiento de alianzas

El proyecto comenzó con un diagnóstico participativo en las comunidades seleccionadas para identificar barreras específicas que enfrentan las niñas para acceder a educación STEAM, los recursos locales disponibles y potenciales aliados, así como los elementos culturales relevantes que podrían incorporarse a los talleres. Se establecieron alianzas con escuelas locales y organizaciones comunitarias para crear una red de apoyo al proyecto. Estas alianzas resultaron fundamentales para legitimar la intervención y garantizar su sostenibilidad.

Figura 3. Actividad de diagnóstico inicial



Diseño y adaptación de contenidos educativos

Se diseñaron talleres de:

- Ciencia: Experimentos relacionados con fenómenos naturales relevantes para la comunidad
- Tecnología: Introducción a conceptos tecnológicos básicos utilizando recursos accesibles
- Ingeniería: Actividades de diseño y construcción para resolver problemas locales
- Arte: Incorporación de técnicas artísticas tradicionales como el bordado maya
- Matemáticas: Exploración de patrones matemáticos presentes en artesanías locales

Todos los materiales fueron adaptados culturalmente para maximizar su relevancia y accesibilidad. Se puso especial atención en utilizar terminología apropiada y comprensible, incluir ejemplos y aplicaciones localmente relevantes y presentar modelos de mujeres mayas destacadas en áreas STEAM, se desarrollaron 12 fichas, todas con diseño instruccional.

Figura 4. Fichas de talleres de ingeniería y de tecnología.



Ficha de trabajo

Área: Ciencia ☐ Tecnología ☐ Ingeniería X Artes ☐ Matemáticas ☐

Tema: Vehículo propulsado por aire
Perfil: Niñas de 9 a 12 años
Objetivo: Construir un coche impulsado por un globo para demostrar de manera práctica los principios de la tercera ley de Newton. Este proyecto permite desarrollar habilidades como el pensamiento creativo, la resolución de problemas y la manipulación de materiales simples para la construcción de un mecanismo funcional.
Enfoque pedagógico: • Aprendizaje experimental: Los estudiantes construyen su cochecito, prueban diferentes materiales y observan los efectos de la física en acción. • Método científico: Se fomenta la formulación de hipótesis, la observación y la mejora del diseño a través de la experimentación. • Resolución de problemas: Los participantes identifican desafíos en la construcción y encuentran soluciones creativas para mejorar el desempeño del coche. • Interdisciplinariedad: Se combinan conceptos de física (tercera ley de Newton), ingeniería (diseño y ensamblaje), matemáticas (medición de distancias y velocidades) y arte (diseño creativo del coche)
Preparación previa: • Establecer las reglas de la actividad. • Preparación del Espacio Físico: Escoger un espacio amplio donde los equipos puedan trabajar cómodamente. • Explicación breve con ejemplos visuales o videos. • Demostración de objetos en movimiento para observar la ley de acción y reacción.
Materiales: • 4 tapas de botella • 2 palillos de brocheta o varillas delgadas (para los ejes). • 2 popotes gruesos (para los soportes de los ejes). • Globo.

Ficha de trabajo

Área: Ciencia ☐ Tecnología X ☐ Ingeniería ☐ Artes ☐ Matemáticas ☐

Tema: Milo el vehículo espacial científico Robótica educativa.
Perfil: Niñas de 10 a 12 años, que requieren desarrollar las capacidades para interactuar con la tecnología de manera práctica, adquiriendo confianza en sus habilidades digitales, mientras juegan con modelos motorizados.
Objetivo: Que las niñas, desarrollen el pensamiento lógico matemático: pensamiento computacional, de forma interactiva, fomentando el trabajo en equipo, generando la creatividad, la autoestima, etc., entre otras habilidades cognitivas.
Enfoque pedagógico: Aprendizaje basado en problemas. Permite a las niñas, establecer soluciones de su entorno con el uso de la tecnología.
Preparación previa: • Leer el manual de usuario del paquete educativo LEGO Education WeDo 2.0. • Investigar términos de ciencia e ingeniería como: robot, programa, computación, vehículo espacial. • Leer el proyecto guiado para tener una idea adecuada de las tareas que hay que realizar.
Materiales: • Paquete educativo LEGO Education WeDo 2.0 • Computadora • Hojas blancas • Lápices
Tiempo: 1 hora 30 minutos
Descripción Inicio (15 min):

Implementación de talleres STEAM

A petición de los padres de familia, los talleres se realizaron con grupos de niñas y niños de 6 a 12 años, realizándose en instalaciones de dos escuelas de las comunidades rurales de San Martiniano y San Lorenzo. La estructura de los talleres incluyó:

- Sesiones semanales de 2-3 horas
- Actividades prácticas y experimentales
- Espacios de reflexión y de evaluación de las actividades

Al momento de la elaboración de este artículo se han implementado 2 actividades en ambas comunidades.

Figura 5. Talleres STEAM en comunidades rurales



Monitoreo y evaluación continua

El proyecto estableció un sistema de monitoreo y evaluación continua para poder realizar ajustes durante la implementación, se incluye evaluación de los talleres, retroalimentación de participante, documentación del proceso mediante fotografías y registros escritos y medición de indicadores de impacto relacionados con aprendizaje, actitudes y empoderamiento. Por ejemplo, para medir la satisfacción de las

participantes se tiene el indicador: Nivel de satisfacción de las niñas con el proyecto y el medio de verificación: Encuestas de satisfacción aplicadas a las niñas al final de cada actividad y al final del proyecto.

Figura 6. Encuesta de satisfacción aplicada a las niñas al final de una actividad

ANA

Evaluación de la actividad:

matemáticas

¿Las explicaciones para hacer la actividad fueron claras?

¿Pude seguir con facilidad la actividad?

¿La actividad me pareció entretenida?

¿Me gustó la actividad?

¿Aprendí algo nuevo?

¿Qué fue lo que más me gustó?

las figuras

¿Hubo algo que no me gustó?

no

Es importante indicar que las encuestas e instrumentos de evaluación elaborados fueron validados mediante juicio de expertos teniendo en cuenta la claridad, pertinencia cultural e idoneidad del lenguaje. Una vez aplicados los instrumentos, los datos serán analizados con estadística descriptiva y codificación temática para integrar hallazgos cuantitativos y cualitativos.

Este enfoque de desarrollo integrado permite adaptar constantemente la intervención a las necesidades emergentes, maximizando su relevancia y efectividad para las participantes y sus comunidades.

Resultados

La implementación del proyecto “Bordando el futuro” ha generado resultados que demuestran el impacto positivo de integrar la educación STEAM con elementos culturales en las dos comunidades rurales mayas:

- Incrementó el interés de las y los participantes por actividades y temas STEAM
- Se muestra autoconfianza para resolver problemas científicos y matemáticos

Estos resultados sugieren que la exposición a experiencias STEAM culturalmente relevantes puede transformar positivamente la percepción que las niñas tienen sobre sus propias capacidades en estas disciplinas.

Por otro lado, la evaluación de los productos desarrollados por las y los participantes evidenció:

- Adquisición de conocimientos científicos básicos aplicados a contextos locales
- Desarrollo de habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico
- Creatividad en la solución de problemas

Estos resultados demuestran que la integración de elementos culturales en la educación STEAM no solo facilita el aprendizaje, sino que también fortalece la identidad cultural y el empoderamiento de las niñas.

Los hallazgos del proyecto “Bordando el futuro” proporcionan evidencia empírica sobre la efectividad de los enfoques educativos que combinan STEAM, perspectiva feminista y elementos culturales para promover la equidad de género en comunidades rurales.

Conclusiones

El proyecto “Bordando el futuro: educación STEAM para el desarrollo de niñas en comunidades mayas” ha permitido obtener resultados respecto a la implementación de programas educativos que buscan reducir la brecha de género en áreas STEAM en contextos rurales e indígenas.

La implementación, hasta el momento, ha demostrado que la integración de elementos culturales locales en la educación STEAM, junto con una perspectiva feminista interseccional, constituye una estrategia efectiva para empoderar a niñas en comunidades rurales mayas. Los resultados evidencian que este enfoque no solo mejora el aprendizaje de conceptos científicos y tecnológicos, sino que también fortalece la identidad cultural y transforma las percepciones sobre roles de género.

El proyecto “Bordando el futuro” demuestra que es posible avanzar hacia una mayor equidad de género en educación STEAM incluso en contextos con múltiples desafíos socioeconómicos y culturales. Los resultados subrayan la importancia de adoptar enfoques que respeten y valoren la diversidad cultural mientras abren nuevas oportunidades educativas para las niñas.

La experiencia desarrollada ofrece un modelo prometedor que, con las adaptaciones pertinentes, podría extenderse a otras comunidades rurales e indígenas, contribuyendo así al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con igualdad de género y educación de calidad. El proyecto representa un paso significativo hacia un futuro donde todas las niñas, independientemente de su origen étnico o ubicación geográfica, puedan desarrollar plenamente su potencial en áreas STEAM.

Referencias

- [1] ONU Mujeres, “Educación para la igualdad: Estrategias para cerrar la brecha de género en STEAM,” ONU Mujeres América Latina, 2024.
- [2] United Nations, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, New York: United Nations, 2015.
- [3] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, “The future of education and skills: Education 2030,” OCDE, 2018.
- [4] UNICEF, “Estado mundial de la infancia 2023: Niñas en ciencia y tecnología,” Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2023. S. Bali and P. Rani, “Learning barriers for girls in rural communities: A cross-cultural analysis,” Journal of Rural Education, vol. 45, no. 2, pp. 112-130, 2023.
- [5] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, “Estadísticas sobre educación superior en México 2021-2022,” INEGI, 2022.
- [6] UNESCO, Cracking the Code: Girls’ and Women’s Education in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM), Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2017.
- [7] N. Aguas García, D. P. Cobos del Angel, R. G. Casas de la Cruz, L. E. May Itza, A. V. Pucheta Luiz, B. Palacios Marroquín, y A. R. Sanchez Chan, Informe de revisión de la literatura: Proyecto “Bordando el futuro: educación STEAM para el desarrollo de niñas en comunidades mayas”, Ene. 2025.
- [8] A. M. González Ramos, “Feminist perspectives in science, technology and innovation policies,” Tecnoscienza: Revista de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, vol. 12, no. 1, pp. 15–35, 2020.
- [9] K. Crenshaw, “Mapping the Margins: Intersectionality, Identity Politics, and Violence against Women of Color,” Stanford Law Review, vol. 43, no. 6, pp. 1241–1299, 1991.
- [10] Red de Educación Popular Entre Mujeres de América Latina y el Caribe, “Educación popular feminista: Metodologías para la transformación social en América Latina,” REPEM, 2024.
- [11] Belloch, C. (s.f). Diseño Instruccional. Unidad de Tecnología Educativa. Universidad de Valencia. Recuperado de: <https://www.uv.es/bellochc/pedagogia/EVA4.pdf>
- [12] UNESCO, Education for Sustainable Development: A Roadmap, Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2020.

Capítulo V

Screencasting en la enseñanza universitaria de programación: Percepción estudiantil sobre utilidad y efectividad

Montoto González Adriana¹, Alvarez Navarro Eduardo²,
Chavira Juárez Gabriel³, Nava Díaz Salvador Wilfrido⁴, González Bravo Eder Yahir⁵
Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería Tampico, Centro Universitario
Tampico – Madero, Blvd. Adolfo López Mateos y Av. Universidad s/n, Col.
Universidad Poniente, Tampico, Tamaulipas, C.P. 89336.
amontoto@docentes.uat.edu.mx, ccalvar@docentes.uat.edu.mx,
gchavira@docentes.uat.edu.mx, snava@docentes.uat.edu.mx, ejgonzalez@uat.edu.mx

Resumen. El estudio analiza la percepción de estudiantes de Ingeniería en Sistemas Computacionales respecto al uso de clases grabadas en las asignaturas de Programación Avanzada y Programación Orientada a Objetos. Se utilizó un enfoque metodológico mixto para recopilar datos cuantitativos y cualitativos, mediante encuestas con escala Likert de 5 puntos y preguntas abiertas. El análisis se centró exclusivamente en variables como la satisfacción, efectividad, utilidad percibida, nivel de comprensión y grado de motivación. Los resultados cuantitativos, respaldados por estudios previos [1], [2], reflejaron valoraciones altas (satisfacción: media = 4.35/5; efectividad: 4.10/5), mientras que los datos cualitativos señalaron como principal beneficio la posibilidad de repaso autónomo (72%), en menor medida, los desafíos técnicos (15%), lo que evidencia una percepción positiva hacia esta herramienta educativa. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Kefalas y Stamatopoulou [12], quienes encontraron que el 96% de los estudiantes reportó un impacto positivo en su comprensión de la programación lógica gracias a los screencasts y el 91% destacó una mayor motivación, reforzando así la eficacia de las clases grabadas como recurso de apoyo al aprendizaje.

Palabras Claves: Screencasting, Clases grabadas, Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación (TEP).

Abstract. This study examines the perceptions of Computer Systems Engineering students regarding the use of recorded lectures in Advanced Programming and Object-Oriented Programming courses. A mixed-methods approach was employed to

gather both quantitative and qualitative data using 5-point Likert-scale surveys and open-ended questions. The analysis addressed satisfaction, effectiveness, perceived usefulness, level of understanding, and motivation. Quantitative results, consistent with previous studies [1], [2], indicate high ratings for satisfaction (mean = 4.35/5) and effectiveness (mean = 4.10/5). Qualitative data reveal that the primary benefit is the ability to review content independently (72%), whereas technical challenges are reported less frequently (15%), suggesting an overall positive perception of recorded lectures. These findings are consistent with Kefalas and Stamatopoulou [12], who reported that 96% of students experienced a positive impact on their understanding of logic programming through screencasts, and 91% reported increased motivation. This evidence supports the value of recorded lectures as a learning aid.

Keywords: Screencasting, Recorded classes, Technologies for Empowerment and Participation (TEP).

Introducción

Las grabaciones de clases forman parte de la integración digital, la cual ha tenido un impacto notable en la educación superior. Esta herramienta ha generado un interés significativo tanto en los estudiantes como en los profesores, con resultados positivos” [3] , [4]. El sistema de grabación de pantalla o escritorios de computadoras en asignaturas prácticas o de uso de software especializado en universidades (captura visual) constituye una estrategia multifacética que potencia el aprendizaje estudiantil como resultado de la innovación educativa. En el contexto de desarrollo de videotutoriales educativos, esta herramienta, el screencasting (grabación de pantalla o captura de escritorio), nos indica Penn y Brown [5] combina eficazmente texto, sonido e imágenes al permitir que el docente grabe simultáneamente su pantalla y su explicación auditiva. Esta tecnología ofrece a los estudiantes la oportunidad de volver a observar detenidamente la resolución de problemas y revisar cada paso del proceso las veces que lo necesiten. La creciente disponibilidad de dispositivos electrónicos, junto con el desarrollo de herramientas de captura y transmisión en línea como OBS Studio, ha simplificado significativamente los esquemas de grabación de clases sin requerir una inversión tecnológica sustancial, democratizando así el acceso a recursos educativos multimedia de calidad. Los software de grabación de video y de transmisión en línea ofrecen mejoras en la compresión de videos de alta calidad, lo que nos ofrece archivos más pequeños [6]. Actualmente, estas herramientas brindan a los docentes mayor facilidad para documentar visualmente sus contenidos curriculares, garantizando así su accesibilidad para los estudiantes. Esta evolución tecnológica se ha convertido en un pilar fundamental para la integración efectiva de las grabaciones educativas dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje [3]. Es fundamental porque forma parte de las TEP (TEP Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación). Para Medina Coronado et al. [7] las

grabaciones de clases como parte de las TEP permiten reforzar el aprendizaje autónomo, interacción docente-estudiante, facilitando la inclusión.

Este estudio tiene como objetivo explorar la percepción estudiantil respecto a las clases grabadas en asignaturas de Programación Avanzada y POO, examinando su utilidad percibida, satisfacción y ventajas prácticas. No se contempla la evaluación de métricas de rendimiento académico, estas asignaturas están enfocadas a temas de Programación de elementos visuales en Java, en la cual se imparten temas de programación de eventos, patrones de diseño. En particular, se intenta identificar los beneficios y problemas más importantes que identifican los alumnos en esta cuestión. Los resultados de esta investigación pueden contribuir a una comprensión más profunda del valor y las implicaciones de la grabación de clases. en ingeniería y a establecer buenas prácticas en este proceso de apoyo en la enseñanza.

Figura 1. Factores Claves (Grabación y Publicación) en Proceso del ScreenCasting



Primero tenemos que comprender algunos factores claves que impactan en el proceso de la grabación y publicación de videos, los cuales se observan en la Figura 1. Factores Claves (Grabación y Publicación) en Proceso del ScreenCasting. La calidad y el tiempo de carga del video dependen de los recursos tecnológicos en dispositivo, incluido el microprocesador, la memoria RAM (Random Access Memory, Memoria de Acceso Aleatorio), la GPU (Graphics Processing Unit, Unidad de Procesamiento Gráfico) y el almacenamiento. La conectividad con los servicios de almacenamiento de los videos, específicamente la velocidad de Internet, el ancho de banda, la latencia y el retardo en la carga son aspectos necesarios para que los videos se reproduzcan sin problemas. Por último, la gestión de los videos regula el acceso de los usuarios al contenido grabado mediante permisos y controles de accesibilidad. Estos mecanismos determinan quién puede visualizar el material y bajo qué condiciones, lo que impacta directamente en la percepción de calidad por parte del estudiante.

Una estrategia de enseñanza utilizada en las asignaturas que requieren el

uso de herramientas tecnológicas por algunos profesores es la grabación de la clase, debido a que en algunas ocasiones la dificultad del contenido, es necesario reforzarlo e incluso motivar al estudiante a comprender por sí solo. *Yung* [8] nos explica que los estudiantes prefieren este tipo de estrategias en clases por la facilidad que ofrece para poder observar, adelantar o repetir el contenido según las condiciones de comprensión del tema. En estas situaciones, la grabación de pantalla es una oportunidad de estrategia de enseñanza que se ofrece para fortalecer en mayor medida a los estudiantes en conceptos complicados a su propio ritmo, promoviendo el avance autónomo en entornos avanzados tecnológicos

Estudios de Caso

Para De la Riva Lara et al [9] nos muestran en su estudio, como el uso de videograbaciones influye en la formación docente universitaria, destacaron que estos recursos representan una herramienta clave para mejorar el aprendizaje, especialmente en asignaturas prácticas, debido a su disponibilidad y simplicidad. Observaron que en enfoques interactivos basados en participación activa los videos ayudan a los estudiantes a comprender sus errores y a desarrollar mayor independencia. Por otro lado, en métodos convencionales donde el profesor imparte conocimiento mediante demostraciones, las videograbaciones sirven como un complemento eficaz para reforzar la comprensión del material. Además, facilitan a los docentes proporcionar retroalimentación oportuna, optimizando así el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En su estudio sobre la eficacia de los recursos multimedia en educación superior, Noetel et al. [1] demuestran que la implementación de videos instruccionales mejora significativamente la comprensión conceptual al reducir la carga cognitiva y optimizar los procesos de asimilación de información. Los investigadores destacan particularmente el valor pedagógico de los videos interactivos, señalando que su integración sistemática con otras metodologías didácticas genera efectos sinérgicos que elevan sustancialmente el rendimiento académico

Öncü et al [10] en su estudio denominado “A conceptual framework for panning as a screen recording technique in software education”, demuestran que la incorporación de técnicas avanzadas de grabación de pantalla (como el paneo o panorámica) en videos instruccionales mejora significativamente el aprendizaje al: (1) aumentar la claridad en la presentación de contenidos y (2) reducir la carga cognitiva en los estudiantes. Los autores enfatizan que el diseño de materiales audiovisuales educativos debe optimizarse intencionalmente para favorecer tanto la adquisición como la retención del conocimiento a largo plazo

Escudero Fernández, S. et al [11] en su estudio Screencasts y las TIC para la revisión de prácticas de laboratorio en la Educación Superior, evidencian que la implementación de screencasts como recurso didáctico en el ámbito de la ingeniería —específicamente para el desarrollo de prácticas de laboratorio— no solo optimiza el aprendizaje de software, sino que también impacta positivamente en

otras áreas disciplinares.

Rodríguez et al [2] en su investigación sobre el uso de videotutoriales en educación superior, evidencian que estos recursos no solo optimizan los procesos de aprendizaje académico, sino que además facilitan la transferencia efectiva de conocimientos a contextos reales.

Para Kefalas & Stamatopoulou [12] evidencian que los screencasting mejoran la resolución de problemas en programación lógica (Prolog), permitiendo a los estudiantes observar procesos de pensamiento no lineales mediante videos interactivos. El 96% reportó mayor comprensión al repasar ejercicios paso a paso, mientras que el 91% destacó su motivación gracias a la simulación de tutorías personalizadas. La metodología es especialmente útil para temas abstractos (ej. recursión), acortando la brecha teoría-práctica. Los autores recomiendan videos cortos (5-6 min) y pedagógicamente estructurados para maximizar su impacto.

Hacia Nuestro Trabajo

Figura 2. Factores clave del uso de videograbaciones en la Enseñanza



Todos estos hallazgos sustentan los factores clave representados en la Figura 2. Factores clave del uso de videograbaciones en la Enseñanza, el esquema conceptual, muestra los factores que se expresan en los casos de uso del screen recording.

En nuestro contexto, la integración de videograbaciones en la enseñanza de la asignatura de Programación Avanzada y Programación Orientado a Objetos, la videograbación o screenrecording representa una herramienta para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Aplicaciones como OBS Studio nos permiten la captura eficiente de clases, mientras que la plataforma Microsoft Stream nos brinda poder distribuir el material proporcionando acceso flexible a los contenidos. Microsoft Stream, en particular, permite la publicación segura de videos dentro del ecosistema de Microsoft 365, brindando a los estudiantes la posibilidad de acceder a las grabaciones directamente desde Microsoft Teams. Esta integración fomenta una comunicación más efectiva entre docentes y alumnos, permitiendo compartir material de manera estructurada y organizada. A diferencia

de estudios previos centrados en la autoevaluación docente, esta investigación prioriza la percepción del estudiante y su interacción con los recursos digitales. Gracias a dispositivos móviles y computadoras personales, los alumnos pueden revisar las grabaciones en cualquier momento, reforzando su comprensión de los conceptos de programación y su aplicación en la resolución de problemas algorítmicos, brindando la oportunidad de observar en detalle la construcción de código, analizar la depuración de errores y comprender la lógica detrás de los algoritmos presentados por el docente.

Metodología

Este estudio adopta un diseño descriptivo con enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para triangular datos y enriquecer el análisis: mientras las encuestas cuantitativas midieron percepciones estandarizadas y por un lado las respuestas cualitativas profundizaron en experiencias individuales. Esta combinación permite validar resultados numéricos con narrativas concretas. La investigación se centra en evaluar el impacto de este recurso en tres dimensiones clave: satisfacción estudiantil, facilidad de aprendizaje y efectividad educativa. Para contrastar estas dimensiones, se plantearon dos hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Las clases grabadas no contribuyen significativamente a la satisfacción, efectividad o comprensión de los temas.

Hipótesis alternativa (H_1): Las clases grabadas influyen positivamente en la percepción y comprensión estudiantil.

Instrumentación y Análisis

- Enfoque cuantitativo: Se aplicó una encuesta con escala Likert (1-5) para medir 7 variables (**Tabla 1**), incluyendo satisfacción, utilidad percibida y efectividad.
- Enfoque cualitativo: Se incorporaron preguntas abiertas para explorar beneficios y desafíos (Tabla 2), enriqueciendo los datos numéricos con perspectivas contextuales.

Modelo Conceptual

Para analizar las relaciones entre los constructos clave, se desarrolló un modelo conceptual que articula variables independientes, mediadoras y dependientes en el contexto del aprendizaje mediante clases grabadas. El modelo, representado gráficamente en la Figura 3. Modelo Conceptual de las Variables , se estructura de la siguiente manera:

Variables independientes (Facilidad del aprendizaje, Utilidad percibida). Variables mediadoras (Claridad en la explicación). Satisfacción con el aprendizaje (Motivaciones intrínsecas. Variable dependiente (Percepción del aprendizaje).

Este marco teórico proporciona una base estructural para examinar cómo las

variables independientes filtradas a través de los factores mediadores inciden finalmente en la percepción global del aprendizaje.

Figura 3. Modelo Conceptual de las Variables



La figura no solo ilustra estas relaciones, sino que sustenta empíricamente el análisis de los datos al establecer conexiones causales hipotéticas entre los constructos.

Desarrollamos un modelo conceptual en la cual establecemos la relación entre las variables que se analizarán. En este caso, se consideran variables independientes, mediadoras y dependientes que influyen en la percepción del aprendizaje a partir del uso de clases grabadas. Variables independientes (Facilidad del Aprendizaje y Utilidad Percibida). Variables mediadoras (Claridad en la Explicación, Satisfacción con el Aprendizaje y Motivaciones Intrínsecas). Variable dependiente (Percepción en el Aprendizaje). Este modelo se puede observar en la figura anterior. Modelo de Variables permite comprender cómo influyen las distintas variables en la percepción del aprendizaje de los estudiantes, proporcionando una base teórica para el análisis de los datos recopilados.

Población y Muestra

Dado que se evaluó a toda la población identificada, no se realizó un muestreo, ya que el estudio abarcó a la totalidad de los participantes en el contexto de la investigación. La muestra incluyó 110 estudiantes de tercer y cuarto año (periodos 2023-2024) de las asignaturas de Programación Orientada a Objetos y Programación Avanzada, con una distribución de 86.36% hombres y 13.64% mujeres. El 75% reportó experiencia previa en programación, lo que permitió controlar parcialmente la heterogeneidad en habilidades técnicas.

Proceso de Investigación

El estudio adoptó un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cuali-

tativos para analizar el impacto de las clases grabadas en el aprendizaje de los estudiantes. Para ello, se utilizó una encuesta como herramienta principal de recolección de datos, permitiendo evaluar el modelo de variables propuesto.

El instrumento utilizado fue un cuestionario en línea con 15 preguntas (10 cerradas en escala Likert de 5 puntos y 5 abiertas). Fue validado mediante pilotaje con estudiantes de un semestre mayor que ya habían cursado estas asignaturas como una muestra independiente ($n=25$; 22.7% de la muestra final), mostrando adecuada consistencia interna ($\alpha=0.89$) y validez de contenido ($IVC \geq 0.80$ por ítem). Tres ítems fueron reformulados para mejorar su claridad. Las preguntas cerradas evaluaron las variables de la Tabla 1, mientras que las abiertas exploraron experiencias subjetivas observe la Tabla 2.

Proceso Cuantitativo

Se aplicaron encuestas con preguntas cerradas para evaluar las opiniones de los estudiantes, basadas en la Tabla 1. Se emplearon métodos estadísticos descriptivos e inferenciales para examinar los datos y descubrir patrones y conexiones entre las variables.

Tabla 1. Variables y Descripción de las Variables Cuantitativas

Variable	¿Qué representa?
Satisfacción con el aprendizaje	Nivel de satisfacción de los estudiantes con el uso de clases grabadas.
Cumplimiento de objetivos	Evaluación de si las grabaciones ayudan a cumplir los objetivos de la asignatura.
Facilidad del aprendizaje	Percepción sobre si las grabaciones facilitan el aprendizaje.
Efectividad del aprendizaje	Impacto de las grabaciones en la efectividad del aprendizaje.
Utilidad de las grabaciones	Valor percibido de las grabaciones como recurso educativo.
Contribución a la adquisición de conocimientos	Evaluación del papel de las grabaciones en la adquisición de conocimientos.
Ayuda para despejar dudas	Uso de las grabaciones para aclarar dudas sobre los temas impartidos.

Proceso Cualitativo

Para esto se incluyeron preguntas abiertas para explorar y evaluar las variables de la Tabla 2. Esto nos permitió complementar el análisis más profundo de la experiencia estudiantil.

Tabla 2. Variables y Descripción de las Variables Cualitativas

Variable	¿Qué representa?
Utilidad percibida de las grabaciones de clase	Evaluación de cómo los estudiantes perciben la utilidad de las grabaciones para su aprendizaje.
Motivación para participar	Impacto de las grabaciones en la motivación de los estudiantes para participar activamente en las clases.
Aspectos más útiles de las grabaciones	Identificación de los elementos específicos de las grabaciones que los estudiantes encuentran más útiles.
Efectividad del aprendizaje	Recomendaciones de los estudiantes para mejorar la calidad y efectividad de las grabaciones.
Desafíos encontrados	Dificultades técnicas u otras que los estudiantes han enfrentado al usar las grabaciones.
Integración en el proceso de enseñanza-aprendizaje	Propuestas de los estudiantes sobre cómo integrar mejor las grabaciones en el proceso educativo.

Resultados

El grupo de análisis estuvo conformado por 110 estudiantes, de los cuales 95 eran hombres (86.36%) y 15 mujeres (13.64%), todos ellos cursando las asignaturas de Programación Orientada a Objetos y Programación Avanzada en los periodos académicos 2023-1, 2023-3, 2024-1 y 2024-3, el cual nos ofreció la Tabla 3 que nos representa un análisis estadístico descriptivo de cómo los estudiantes perciben distintos aspectos del uso de clases grabadas como recurso educativo.

Tabla 3. Estadística de las Variables Cuantitativas

Variable	Media	Mediana	Varianza	Desviacion Est.
Satisfacción con el aprendizaje	4.35	4.00	1.15	1.07
Cumplimiento de objetivos	4.20	4.00	1.10	1.05
Facilidad del aprendizaje	4.30	4.00	1.20	1.10
Efectividad del aprendizaje	4.10	4.00	1.28	1.13
Utilidad de las grabaciones	4.25	4.00	1.18	1.09
Contribución a la adquisición de conocimientos	4.15	4.00	1.12	1.06
Ayuda para despejar dudas	4.40	4.00	1.05	1.02

Los resultados obtenidos en la Tabla 3. Estadística de las Variables Cuantitativas nos muestra que los estudiantes tienen en general una percepción positiva sobre el uso de grabaciones de las clases. Las medias y medianas de las variables analizadas se encuentran cercanas a los valores más altos de la escala de Likert, lo que indica un nivel significativo de aceptación. Destaca la afirmación sobre la facilidad del aprendizaje gracias a las grabaciones, con una media de 4.30, lo cual refleja que esta herramienta es vista como un apoyo valioso. Este patrón positivo se repite en variables asociadas a la utilidad percibida y a la claridad en la explicación de los contenidos. La satisfacción con el aprendizaje también es alta, con una media de 4.35 y una mediana de 4.00. Sin embargo, la varianza de 1.15 y la desviación estándar de 1.07 muestran una dispersión moderada, indicando que no todos los estudiantes experimentan el mismo nivel de beneficios.

El análisis de correlación nos muestra que tenemos asociaciones positivas entre todas las variables. Las relaciones con mayor fuerza se identificaron entre la efectividad del aprendizaje y la ayuda para despejar dudas ($r = 0.86$), la utilidad de las grabaciones y la contribución a la adquisición de conocimientos ($r = 0.81$), así como entre la efectividad del aprendizaje y la utilidad de las grabaciones ($r = 0.80$). Otras correlaciones destacadas incluyen la facilidad del aprendizaje con la utilidad de las grabaciones ($r = 0.76$), la facilidad del aprendizaje con la contribución a la adquisición de conocimientos ($r = 0.74$), y el cumplimiento de objetivos con la facilidad del aprendizaje ($r = 0.75$). Todas las correlaciones obtenidas superan un coeficiente de 0.64, lo que indica un grado moderado a alto de asociación entre los factores evaluados.

Los resultados cualitativos obtenidos de la encuesta nos permiten observar en mayor profundidad la percepción de los estudiantes sobre el uso de las clases grabadas observe la **Tabla 4**.

Tabla 4. Resultados cualitativos agrupados por variables y categorías emergentes

Variable	Categoría	%	Descripción
Utilidad percibida de las grabaciones de clase	Revisión autónoma para reforzar conceptos	72	Repasar contenidos difíciles a su ritmo.
	Resolución de dudas sin intervención directa del docente	58	Aclarar dudas sin necesidad de interacción inmediata.
Motivación para participar	Mayor disposición a involucrarse en el aprendizaje	41	Motivados al disponer de este recurso.
Utilidad percibida de las grabaciones de clase	Revisión autónoma para reforzar conceptos	72	Repasar temas difíciles a su ritmo.
Aspectos más útiles de las grabaciones	Accesibilidad y flexibilidad en el acceso	46	Usar diferentes dispositivos y en cualquier momento fue valorado como muy útil.
Efectividad del aprendizaje	Claridad para comprender la construcción de código	37	Comprensión de la lógica de programación y depuración de errores.
Desafíos encontrados	Problemas técnicos (audio, duración extensa, conexión)	15	Pocas dificultades afectan la experiencia de visualización.
Integración en el proceso de enseñanza-aprendizaje	Sugerencias de mejora en la estructura y uso de los videos	32	Mejorar la organización de los videos

Conclusiones y Futuros Trabajos

Los resultados validan la hipótesis H_1 , mostrando un impacto positivo de las grabaciones en efectividad, comprensión y satisfacción (medias ≥ 4.10). Si bien estos hallazgos coinciden con estudios previos sobre reducción de carga cognitiva [1], la menor efectividad percibida sugiere un efecto moderador de la complejidad temática [2]. La variabilidad en los datos (Desviación Estándar: 1.02–1.13) apunta a diferencias individuales no capturadas, destacando la necesidad de futuras investigaciones que vinculen el uso de grabaciones con estilos de aprendizaje.

Este trabajo nos ofrece una pauta para establecer recomendaciones o pautas de buenas prácticas para desarrollar videograbaciones.

- Mejorar la calidad técnica de las grabaciones, especialmente en el audio, para evitar interrupciones en la experiencia de aprendizaje.
- Estructurar los videos en segmentos breves y temáticos, lo que facilitaría la navegación y comprensión de contenidos complejos, como los patrones de diseño.
- Incorporar marcadores temporales o índices de contenido para mejorar la accesibilidad.
- Fomentar el uso activo del recurso, mediante guías de estudio o tareas vinculadas a las grabaciones.
- Solicitar retroalimentación periódica a los estudiantes sobre la utilidad de las grabaciones y ajustar su implementación.

A pesar de los beneficios observados, la dispersión en algunas respuestas sugiere que factores individuales, como los estilos de aprendizaje o el dominio previo de los contenidos, podrían estar modulando la experiencia percibida. Esto representa una oportunidad para futuras investigaciones que aborden el diseño de recursos personalizados, sensibles a la diversidad cognitiva de los estudiantes.

En el siguiente trabajo, profundizaremos en la detección y el análisis de los distintos estilos de aprendizaje estudiantil, dado que las desviaciones estándar actuales indican diferencias en la percepción de beneficios entre los alumnos. Este estudio sentará las bases para un proyecto futuro que integre (grabaciones de clases, identificación de estilos de aprendizaje y mediación mediante modelos de lenguaje (LLMs)), con el fin de desarrollar un marco pedagógico que ofrezca contenidos personalizados y asistencia educativa inteligente.”

Referencias

- [1] M. Noetel, S. Griffith, O. Delaney, T. Sanders, P. Parker, B. del Pozo Cruz y C. Lonsdale, «Video improves learning in higher education,» *A systematic review. Review of Educational Research*, 2021.
- [2] M. S. Rodríguez y A. Platas García, «Uso de videos tutoriales en el proceso de aprendizaje de estudiantes universitarios,» *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 2022.
- [3] E. Nordmann, C. Calder, P. Bishop, A. Irwin y D. Comber, «Turn up, tune in, don't drop out: the relationship between lecture attendance, use of lecture recordings, and achievement at different levels of study,» *Higher Education*, 2018.
- [4] O. Zawacki-Richter y C. Latchem, «Exploring four decades of research in Computers & Education,» *Computers & Education*, 2018.
- [5] S. Penn y N. Brown, «Is screencast feedback better than text feedback for student learning in Higher Education? A systematic review.,» *Ubiquitous Learning: an international journal*, 2020.
- [6] Z. Guanghui, J. Z. L. Yan, H. Haibo, L. Jack y A. Vaneet, «Adaptive Video Streaming with Automatic Quality-of-Experience Optimization,» *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 2023.
- [7] D. Medina Coronado, J. L. Llanos Castilla, . N. J. Ninamango Santos, E. V. Castillo Silva y D. T. Morales Saavedra, «Tecnologías del empoderamiento y la participación en la educación: una revisión sistemática,» *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 15, nº 3, pp. 385-394, 2023.
- [8] K. W. Yung, «Problematising students' preference for video-recorded classes in shadow education,» *Educational Studies*, 2020.
- [9] M. J. De la Riva Lara,, W. F. Flemate Alonso y . L. A. Alquicira Lassard, «Análisis de videgrabaciones para la formación profesional docente universitaria,» *Universidad Pedagógica Nacional*, 2023.
- [10] Semiral Öncü , «A conceptual framework for panning as a screen recording technique in software education: Implications for instructional design in educational videos,» *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 2023.
- [11] S. Escudero Fernández y J. Á. Aranda Domingo, «Screencasts y las TIC para la revisión de prácticas de laboratorio en la Educación Superior,» *ArDIn. Arte, Diseño e Ingeniería*, p. 30, 2022.
- [12] P. Kefalas y J. Stamatopoulou, «Using screencasts to enhance coding skills: The case of logic programming,» *Ubiquitous Learning: An International Journal.*, vol. 13, nº 1, pp. 45-60., 2020.

Capítulo VI

Modelo de enseñanza en la ingeniería basado en proyectos integradores vinculados con la industria

María Claudia Denicia Carral¹, Gustavo Manuel Minquiz Xolo¹,
Ana Luisa Ballinas Hernández¹, Judith Pérez Marcial¹, Héctor Medina Cruz¹

¹ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Campus San José Chiapa,
Calle 2 Sur S/N, Ciudad Modelo. C.P. 75012. San José Chiapa, Puebla, México.
claudia.denicia, gustavo.minquiz, analuisa.ballinas, judith.perez, hector.medinacruz@correo.buap.mx

Resumen. La vinculación entre la industria y la universidad presenta muchos beneficios, pues es una oportunidad de que estudiantes, docentes y empleadores compartan experiencias, además de que los estudiantes pueden adquirir experiencia laboral antes de egresar de una carrera. En este trabajo se presenta un modelo de enseñanza para ingenierías basado en proyectos integradores vinculados con la industria. Además, se ejemplifica a través de un caso de estudio para la Ingeniería en Sistemas y Tecnologías de la Información Industrial de la BUAP. Los resultados obtenidos en cuanto a empleabilidad, la adquisición de competencias técnicas y habilidades blandas demuestra que el modelo funciona adecuadamente. Como trabajo a futuro se propone la realización de pruebas que permitan generalizar los resultados para otras ingenierías.

Palabras clave: Modelo de enseñanza, Educación para la Ingeniería, Proyecto Integrador, Tecnologías de la Información, Vinculación Industrial.

Abstract. Industry–university collaboration provides significant advantages by facilitating the exchange of experiences among students, instructors, and employers, while also allowing students to acquire practical work experience prior to graduation. This study introduces an engineering teaching model grounded in industry-linked integrative projects and demonstrates its application through a case study within BUAP’s Industrial Information Systems and Technologies Engineering program. Findings related to employability, technical competency acquisition, and soft-skill development suggest that the model is effective. Future research will involve further testing to support the generalization of these results to additional engineering programs.

Keywords: Teaching model, Engineering Education, Integrative Project, Information Technologies, Industrial Linkage.

Introducción

Las empresas empiezan a tener un rol importante, al comprender que la vinculación con las universidades conduce a tener ventaja competitiva, más aún cuando los apoyos financieros de los gobiernos para el desarrollo de proyectos tecnológicos son cada vez más comunes en la colaboración industria y universidad hay tres factores fundamentales, mecanismos de gestión, climas de innovación y sistema de recompensas, para así obtener beneficios mutuos en gestión organizativa y cultura innovadora.

Los proyectos integradores en la universidad son actividades en equipo que integran de forma multidisciplinaria conocimientos, habilidades y competencias de un área de conocimiento. En el contexto de las ingenierías estos proyectos deben abordar una problemática real que preferentemente deberá ser planteada por la industria. Este tipo de proyectos impulsa habilidades como el trabajo colaborativo, innovación, investigación y presentación de resultados.

El objetivo de este trabajo es presentar una metodología para el desarrollo de proyectos integradores vinculados con la industria, es decir, que involucren el trabajo colaborativo de varias asignaturas, docentes y estudiantes, para poner en práctica los conocimientos adquiridos en un proyecto conjunto que resuelva una problemática real en la industria. La finalidad es acelerar la adaptación de los egresados al campo laboral y tener un crecimiento compartido empresa – universidad.

Estado del arte

Los estudiantes de universidad requieren de habilidades y experiencias para reducir el tiempo de adaptación al ingresar al campo laboral, investigaciones han encontrado un incremento de probabilidades de empleabilidad debido a que cruzan la frontera de escuela a industria [1]. Así también se ha demostrado que sirve como motivación y compromiso la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la etapa universitaria, debido a que es determinante para completar las diferentes competencias [2]. Se ha identificado que la diferencia cognitiva y la absorción del conocimiento está relacionado en aspectos de intercambio de empleados y la contratación de graduados, pues mejoran la confianza bidireccional en los universitarios [3].

Se ha demostrado que la formación de competencias profesionales necesita el desarrollo de proyectos formativos que integran la academia, entorno laboral y trabajo de investigación direccionados por la dimensión instructiva, educativa y desarrolladora [4]. Otros estudios han utilizado la metodología de Aprendizaje Orientado en Proyectos (AOP), logrando principalmente cuatro categorías a saber: interpersonales, toma de decisiones, pensamiento crítico y habilidades comunica-

tivas, en este estudio se descubrieron habilidades y actitudes desconocidas por los estudiantes [5].

Otra tendencia en países desarrollados como Singapur, Canadá, Gran Bretaña y Estados Unidos están aplicando la metodología Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM) que entre varios aspectos implica crear espacios de creatividad, según el conocimiento que se requiera adquirir, estos contextos propician el desarrollo de habilidades y competencias necesarias para la industria 4.0, y que a su vez crea el efecto del crecimiento económico por el personal calificado en las diversas licenciaturas [6].

El gobierno de Australia implementó un Programa de Innovación de Lugar de Trabajo en la Industria, en el cual los empleadores reconocieron beneficios de tener un involucramiento con las universidades en las ingenierías, como; comprender como trabajar con los estudiantes, tener un reclutamiento prospectivo y oportunidad para influir en las capacidades de los egresados, el trabajar con profesionistas que se encuentran dentro del ámbito industrial, da la oportunidad de ampliar la práctica a través de proyectos, simulaciones y estudios de casos, así el estudiante tiene la oportunidad de reflexionar su aprendizaje [7].

La revisión del desarrollo de proyectos de forma vinculada universidad y empresa, deja preguntas sobre la necesidad del desarrollo de nueva tecnología, investigación aplicada y cuáles deberían de ser los mecanismos de cooperación para la transferencia de conocimiento [8]. Las previas investigaciones muestran las ventajas de desarrollar proyectos vinculados con las industrias, sin embargo, es necesario explorar con más detalle la estructura de las metodologías, basado en lograr objetivos compartidos y un crecimiento bilateral.

Metodología

La metodología del modelo de enseñanza en la ingeniería basado en proyectos integradores vinculados con la industria se compone de cuatro etapas que engloban actividades encaminadas al desarrollo de habilidades y competencias de los estudiantes de ingenierías, que además facilitaran su inserción en un entorno laboral.

La primera etapa es la selección de proyecto en donde se realiza el contacto universidad-industria a través de reuniones o visitas bidireccionales. Las empresas listan un conjunto de problemáticas que pueden ser resueltas por las ingenierías de la universidad, las cuales son revisadas y validadas por un comité universitario. Para seleccionar el proyecto se realiza un análisis de las asignaturas impartidas en cada semestre, y se determina en que semestre pueden realizarse los proyectos de acuerdo con su dificultad y afinidad. Se establece un convenio de colaboración industria-universidad. En la segunda etapa, planeación del proyecto, se especifica la meta a lograr, el alcance, las restricciones, la duración, las fechas de revisiones y avances, así como los entregables de cada materia y los indicadores

de evaluación. Para lograr esta planeación los docentes de las asignaturas que integran el proyecto deben mantener comunicación constante y reuniones con la empresa a la que se le desarrolla el proyecto. La planeación es entregada a los estudiantes al inicio del ciclo escolar, y el proyecto es realizado por equipos de entre a 5 estudiantes durante un semestre.

En la tercera etapa se realiza la ejecución y seguimiento, cada docente de las asignaturas coordina a los estudiantes para lograr los entregables del proyecto, las actividades de la asignatura están encaminadas no solo al aprendizaje de conceptos sino a su aplicación en la resolución de un problema real de la industria, se incentiva el trabajo en equipo, colaborativo y el autoaprendizaje. La empresa mantiene reuniones con los docentes y estudiantes para revisar y validar los avances del proyecto. Esta interacción favorece el aprendizaje y entusiasmo del estudiante.

Finalmente, en la etapa de revisión y validación, se realiza una jornada de presentación de proyectos con las empresas, cada equipo presenta la propuesta para la resolución del problema industrial y los alumnos son evaluados por la industria y por los docentes de sus asignaturas, mientras la industria evalúa que tan bien la propuesta resolverá su problemática, los docentes se encargan de validar que los estudiantes han adquirido los conocimientos y habilidades de su asignatura. Después de la evaluación se realiza una sesión de retroalimentación en la que los estudiantes reflexionan sobre su desempeño y los logros obtenidos.

Caso de estudio

Este modelo se lleva a cabo en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, en la sede San José Chiapa, ubicada en Ciudad Modelo. Esta sede cuenta con 3 ingenierías, la metodología se ha aplicado a la Ingeniería en Sistemas y Tecnologías de la Información Industrial. La ingeniería se cursa en 8 semestres, en cada semestre se cursan de 2 a 3 módulos, cada módulo está integrado por hasta 5 asignaturas relacionadas. El modelo de enseñanza mostrado se aplica a estudiantes a partir del segundo semestre, seleccionando un módulo para la realización del proyecto integrador. Los proyectos continúan hasta el semestre 7.

Para ejemplificar el modelo se tomará como base el segundo semestre en donde los estudiantes cursan el módulo de “Ingeniería de Software II”, que comprende las asignaturas de Ingeniería de Software II, Base de Datos II, Lenguajes de Programación II e Ingeniería y Tecnologías Web. La empresa que colaboró en este proyecto fue “SG Iluminación” dedicada a la venta de productos de iluminación. El proyecto desarrollado fue un sitio de ventas en línea que permita a sus clientes consultar los productos que se ofertan, así como realizar pedidos en línea. Se formaron 6 equipos de 4 a 5 estudiantes y cada equipo desarrollo una propuesta de sitio web.

Planeación, ejecución y seguimiento

El proyecto se planifico identificando las actividades que se realizaran en cada asignatura del módulo y que ayudan a concretar el proyecto. La Tabla 1 muestra las actividades por asignatura del caso de estudio. Las actividades realizadas en conjunto llevan al cumplimiento de la competencia.

Tabla 1. Planificación de actividades.

Asignatura	Actividades	Competencia esperada
Ingeniería de Software II	Seguir un modelo de desarrollo de software Documentar los procesos del modelo de desarrollo	Gestionar los sistemas de información que son utilizados en la industria a través del análisis de sus requerimientos y siguiendo los estándares internacionales que aseguran sistemas eficientes y robustos.
Base de Datos II	Diseño de la base de datos del sitio web Implementación y conexión con el sitio web	
Lenguajes de Programación II	Programación de la lógica del sitio web a través de un	
Ingeniería y Tecnologías Web	Implementación del sitio web a través del modelo Vista-Controlador. Diseño de interfaces	

La Figura 2 es un ejemplo de la planeación de actividades del proyecto que incluye actividades de todas las asignaturas con entregables y la documentación generada siguiendo una metodología de desarrollo de software. En la figura se puede observar los entregables realizados al cliente de la industria, generalmente estas reuniones se realizan de forma virtual, aunque hay empresas que prefieren una interacción presencial con los estudiantes, las reuniones representan una oportunidad para que los estudiantes desarrollen habilidades blandas.

Figura 2. Ejecución de actividades.

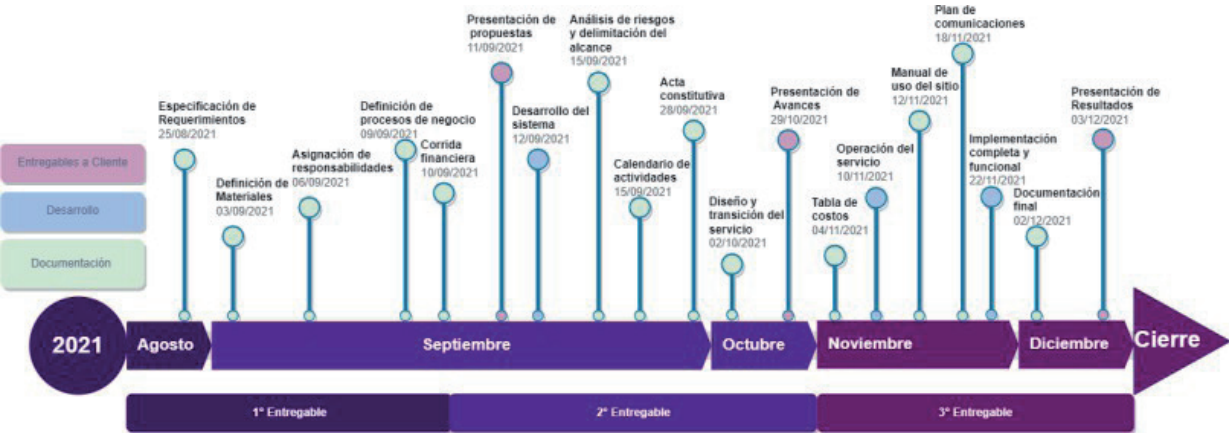
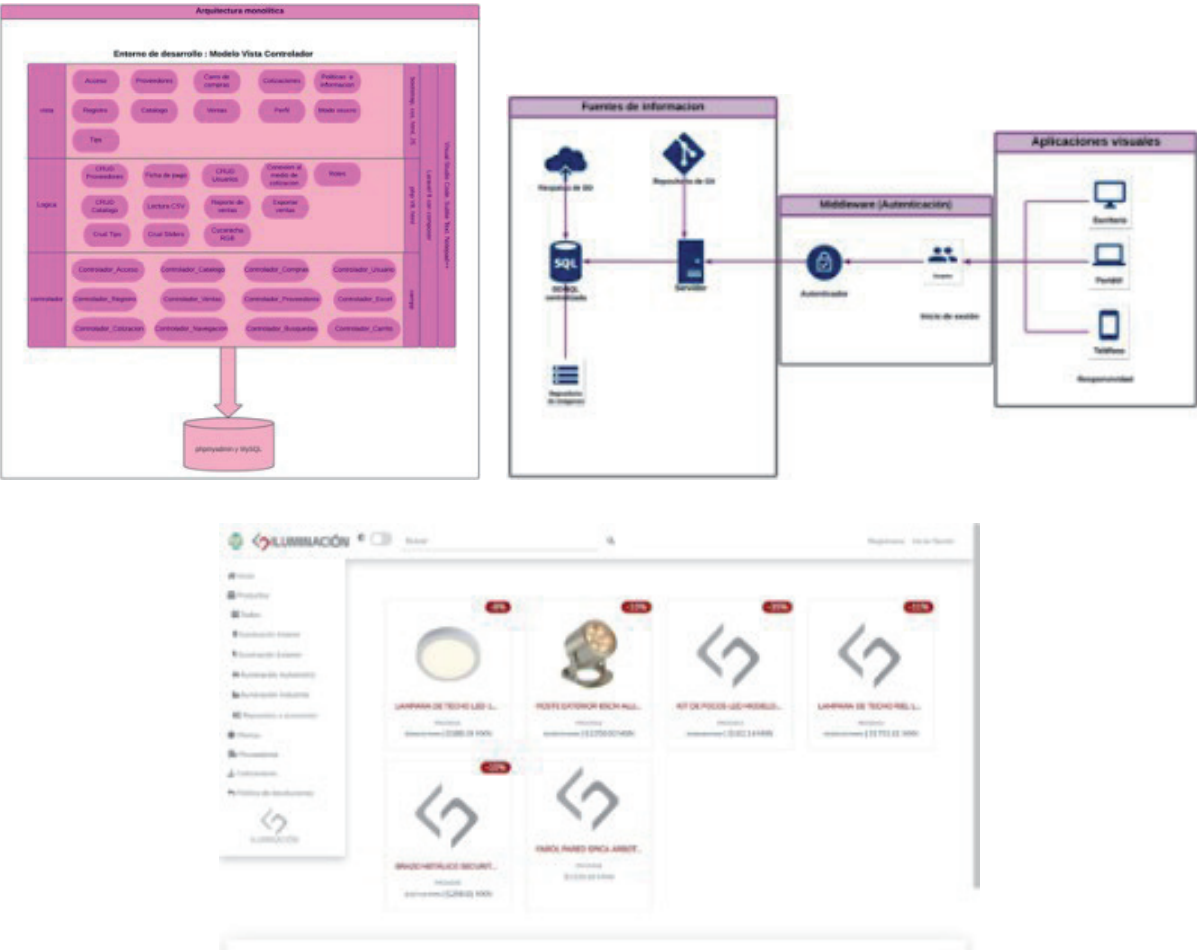


Figura 3. Ejemplo de ejecución de actividades y entregables del proyecto



La Figura 3 es un ejemplo de los entregables realizados por los estudiantes, del lado izquierdo se observa la arquitectura de la aplicación, mientras que del lado

derecho se observa la arquitectura de datos y una vista de un sitio desarrollado por un equipo de estudiantes. Es importante mencionar que para un proyecto se generan diferentes propuestas, de tal forma que la industria tiene la posibilidad de seleccionar la propuesta que mejor resuelva su problemática. Esta situación propicia en los estudiantes una actitud de competencia que los lleva a desarrollar mejores proyectos y a ser autodidactas para proponer las mejores soluciones.

Revisión y validación

En la etapa de revisión los estudiantes cuentan con dos tipos de revisiones: primero se realiza una revisión por parte de los docentes encargados de las asignaturas, en donde se les da indicaciones a los alumnos sobre los aspectos técnicos a mejorar, además se les enseña cómo realizar entrevistas con clientes y a mejorar sus habilidades blandas. La segunda revisión es realizada por la industria en donde un representante observa los avances de los estudiantes y les proporciona retroalimentación desde un punto de vista de un cliente. Finalmente, en la etapa de validación los estudiantes realizan una presentación de los proyectos realizados, en donde la industria, en este caso de estudio “SG Iluminación”, proporciona retroalimentación a los estudiantes, al finalizar dicha presentación los estudiantes mejoran sus proyectos y se procede a la entrega final del proyecto al cliente.

Resultados

La aplicación del modelo de enseñanza propuesto presento algunos retos entre los que destacan la disposición de las industrias y los tiempos de entrega, pues en algunos proyectos la industria requiere las soluciones de inmediato, lo que no es posible pues el desarrollo del proyecto por parte de la universidad involucra el aprendizaje del estudiante. Sin embargo, también observamos ventajas entre ellas se logró un buen trabajo en equipo y colaborativo en los estudiantes, la adquisición de habilidades de programación, bases de datos, y tecnologías web y lenguajes de programación.

Dado que el modelo se lleva a cabo a lo largo de toda la carrera, evaluamos la inserción laboral de los estudiantes egresados bajo este modelo de enseñanza. Se entrevistaron a 52 egresados, de los cuales el 82% indicó que se encontraba laborando, de ellos el tiempo promedio para la obtención de un empleo relacionado con sus estudios fue de 0 a 6 meses (algunos consiguieron empleo antes de egresar), el 65% trabaja en la industria. El rango de salarios que obtienen va de los \$10,000.00 a los \$40,000.00 pesos.

Entre las preguntas se les pidió que indicaran si el modelo basado en proyectos integradores vinculados con la industria les había dado una ventaja en la obtención y en el desempeño de sus actividades laborales, el 74% indico este modelo había sido de utilidad. Además, el 56% indico que las actividades llevadas a cabo en las asignaturas les permitieron desempeñar mejor sus actividades en el campo laboral.

Conclusiones y trabajo a futuro

En este artículo se mostró un modelo de enseñanza basado en proyectos integrados vinculados con la industria para un caso de estudio. Se observó que al finalizar el proyecto los estudiantes adquirieron conocimientos técnicos superiores a cuando las clases se desarrollan con proyectos escolares, los estudiantes mostraron mayor interés en solucionar las problemáticas planteadas por la industria y que resuelven un problema real, además adquirieron un conjunto de habilidades blandas. Dado que este modelo es puesto en marcha en toda la carrera, se realizaron encuestas a egresados en las que se pudo observar un buen grado de aceptación al modelo de estudio. Como trabajo futuro proponemos la utilización de modelos estadísticos que comprueben los resultados observados, además de la construcción de instrumentos que puedan evaluar la utilidad del modelo en otras ingenierías.

Agradecimientos. Agradecemos a los revisores por sus pertinentes comentarios y al Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por el apoyo económico a través del proyecto VIEP 2025 para el desarrollo de esta investigación

Referencias

- [1] M. C. Flynn, H. Pillay, & J. Watters. Industry–school partnerships: boundary crossing to enable school to work transitions. *Journal of Education and Work*, 29(3), 309–331. <https://doi.org/10.1080/13639080.2014.934789>. 2016
- [2] R. Gil-Galván, I. Martín-Espinosa, & F. J. Gil-Galván. University student perceptions of competences acquired through problem-based learning. *Educacion XX1*, 24(1), 271–295. <https://doi.org/10.5944/educXX1.26800>. 2020
- [3] E. de Wit-de Vries, W. A. Dolfsma, H. J. van der Windt, & M.P. Gerkema. Knowledge transfer in university–industry research partnerships: a review. *Journal of Technology Transfer*, 44(4), 1236–1255. <https://doi.org/10.1007/s10961-018-9660-x>. 2019.
- [4] L. A. Alonso Betancourt, J.J. Larrea Plúa, & C.A. Moya Joniaux. Metodología para la formación de competencias profesionales en estudiantes universitarios mediante proyectos formativos. *Transformación*, 16(3), 418–434. 2020.
- [5] M. E. Zepeda Hurtado, E. O. Cardoso Espinosa, & J. A. Cortés Ruiz. El aprendizaje orientado en proyectos para el desarrollo de habilidades blandas en el nivel medio superior del IPN. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 10(19). <https://doi.org/10.23913/ride.v10i19.530>. 2019.
- [6] O. Shatunova, T. Anisimova, F. Sabirova, & O. Kalimullina. Steam as an innovative educational technology. *Journal of Social Studies Education Research*, 10(2), 131–144. 2019.
- [7] S. A. Male, & R. King. Enhancing learning outcomes from industry engagement in Australian engineering education. *Journal of Teaching and Learning for Graduate Employability*, 10(1), 101–117. <https://doi.org/10.21153/jtlge2019vol10no1art792>. 2019.
- [8] C. Mascarenhas, J. J. Ferreira, & C. Marques. University-industry cooperation: A systematic literature review and research agenda. *Science and Public Policy*, 45(5), 708–718. <https://doi.org/10.1093/SCIPOL/SCY003>. 2018.

Sección III

Ingeniería de Software y Experiencia de Usuario (UX)

Capítulo VII

Métricas y atributos de calidad en usabilidad: Una contribución para los currículos y programas de software

Patricia Martínez Moreno¹, José Antonio Vergara Camacho²,
Marco Antonio Ramírez Valencia³, Irwing Alejandro Ibañez Castillo⁴

¹pmartinez@uv.mx, ²jvergara@uv.mx, ³marcoa992009@hotmail.com, ⁴iribanez@uv.mx
^{1,2,3,4} Universidad Veracruzana- Campus Coatzacoalcos, Av. Universidad Veracruzana
km. 7.5, Coatzacoalcos, Veracruz, 96538. México

Resumen. El siguiente documento presenta la evaluación de la usabilidad mediante enunciados sencillos conocidos como métricas de calidad. Para ello, se abordarán las definiciones de conceptos clave, la importancia de la usabilidad en los proyectos de software y la relación entre las métricas de calidad y los atributos y características de usabilidad. Para ello, se investigaron varios documentos centrados en la usabilidad y la forma en que diferentes autores evalúan los productos de software considerando métricas de calidad. Finalmente, se presentan ejemplos de métricas de calidad basadas en atributos y características de usabilidad, según la norma ISO 25000 (SQUARE).

Palabras clave: Usabilidad, métricas, atributos, evaluación, programa de estudios.

Abstract. The following document aims to present the evaluation of usability by means of simple statements known as quality metrics. For this purpose, the definitions of key concepts, the importance of usability within software projects and how quality metrics relate to usability attributes and characteristics will be addressed.

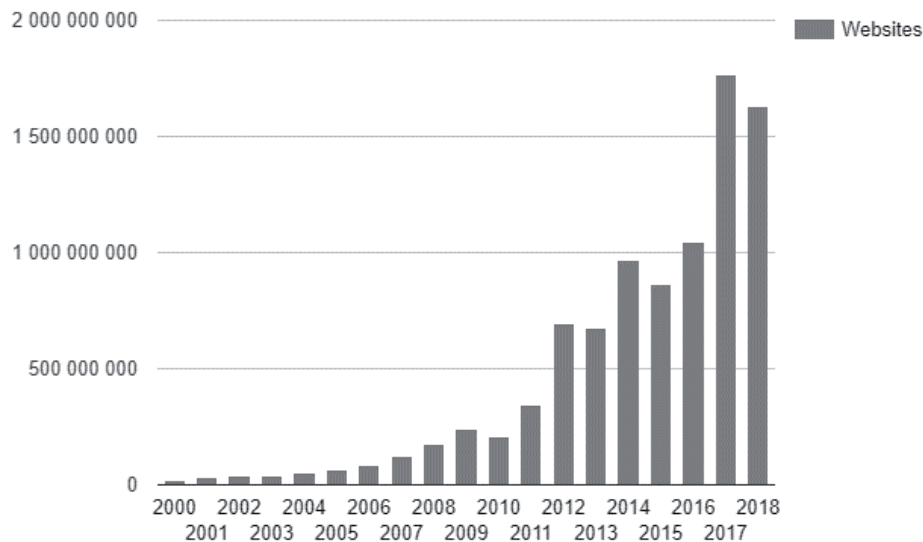
For this purpose, we investigated several documents directly focused on usability and the way in which different authors evaluate software products considering quality metrics. At the end, examples of quality metrics based on attributes and usability characteristics are presented based the ISO ISO 25000 (SQUARE).

Keywords: Usability, metrics, attributes, evaluation, syllabus.

Introducción

La utilización de la usabilidad en el desarrollo de software hoy en día es más que necesario puesto que año con año el dominio de los productos de software va en aumento exponencial, como se puede apreciar en la Figura 1 tan solo la diferencia de las páginas web existentes entre el 2000 y 2018 es abismal.

Figura1. Número total de sitios web del 2000 al 2018 (Perminov & Bakaev, 2019)



La carencia de evaluaciones de usabilidad en los productos de software puede provocar grandes inconvenientes tanto para los usuarios como para la empresa que la desarrolla.

De parte de los clientes, la falta de usabilidad puede provocar que las páginas web sean difíciles de entender y navegar provocando que el usuario promedio busque alternativas más accesibles e intuitivas.

Por parte de los desarrolladores, esto se manifiesta con poca cantidad de usuarios que visitan la página y cambios costosos a largo plazo a la hora de querer corregir los defectos detectados de la página por culpa de poca o nula aplicación de la usabilidad.

Con base en lo anterior, este trabajo muestra la importancia de la Usabilidad haciendo referencia a los estándares de calidad en el desarrollo de software, con la finalidad se incluya en los diversos currículos de los programas de software. La calidad trasciende la mera funcionalidad, abarcando la capacidad de los sistemas para ser efectivos, eficientes y satisfactorios para los usuarios. La usabilidad, definida y enmarcada por las métricas y atributos de calidad internacionales como la familia ISO/IEC 9126 y el modelo de calidad ISO/IEC 25000, emerge como un atributo crucial de la calidad en uso.

En este contexto, la presente investigación documental explora la intrínseca relación entre la usabilidad y los estándares de calidad del software, argumentando su importancia fundamental en la formación de futuros profesionales y, por ende, su necesidad de inclusión explícita en los currículos de los programas de software evaluados por el Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación (CONAIC).

Por lo que en este trabajo se aborda los referentes a las métricas de usabilidad para mostrar la importancia en los currículos de la ingeniería de software.

Usabilidad

Para [1] la usabilidad puede definirse como un grado en el que el software es fácil de usar, y posee tres tributos: es entendible, es aprensible y es operable.

Propone también que una forma de evaluar la usabilidad es cuantificar la facilidad con la que se usa un programa, tomando en cuenta los factores humanos, la estética, la consistencia y la documentación.

Otros autores proponen conceptos más simples como por ejemplo el ser “la cantidad de esfuerzo requerido para usar el sistema” [2] o “la facilidad o dificultad para que el usuario utilice el software” [3].

Y aunque existen múltiples definiciones para referirse a la usabilidad, el pilar fundamental del que diversos autores hacen referencia es la norma.

De entre todas las definiciones existentes, la más conocida es la postulada por la ISO 9126 la cual habla de la usabilidad como “un conjunto de atributos que permiten evaluar el esfuerzo necesario que deberá invertir el usuario para utilizar el sistema” [4]

Características de la usabilidad

Debido a que la mayoría de los autores no exponen la totalidad de las características sino solo por partes, se expondrán las diferentes características de la usabilidad según su aparición dentro de las fuentes consultadas.

Tabla 1. Características de la usabilidad. (Elaboración propia, 2023)

Concepto	Definición
Aprendible	Relativo a la dificultad para aprender a usar la aplicación.
Operable	Enfocado a la operación y control del sistema
Entendible	Enfocado en la dificultad para entender qué es el software, como usarlo y en qué condiciones usarlo
Atractivo	La capacidad con la que el software llama la atención del usuario
Cumplimiento	Facilidad con la que el software cumple con lo estipulado en los tratados, formatos o regulaciones según su uso
Fácil de memorizar	Facilidad con la que un usuario retoma sus trabajos en el sistema después de un periodo largo
Satisfactorio	Que tan agradable es la realización de las tareas según el diseño del sistema
Eficaz	“Exactitud con la que los usuarios alcanzan sus metas especificadas”
Eficiente	“Los recursos gastados con relación a la certeza con la cual los usuarios logran las metas”
De fácil ayuda	“hace referencia a todos aquellos atributos de la aplicación Web que proveen ayuda a los usuarios cuando lo necesitan”
Accesibilidad Técnica	“hace referencia a todos aquellos atributos de la aplicación Web que permiten a los usuarios con discapacidades específicas operar con la aplicación Web.

Métricas de calidad

Primeramente, comenzaremos definiendo lo que es una métrica.

[9] define a las métricas como una escala de medición que se puede definir por uno atributo o más atributos.

También puede ser definida como una medida del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado [10]

Las métricas pueden resumirse como una medida cuya función es evaluar uno o más atributos en un componente o proceso dentro del software.

Por su parte [1] habla de las métricas de calidad como un indicador de la manera en la que el software se ajusta a todos los requisitos del cliente, de manera que el sistema se adapte a los requisitos que el cliente requiere [11]

También puede entenderse como una función de software que transforma los datos de entrada en valores numéricos equivalentes al grado en que un software posee algún atributo de calidad en específico [10].

En general una métrica de calidad puede entenderse como el rango de calidad ideal que se encarga de medir la capacidad con la que el software se ajusta a los requerimientos y necesidades del cliente.

Para entender los tipos de métricas, es necesario entender las bases de es-

tas, [11] habla sobre 6 características que recoge el modelo de calidad que son la funcionalidad, la confiabilidad, la usabilidad, la eficiencia, la mantenibilidad y la portabilidad.

Esto quiere decir que por cada característica existente habrá múltiples métricas que serán aplicadas, además hay que entender que una métrica puede ser de tipo directa aplicando un método de medición objetiva, indirecta aplicando la función de medición o indicadora que emplea un modelo de análisis (Santos et al., 2016).

Como ya se mencionó la pregunta de los tipos de métricas, existen las métricas enfocadas a la usabilidad estas también pueden ser conocidas como métricas de usabilidad, su objetivo es medir atributos y características cuantificables [6].

La siguiente tabla 3 muestra un ejemplo de métrica de calidad por cada atributo de calidad enfocada en la usabilidad.

Tabla 2. Atributos de las características de la usabilidad. (Fernández Adrián, 2009)

Característica	Atributo
Aprendible	Predictibilidad
	Potencialidad
	Retroalimentación informativa
Operable	Compatibilidad
	Gestión de los datos
	Controlabilidad
	Capacidad de adaptación
	Consistencia
	Gestión de errores
Entendible	Legibilidad visual
	Facilidad de lectura
	Familiaridad
	Ahorro de esfuerzo
	Orientación al usuario
Atractivo	Uniformidad con el color de fondo
	Uniformidad de la fuente
	Uniformidad en la posición de las secciones de la interfaz
	Personalización de la estética de las secciones de la interfaz
	Personalización de la estética de la interfaz de usuario
	Grado de interactividad

Característica	Atributo
Cumplimiento	Grado de conformidad a la ISO/IEC 25000 SQuaRE
	Grado de conformidad a “Research-Based Web Desing & Usability Guidelines”
	Grado de conformidad a “Web Style Guide”
	Grado de conformidad a “Microsoft Web Design Style”
	Grado de conformidad a “Sun Guide to Web Style”
Fácil de memorizar	No existen atributos aquí pues esta característica se considera un atributo en cuanto a la operabilidad
Satisfactorio	Satisfacción cognitiva
	Satisfacción emocional
	Satisfacción física
	Confianza
Efectivo	Facilidad de ayuda
	Rendimiento de las tareas de usuario
Eficiente	Eficiencia de las tareas de usuario
	Esfuerzo cognitivo
	Limitaciones del contexto
De fácil ayuda	Compleitud de la ayuda online
	Documentación multi-usuario
	Compleitud del mapa de sitio
	Calidad de los mensajes de asesoramiento
Accesibilidad Técnica	Soporte a la ampliación/reducción del texto.
	Independencia de dispositivos de control
	Soporte a texto alternativo
	Colores seguros
	Grado de conformidad con WCAG

Trabajos relacionados

El estudio desarrollado [13], el cual se basa en la norma ISO/IEC 25000 SQuaRE - System and Software Quality Requirements and Evaluation, centrada en la calidad del producto y del proceso en el desarrollo de software. Esta norma guía el uso de estándares internacionales. Evaluar y mide la calidad del software de acuerdo con especificaciones y directrices utilizando métricas para evaluar la efectividad del software.

En este contexto, se aplica la norma al proceso de evaluación de software, específicamente en la característica de usabilidad, junto con sus sub-características. El análisis se lleva a cabo desde la perspectiva de un usuario final, destacando métricas, parámetros, fórmulas y rangos de valores aceptables asociados con la usabilidad.

La aplicación práctica de la norma revela una estructura detallada y completa para la evaluación de la usabilidad, proporcionando una visión integral de la calidad del software.

Otro estudio [15] que implementa métricas de usabilidad de la tabla 4; el cual se llevó a cabo en la Ciudad de Guayaquil, Ecuador al implementar el Sistema SANAMENTICS, software que gestiona la aplicación de terapias cognitivas para enfermos con pérdida de memoria. El objetivo fue evaluar la usabilidad del software, para ello se creó un modelo de calidad haciendo uso de características, sub características, métricas e indicadores acorde a lo que sugiere la ISO/IEC 25000 SQuARE. Se aplicaron las pruebas por los usuarios técnicos y no técnicos, y como resultado se obtuvo que la herramienta de software cumple muy satisfactoriamente con la característica de usabilidad acorde al estándar ISO 25000.

Importancia de la evaluación

La usabilidad tiene como objetivo facilitar el trabajo al usuario, brindándole también una sensación de comodidad durante todo el tiempo que el software es usado, esto se debe a que el diseño de la usabilidad se centra en el usuario y toda su experiencia dentro del sistema [6].

[7] menciona que la usabilidad “se reconoce como un atributo más de la calidad de software”, pero aun siendo un atributo de la calidad se le presta muy poca atención en el ámbito de la ingeniería de Software.

Al no realizar ningún tipo de evaluación en el contexto de la usabilidad, es imposible conocer con certeza si el software cumple con su propósito cubriendo las necesidades del cliente y adecuándose a su contexto físico, social y organizacional, por lo que no puede predecirse por adelantado el nivel de la usabilidad de un sistema.

También se menciona que al evaluar la usabilidad se debe identificar el desempeño con que el usuario interactuará con el sistema y si se detectaron problemas durante la realización de sus tareas en una situación determinada [8].

Instrumento de metricas de usabilidad

Según [12] las métricas de calidad enfocadas en la usabilidad “son fórmulas matemáticas empleadas que permiten a los especialistas medir el rango de usabilidad que posee un producto de software en valores numéricos”, por lo que deben alinearse con los aspectos que representan las subcaracterísticas estos atributos de calidad (2005).

Solo en el ámbito de la usabilidad [5] (2009) logra identificar aproximadamente 138 métricas enfocadas en las diversas características y atributos (p. 61-71).

Si se desea realizar pruebas de usabilidad efectivas, aplica los siguientes pasos:

1. Determina qué medirás
2. Identifica el test de usabilidad web
3. Crea un escenario con descripción, escala (porcentaje de éxito) e interpretación
4. Localiza a los participantes
5. Aplica el test
6. Realiza un informe de resultados y conclusiones.

Con base en lo anterior, a continuación, se muestra un ejemplo de Web Usability Evaluation Process [14] basadas en la ISO 25000 (SQUARE). En donde por cada métrica se realiza la descripción de su cuantificación, básicamente una escala y una interpretación del valor.

Por ejemplo, atributo 1.6.4

“Descripción: Nivel de profundidad de la navegación, es decir, el número de pasos de navegación que el usuario necesita para acceder a cualquier contenido o funcionalidad de la aplicación Web.

Escala: Entero mayor que 0.

Interpretación: Cuanto más alto es el valor, más difícil le resulta al usuario acceder a la funcionalidad y contenido de la aplicación Web.”

El instrumento completo se puede observar en el blog Usableaccesible [14]

Tabla 4. Estándares formales de usabilidad y su aplicación práctica en una evaluación heurística (Carreras Olga, 2012)

Subcaracterística	Atributo	Significado	Métrica
1. Facilidad de entendimiento <i>Se corresponde con el atributo "Understandability" definido en la ISO 9126-1, el cual ha sido renombrado para ofrecer una definición más precisa</i>	1.1 Legibilidad visual	1.1.1 Adecuación de fuente	Adecuación de la fuente (color, tipo, tamaño) al contexto.
			Tamaños de fuente adecuados a cada contexto
		1.1.2 Adecuación de la visualización textual	La combinación de colores de texto y su fondo no debe impedir su lectura.
			Contraste de color
	1.2 Facilidad de lectura		Número de clusters textuales
			Número de palabras enfatizadas
		1.1.3 Disposición	Posición del texto visible en cualquier situación (evitando scroll horizontal)
			Número de scrolls horizontales
		1.2.1 Agrupación Cohesiva de la Información	La información se presenta en grupos con un mismo núcleo temático.
			Proporción de información agrupada por tipo
			Centros de asociación semántica
			Cohesión
			Acoplamiento
		1.2.2 Densidad de información	Cantidad de información necesaria para evitar sobrecarga.
			Número de componentes
			Número de secciones
			Número de palabras
			Núm. de animaciones flash
			Núm. total de controles
			Duración media de clips de audio
			Duración media de clips de video
			Número de páginas
			Núm. de elementos multimedia
			Espacio físico usado
			Número de imágenes

La usabilidad en los programas educativos de Software

A lo contrario que se cree y se considera en muchos de los programas de estudio, uno de los elementos importantes en el desarrollo de software es el diseño de la Interfaz de Usuario (IU), ya que ésta es el medio de comunicación entre los usuarios y el sistema. El diseño de la IU debe considerar aspectos de usabilidad y accesibilidad para facilitar la interacción y brindar una mejor experiencia a los usuarios.

En la asignatura de Diseño de Interfaces de Usuario de la Universidad Veracruzana del programa Ingeniería de Software se busca que los estudiantes adquieran y desarrollen las competencias necesarias para el diseño, prototipado y evaluación de la interfaz siguiendo un Diseño Centrado en el Usuario. El egresado deberá ser capaz de diseñar la interacción entre el usuario y el software como parte del proceso de desarrollo de software de calidad.

Discusión

Este artículo presenta las métricas y estándares de usabilidad y con ello ofrece se muestra diversos beneficios que impactan positivamente tanto al equipo de desarrollo como a los diversos usuarios. Para el caso del equipo de desarrollar, se puede mencionar como beneficio que un software bien diseñado y usable proyecta una imagen profesional y de calidad de la organización: de igual manera si este ofrece una experiencia de usuario superior puede diferenciarse de la competencia y atraer a más usuarios lo que beneficia a cualquier compañía de negocios. Aunque invertir en diseño y usabilidad al principio se genera un gran costo adicional, la realidad que a largo plazo reduce la necesidad de realizar modificaciones costosas y rediseños basados en la retroalimentación negativa de los usuarios, lo anterior de acuerdo con Nielsen Norman Group. En contra parte los beneficios desde a perspectiva de los usuarios, experiencia de usuario satisfactoria lo que involucra minimizar la cantidad de errores al manejar el software, reducir la curva de aprendizaje de este, aplicar la menor carga cognitiva, entre otros.

Conclusiones

La aplicación de la usabilidad en un software permite a los usuarios aprender, entender y usar dicho software de manera eficaz, efectiva y satisfactoriamente y su evaluación permite entender la manera en la que el software es capaz de cubrir todas las necesidades implícitas y explícitas que el cliente tiene, ahorrando en el transcurso tiempo, dinero y esfuerzo.

La usabilidad se compone de alrededor de 10 características que explican la manera en la que un software debe ser aprendible, operable, entendible, fácil de entender, atractivo a la vista, etc.; 45 atributos los cuales refinan aún más las características con temas como la legibilidad visual, la familiaridad, lo fácil de leer, etc. y donde estas se desglosan también en métricas más atómicas más simples como los números de formatos distintos, número de metáforas conocidas o el número de

comandos estandarizados empleados por poner un ejemplo.

Se han explorado la conexión entre la usabilidad y las métricas de calidad, cómo la cuantificación de la experiencia del usuario no es solo una buena práctica, sino un pilar fundamental para el desarrollo y la mejora continua de productos de software. Al integrar métricas objetivas y medibles, podemos trascender la subjetividad inherente a la percepción del usuario, obteniendo una visión clara y accionable sobre el rendimiento de la interfaz y la satisfacción del usuario.

Las métricas pueden resumirse como una medida cuya función es evaluar uno o más atributos en un componente o proceso dentro del software.

En general una métrica de calidad puede entenderse como el rango de calidad ideal que se encarga de medir la capacidad con la que el software se ajusta a los requisitos como necesidades del cliente. Y en este sentido en este trabajo se muestra el uso y aplicación de investigaciones relacionados de la ISO 25000 (SQUARE).

Finalmente, los programas de estudio de Ingeniería de Software deberían tomar de manera seria incluir de manera formal en sus currículas el aprendizaje en el diseño de la interfaz gráfica y la usabilidad porque no es solo una cuestión estética, sino una estrategia fundamental para crear software exitoso que satisfaga las necesidades de los usuarios, optimice los procesos y genere beneficios tangibles en las organizaciones. En el contexto de Coatzacoalcos, Veracruz, México, donde la adopción de tecnología va poco a poco de manera lenta, el egresar profesionales competentes de manera regional que diseñen software con una excelente usabilidad puede marcar una diferencia significativa en la aceptación y el impacto de las soluciones tecnológicas a la vanguardia.

Referencias

- [1] R. S. Pressman, *Ingeniería del software: un enfoque práctico*. McGraw-Hill, 2010.
- [2] N. Perminov y M. Bakaev, "Assessing Quality of Web User Interfaces Using Domain Ontology; Assessing Quality of Web User Interfaces Using Domain Ontology", 2019.
- [3] R. Tadayoni y L. Tolstrup Sorensen, "Metric based efficiency analysis of educational ERP system usability-using fuzzy model; Metric based efficiency analysis of educational ERP system usability-using fuzzy model", 2015, doi: 10.1109/ICIIP.2015.7414801.
- [4] M. Antonieta Abud Figueroa, "Calidad en la Industria del Software. La Norma ISO-9126". [En línea]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos5/>
- [5] Fernández Adrián, "WUEP - Un Proceso de Evaluación de Usabilidad Web", 2009.
- [6] D. Lilliam, P. Cancio, I. Mercedes, y M. Bergues, "Usabilidad de los sitios Web, los métodos y las técnicas para la evaluación Usability of Web sites, methods and evaluation techniques", 2013. [En línea]. Available: <http://scielo.sld.cu>
- [7] X. Ferré, "Marco de Integración de la Usabilidad en el Proceso de Desarrollo de Software", 2005.
- [8] S. M. Roa-Martínez y S. A. B. G. Vidotti, "Eye tracking and usability in digital informational environments: Theoretical review and evaluation procedure proposal", *Transinformacao*, vol. 32, 2020, doi: 10.1590/1678-9865202032e190067.
- [9] C. Santos, T. Novais, M. Ferreira, C. Albuquerque, I. H. de Farias, y A. P. C. Furtado, "Metrics focused on usability ISO 9126 based", en *Iberian Conference on Information Systems and Technologies*, CISTI, jul. 2016, vol. 2016-July. doi: 10.1109/CISTI.2016.7521437.
- [10] "IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology", 1990.
- [11] Y. L. Perdomo, E. Góngora Rodríguez, y A. Febles Estrada, "Aplicando métricas de calidad a proyectos y procesos durante las pruebas exploratorias Quality metrics applied to projects and processes during exploratory testing", *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 7, núm. 2, 2013, [En línea]. Available: <http://rcci.uci.cu>
- [12] F. Paz, E. Diaz, F. A. Paz, y A. Moquillaza, "Application of the usability metrics of the ISO 9126 standard in the E-commerce domain: A case study", en *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2019, vol. 903, pp. 352–356. doi: 10.1007/978-3-030-11051-2_54
- [13] Lisa-Urquizo Barraza a, Enrique-Cuan Durón b, Diego-Urbe Agundis c, Estefanía-Cerrillo Andrade (2024). Evaluación de Recursos Digitales bajo la norma ISO/IEC 25000. Revista Aristas, ciencia básica y aplicada. ISSN: 2007- 9478
- [14] Carreras Montoto, Olga (2012). Estándares formales de usabilidad y su aplicación práctica en una evaluación heurística. Blog UsableAccesible.
- [15] Naranjo Sánchez Bertha, María José Tinoco Arichavala, Daniel Enrique Vega Bravo (2020). Análisis de la usabilidad del sistema web de terapias cognitivas sanamentics. Boletín Redipe. ISSN-e 2256-1536, Vol. 9, N°. 5, 2020 págs. 175-187

Capítulo VIII

Reingeniería en la base de datos y rediseño de Fisiolntranet para la Clínica Integral BUAP

Database reengineering and redesign of Fisiolntranet for the BUAP Comprehensive Clinic
Angélica Cortés Vivar, Selene Mena Mena, María del Carmen Santiago Díaz,
Ana Claudia Zenteno Vázquez, Gustavo Trinidad Rubín Linares
Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Av. San Claudio y 14 Sur, Cdad. Universitaria. C.P. 72592. Puebla, México.
angelica.cortes, selene.menam@alumno.buap.mx,
marycarmen.santiago, ana.zenteno, gustavo.rubin@correo.buap.mx.

Resumen. El presente artículo, detalla la implementación de la reingeniería y el desarrollo de nuevos módulos a la plataforma Fisiolntranet, utilizada por la Clínica Escuela Integral de Fisioterapia BUAP (CEIFB). Se aplicó la metodología XP para frontend y backend. La reingeniería consistió en el análisis y reestructuración de la base de datos. Entre las novedades y mejoras tenemos el diseño de la una interfaz interactiva, la integración de un módulo que permite la creación de un estudio socioeconómico, así como la incorporación de mecanismos de gestión de imágenes como rayos X y un mecanismo para identificación de archivos utilizando Hash. Los resultados obtenidos hasta el momento permiten una mejora en el uso del sistema que evita errores hasta en un 90%.

Palabras clave: Metodología XP, Reingeniería y Bases de Datos, Plataforma de Salud, UX.

Abstract. This article details the implementation of reengineering and the development of new modules for the Fisiolntranet platform used by the BUAP Comprehensive School of Physiotherapy Clinic (CEIFB). The XP methodology was applied to the frontend and backend. The reengineering consisted of the analysis and restructuring of the database. New features and improvements include the design of an interactive interface, the integration of a module that allows the creation of a socioeconomic study, and the incorporation of image management mechanisms such as X-rays and a file identification mechanism using Hash. The results obtained to date have improved system usability, preventing errors by up to 90%.

Keywords: XP Methodology, Reengineering and Databases, Health Platform, UX.

Introducción

Actualmente, la facultad de Medicina de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla cuenta con diferentes servicios médicos a disposición del público en general. Uno de ellos es la Clínica Escuela Integral de Fisioterapia BUAP (CEIFB).

Como parte de la agilización de la información, en 2020 se implementó una aplicación web para llevar el control de la clínica, llamada Fisiolntranet [1], en donde se lleva el control de pacientes.

A lo largo de su uso, se han identificado áreas de oportunidad derivadas de las necesidades crecientes de la clínica. Entre éstas, se propone un rediseño de la interfaz de la aplicación para hacerla más dinámica, intuitiva y eficiente. Asimismo, se detectó la ausencia de un espacio adecuado para almacenar imágenes clínicas de los pacientes, lo cual dificultaba su seguimiento. Como solución, se decidió crear un módulo específico para la carga, almacenamiento y consulta segura de imágenes médicas. Otro aspecto identificado fue el proceso de asignación de costos para las consultas y tratamientos, el cual se basa en un estudio socioeconómico realizado, por el momento manualmente por el personal encargado. Este proceso resulta lento y propenso a errores que pueden afectar negativamente, la economía del paciente. Por ello, se plantea desarrollar un módulo que automatice el cálculo del puntaje y el costo correspondiente. Y con el objetivo de reducir el uso de papel y mejorar el proceso de consentimiento informado, se propuso la implementación de un módulo de firma digital para pacientes. Éstas y otras problemáticas motivaron un análisis exhaustivo de la plataforma *Fisiolntranet*, cuyo objetivo es mejorar el manejo de la información clínica y facilitar su uso por parte de los distintos usuarios. Además, se evaluó la usabilidad del sistema con la escala SUS para garantizar una óptima UX, documentando la implementación real del rediseño y reingeniería de Fisiolntranet. Las estrategias aplicadas se detallan a continuación.

Estado del Arte

El rediseño de sistemas web institucionales ha sido abordada en diversos contextos educativos y clínicos. Un sistema de información integra personas, tecnología y recursos de datos que reúne, transforma y disemina información en una organización [2]. Enseguida presentamos una revisión del estado del arte de esto.

Un caso relevante en el ámbito educativo es la Facultad de Tecnología de la Salud, ubicada en la Habana, Cuba, dispone de una BD para el tratamiento de la información referente a los estudiantes matriculados en la propia facultad, por lo que se desarrolló el Sistema de Información en Salud (SISalud). La BD fue rediseñada desde el enfoque del modelo entidad-interrelación. Mediante esta metodología se aplicaron tres etapas fundamentales diseño conceptual, diseño lógico y diseño físico.

SISalud opera sobre la red Infomed, permitiendo el registro y gestión de datos desde las Unidades de Salud hasta el nivel central, facilitando la toma de decisiones a todos los niveles. Similar al trabajo que se abordará en el presente trabajo [3][4].

En el ámbito clínico, Doctolib fundada en 2013, permite a los pacientes buscar médicos y especialistas cercanos, ofrece la posibilidad de reservar consultas directamente a través de Internet. El acceso a la plataforma tiene un costo, los usuarios pueden encontrar fácilmente un facultativo cerca de ellos gracias a una interfaz intuitiva [5].

El análisis de estas plataformas representa la importancia del rediseño, las mejoras en las bases de datos y las funcionalidades centradas en el usuario para optimizar la gestión clínica, mejorando la experiencia del paciente.

Metodología

La planificación del rediseño del sistema se realizó con base a la metodología XP (Extreme Programming) [6]. Al aplicar ésta, se desarrolla en ciclos de 15 días divididos en dos fases: la primera semana se implementaron los cambios determinados en el código mientras que la segunda se realizaron pruebas, se preparó la entrega de los archivos modificados.

El proceso de planificación para el desarrollo de los diferentes módulos se realizó a través de la implementación de un diagrama de Gantt para cada uno de los módulos, lo que permitió organizar de forma clara y estructurada las tareas en función del módulo correspondiente.

La implementación de la metodología XP permite una adaptación rápida a los cambios, retroalimentación constante y una mejora, esto garantiza un código de calidad. Mediante la entrega incremental se trabajan diferentes modificaciones, concluyendo cada una antes de pasar a la siguiente [7].

Para evaluar la usabilidad del sistema Fisiotranet tras su rediseño, se aplicó la escala System Usability Scale (SUS), un cuestionario estandarizado compuesto por 10 ítems con formato de respuesta tipo Likert.

Reingeniería del Sistema con principios de HCI

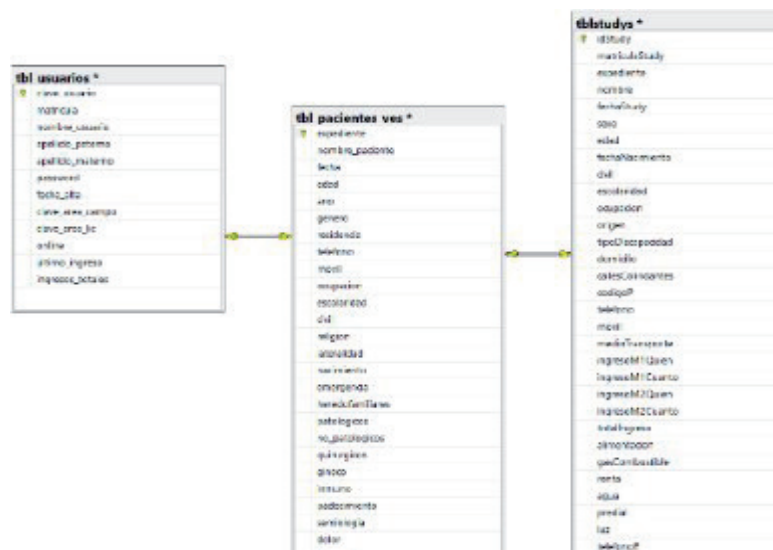
En el proceso de rediseño del sistema, se aplicaron principios de HCI (Interacción Humano-Computadora) para enfocarse en la experiencia del usuario (UX), que abarca la navegación, la apariencia visual, la facilidad de uso y la satisfacción del usuario [8]. Se identificaron las necesidades específicas dentro de la clínica y, apoyados en investigaciones previas sobre diseño de interfaces médicas y bases de datos, se desarrolló un rediseño que mejoró la navegación, incorporó colores institucionales, optimizó la base de datos y priorizó un diseño responsivo.

Estudio socioeconómico

La implementación de este módulo nos exigió un análisis sobre el instrumento para recuperación de información socio-económica, recuperar mecanismos de

cálculos y elementos a considerar dentro de éstos. Debido a que el instrumento era muy grande y su forma de presentación era engorrosa, se realizó un análisis y se reorganizaron los elementos que lo componen para presentarse de acuerdo con su frecuencia en la que suceden. Así mismo, se implementaron las validaciones pertinentes en el ingreso de datos para evitar datos basura. Esto además nos requirió una modificación del CRUD con los permisos correspondientes. Obviamente, si hablamos de datos, la base de datos sufrió un rediseño con dos nuevas tablas normalizadas, junto con cada una de sus relaciones (véase Figura 1).

Figura 1. Modelo relacional del estudio socioeconómico en la base de datos.



Firma digital

Figura 4. Cuadro comparativo de herramientas para captura de firmas digitales.

Herramienta	Descripción	Ventajas	Limitaciones
Canva (JavaScript)	Permite crear gráficos y diseños en 28 categorías de un kit de 100, usando un editor intuitivo que crea diseños.	- Compatible con navegadores modernos. - No requiere instalación de dependencias externas. - Soporta exportar, guardar y compartir.	No es mejor opción debido a su limitación de compatibilidad con navegadores antiguos (por ejemplo, Internet Explorer).
Signature Pad (JS)	Librería JavaScript ligera y sencilla que permite en la captura de firmas digitales.	- Soporta dispositivos táctiles y mouse. - Exportación de firmas en formato PNG o SVG.	Requiere adaptarse para exportar y personalizar el formato HTML.
SVG (Scalable Vector Graphics)	Tecnología de gráficos vectoriales basados en XML.	- Permite crear gráficos escalables. - Compatible con navegadores modernos.	Requiere conocimientos que permitan personalizar los efectos con CSS.
Touch Events API	API nativa de JavaScript para manejar eventos de entrada de dispositivos táctiles y pantallas físicas.	- Permite crear eventos de interacción. - Compatible con Canvas. - Ligero y flexible.	No funciona en navegadores antiguos.

La firma digital como un sello de autenticación electrónica asegura la integridad y autenticidad de un documento o mensaje digital. En el proyecto, ésta permite que los pacientes firmen un acta de consentimiento antes de recibir cualquier tratamiento. Para su implementación, se evaluaron diferentes herramientas (Figura4) y se analizaron cada una de las opciones, tomando en cuenta criterios como su compatibilidad, flexibilidad, facilidad de integración y rendimiento [9][10][11][12].

El cuadro comparativo nos ayudó a identificar factores clave como compatibilidad multiplataforma, personalización, interoperabilidad con otros sistemas y autonomía frente al backend. La librería Canvas en JavaScript fue la mejor opción, ya que además de cumplir con estos requisitos, nos permitió desarrollar un módulo para almacenar de forma segura, mediante un algoritmo hash, la dirección de cada PDF generado con la firma de consentimiento del tratamiento.

Módulo de Rayos X

Se implementó un módulo destinado a la gestión de tomografías de los pacientes, permitiendo subir, eliminar y visualizar estas imágenes. El proceso incluyó el desarrollo de nuevos controladores, experiencia de usuario (UX), se programó la lógica del sistema. Estableciendo un límite de tamaño de 5000 KB por archivo, en cumplimiento con las restricciones definidas por DCyTIC (Dirección General de Cómputo y Tecnologías de la Información y Comunicaciones, BUAP) debido a la cantidad de archivos por hospedar.

Esto provocó la reestructuración de la base de datos mediante nuevas tablas para almacenar las direcciones de las imágenes en formato hash (como se describe en el tema anterior).

Resultados

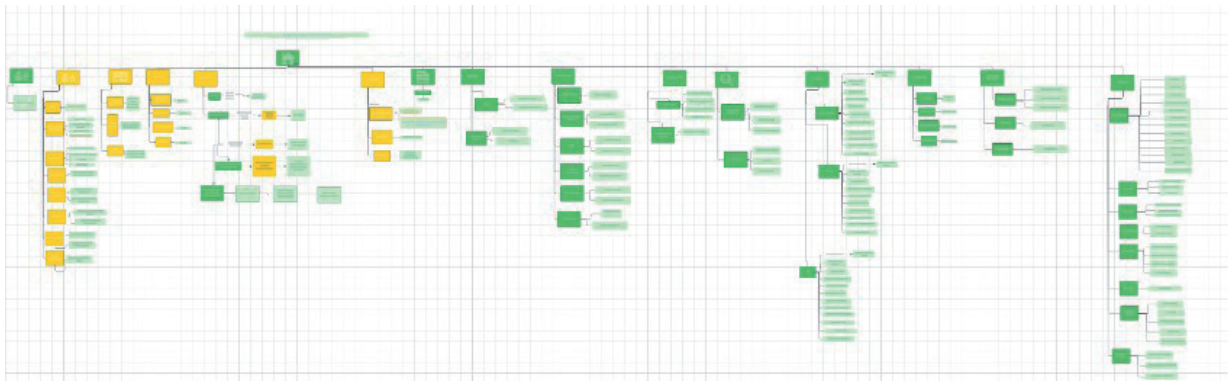
Los cambios solicitados afectan directamente al área Pacientes del sistema Fisiotranet. Dichos cambios exigieron un análisis, diseño y desarrollo de los módulos citados y que se encuentran en funcionamiento total y no han presentado problemas hasta el momento, durante estos 3 meses que llevan en funcionamiento. En la figura 5, se observa el área intervenida. Tras la aplicación del cuestionario SUS a 100 usuarios, se obtuvo un puntaje de 82 sobre 100. Según la escala de SUS, este valor corresponde a un nivel de usabilidad excelente, logrando mejorar la experiencia de usuario.

Reingeniería de interfaz con principios de HCI

Se mejoró el diseño de la plataforma para todos los roles, turnos y módulos del apartado de pacientes, aplicando principios de **HCI** y **UX**. Desde octubre de 2024, se encuentran en funcionamiento los cambios implementados y los más de 30 pacientes por semana que se registran por primera vez en la clínica no han reportado problema alguno en la plataforma para llevar a cabo su registro, lo que

refleja la efectividad y estabilidad del sistema implementado. La reingeniería e implementación general, como el estudio socioeconómico, ha reducido los errores también en los practicantes de hasta en un **90%**.

Figura 5. Fragmento del mapa del sitio después de la reingeniería.



Firma digital

Dentro del apartado de firma, se logró reducir el uso de papel para la firma de consentimiento que se suele usar dentro de la oficina. Para su funcionamiento se le solicita al usuario que ingrese los datos correspondientes para generar el documento donde otorga el consentimiento a la fisioterapia a cargo para ser tratado. Además, se logró una mejor gestión en la administración con respecto a las cartas de consentimiento pues al ser digitales todo se administra dentro del sistema de Fisiolntranet.

Módulo de gestión de imágenes clínicas

El desarrollo de la gestión de las imágenes permite el manejo de archivos en formato PDF, JPG y PNG, con un tamaño máximo de 5000 KB. Además, este módulo garantiza la integridad de los archivos gracias a la incorporación del algoritmo Hash.

Reingeniería en bases de datos

La base de datos del sistema Fisiolntranet comprende casi 200 tablas que se han desarrollado de manera desordenada. Se propuso la siguiente actividad como mejora. La reingeniería en la base de datos que consistió en el proceso de mejorar y actualizar la base de datos existente, buscando optimizar su diseño, rendimiento y eficiencia, para adaptarla a nuevas necesidades y mejorar su funcionamiento. La figura 6 muestra la metodología propuesta y aplicada.

Figura 6. Metodología para la reingeniería en la BD.

La metodología permitió evaluar la estructura actual de la base de datos, incluyendo sus tablas, relaciones, índices y restricciones, de donde se identificaron áreas de mejora, cuyo objetivo fue la mejora del rendimiento, la adaptación a nuevos sistemas, o la simplificación de la estructura.

Conclusiones

La reingeniería de la plataforma Fisiotranet marcó un cambio significativo en su funcionamiento. Desde su conclusión en diciembre de 2024, no se han presentado fallos y se ha logrado registrar exitosamente a 100 pacientes. La aplicación de principios de HCI como es UX mejoró la experiencia del personal clínico, reduciendo en un 90% la curva de aprendizaje. El módulo de estudio socioeconómico logró precisión total en los cálculos y redujo el tiempo de atención en más del 50%. La firma digital disminuyó el uso de papel y protegió la integridad de los documentos. Además, el módulo de imágenes clínicas permitió un acceso más ágil, reduciendo el tiempo de diagnóstico en un 60%. Tras aplicar el cuestionario System Usability Scale (SUS) a 100 usuarios, se obtuvo un puntaje promedio superior a 80.3, validando la efectividad de las estrategias adoptadas y respaldando la viabilidad de futuros cambios al sistema.

Como un trabajo futuro, se plantea generar comprobantes de pago y migrar a Laravel para modernizar la plataforma y responder a las necesidades tecnológicas de la clínica.

Referencias Bibliográficas

- [1] A. Cuautle. "Fisio Intranet BUAP". Fisio Intranet BUAP. Accedido el 19 de enero de 2025. [En línea]. Disponible: <https://fisiointranet.buap.mx/>
- [2] Sistemas de Información Gerencial. "Sistemas de Información Gerencial". Eumed.net. [En línea]. Disponible: <https://www.eumed.net/ce/2009b/mac2.htm> [Consulta: 15/enero/2025].
- [3] M. F. Drummond, B. J. O'Brien, G. L. Stoddart y G. W. Torrance, Métodos para la eva-

- luación económica de los programas de asistencia sanitaria. Ediciones Díaz de Santos, 2001. [En línea]. Disponible:[https://books.google.com.pa/books?id=_mblrE_GkzIC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false]. [Consulta: 05/diciembre/2024].
- [4] Hernández, M., Delgado, A., Thureaux, D., Sánchez, A., Palenzuela, O., Castilla, R., Roche, A., y Mora, E. “Catálogo para la generación de diagramas de componentes del Sistema de Información para la Salud en Cuba”. Revista Cubana de Informática Médica, vol. 5, pp. 30–41, 2013. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/262617724_Catalogo_para_la_generacion_de_diagramas_de_componentes_del_Sistema_de_Informacion_para_la_Salud_en_Cuba/citation/download [Consulta: 1/mayo/2025].
- [5] Sante Romande. “¿Qué es Doctolib.Fr como sitio web? - Santeromande”. Santeromande. [En línea]. Disponible: <https://santeromande.ch/es/que-es-doctolib-fr-como-sitio-web/> [Consulta: 21/enero/2025].
- [6] Sydle, “Extreme Programming: ¿qué es y cómo funciona?,” Blog SYDLE, 10 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.sydle.com/es/blog/extreme-programming-602ee205da4d096809438c9c>. [Consulta: 14/noviembre/2024].
- [7] Raeburn, A. “¿Qué es la programación extrema (XP)?”. Asana. [En línea]. Disponible: <https://asana.com/es/resources/extreme-programming-xp> [Consulta: 1/mayo/2025].
- [8] Purita, G. (2023, septiembre 19). Experiencia de Usuario: Qué es y por qué es tan importante. OBS Business School. Recuperado de <https://www.obsbusiness.school/blog/experiencia-de-usuario-que-es-y-por-que-es-tan-importante>
- [9] MDN Web Docs, “API Canvas - Referencia de la API Web”, [En línea]. Disponible: https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/API/Canvas_API . [Consulta: 24/enero/2025].
- [10] LemonadeJS, “Bloc de firmas LemonadeJS”, [En línea]. Disponible: <https://lemonadejs.com/docs/plugins/signature> . [Consulta: 24/enero/2025].
- [11] SVG.js, “Inicio”, [En línea]. Disponible: <https://svgjs.dev/docs/3.2/> . [Consulta: 24/enero/2025].
- [12] MDN Web Docs, “Eventos táctiles: API web”, [En línea]. Disponible: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Touch_events . [Consulta: 24/ene

Sección IV

Internet de las Cosas (IoT) y Energías Renovables

Capítulo IX

Sistema de recuperación de energía con paneles solares flexibles para la alimentación móvil

Jorge Edmundo Mastache Mastache¹, Rubí Ramírez Lara¹, Jesús Namigtle Jiménez¹

¹ Universidad de Ixtlahuaca CUI, Carretera Ixtlahuaca-Jiquipilco KM 1,
C.P. 50740 Ixtlahuaca de Rayón, Estado de México, México
mastache@uicui.edu.mx

Resumen. Este trabajo presenta un sistema portátil de captación de energía solar mediante paneles flexibles, orientado a entornos aislados y superficies irregulares. El diseño incluye la caracterización del sistema fotovoltaico, el uso de convertidores Boost y Buck para regular el voltaje, y la integración de un módulo ESP32 para monitoreo en tiempo real. También se contempla el análisis de corriente, voltaje y potencia con técnicas de inteligencia artificial para evaluar el rendimiento. Los tres prototipos desarrollados han sido capaces de cargar dispositivos móviles como celulares y audífonos de forma efectiva. Aunque el sistema aún está en fase de pruebas, los resultados preliminares son prometedores y permitirán ajustar el diseño.

Palabras clave: Energía solar, Paneles solares flexibles, Convertidores de potencia.

Abstract. This work presents a portable solar energy harvesting system using flexible panels, aimed at isolated environments and irregular surfaces. The design includes the characterisation of the photovoltaic system, the use of Boost and Buck converters for voltage regulation, and the integration of an ESP32 module for real-time monitoring. It also considers the analysis of current, voltage, and power using artificial intelligence techniques to assess system performance. The three prototypes developed have effectively charged mobile devices such as phones and earphones. Although the system is still in the testing phase, preliminary results are promising and will support design adjustments.

Keywords: Solar energy, Flexible solar panels, Power converters.

Introducción

La energía eléctrica es un recurso esencial para el desarrollo actual, y su consumo refleja directamente el avance económico y tecnológico. En México, el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), regulado por la CRE, abastece a más de 47 millones de usuarios. Tan solo en 2023, el consumo neto fue de 345,439 GWh, lo que representó un aumento del 3.5 % respecto al año anterior [1]. Este crecimiento constante impulsa la búsqueda de fuentes de energía sostenibles y de bajo impacto ambiental.

En este escenario, la energía solar se consolida como una alternativa viable, especialmente con la aparición de paneles solares flexibles. Estos dispositivos se distinguen por su ligereza y capacidad de adaptación a superficies irregulares, lo que los hace útiles en contextos móviles o sin acceso a la red eléctrica [2]. Aplicaciones recientes incluyen ropa inteligente, monitoreo ambiental y sistemas de emergencia, donde la portabilidad y autonomía energética son factores clave [3–5].

A pesar de sus ventajas, estos paneles presentan limitaciones como su baja potencia y la necesidad de circuitos de regulación y almacenamiento. Ante ello, este trabajo propone un sistema portátil de captación solar basado en paneles flexibles, orientado a la carga de dispositivos móviles. La propuesta integra convertidores Boost y Buck, así como un módulo IoT con ESP32, evaluado mediante tres prototipos bajo condiciones variables de irradiancia.

Estado del arte

Uno de los avances más relevantes en la captación de energía solar es el desarrollo de paneles solares flexibles, los cuales han demostrado su viabilidad en aplicaciones sobre superficies irregulares y dispositivos portátiles. Estos paneles permiten integrar sistemas de recolección energética en prendas de vestir, mochilas y sensores biomédicos, proporcionando suministro autosustentable en tiempo real [2]. Según Zhang et al. (2024), las celdas de película delgada destacan por su flexibilidad y adaptabilidad, lo que las hace ideales para tecnologías vestibles y de almacenamiento portátil. Esta tendencia ha impulsado la investigación en textiles solares, donde las células fotovoltaicas se integran directamente en la tela, facilitando el desarrollo de ropa inteligente energéticamente autónoma [3].

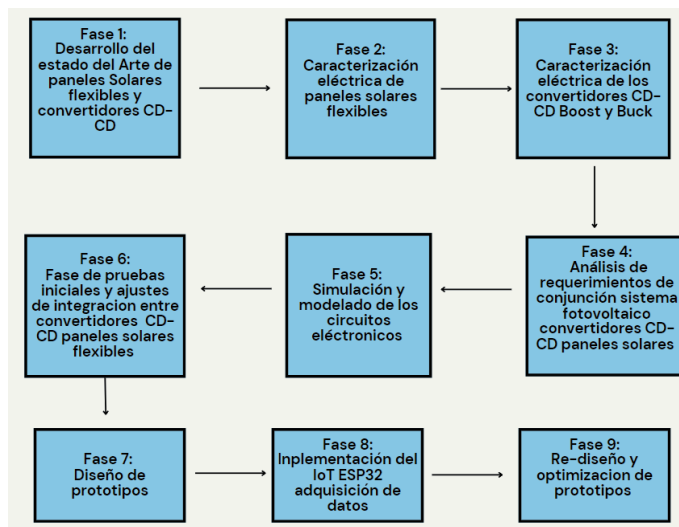
Además, la demanda creciente de electrónica portátil ha promovido soluciones como mochilas solares para excursionistas y sistemas de monitoreo ambiental con fuentes renovables [4]. Empresas como Wearable Solar y Vollebak han desarrollado prendas capaces de cargar dispositivos móviles, aunque estas soluciones aún enfrentan la limitación de una baja potencia generada. Para superar dicha restricción, se han estudiado combinaciones de paneles flexibles con sistemas de almacenamiento como supercapacitores y baterías de litio, mejorando la autonomía energética en contextos móviles y remotos [2-6]

A diferencia de estas propuestas centradas en el diseño textil o comercial, el presente trabajo plantea un prototipo portátil orientado a contextos aislados, integrando un convertidor boost para optimizar la captación solar y una unidad ESP32 para el monitoreo en tiempo real, ofreciendo una solución adaptable, funcional y de bajo costo.

Metodología usada

La metodología del proyecto, mostrada en la Figura 1, se divide en nueve fases. Primero, se investigaron paneles solares flexibles y convertidores DC-DC. Luego, se caracterizaron los paneles conectándolos en serie y paralelo para identificar su punto de máxima potencia. Posteriormente, se evaluaron los convertidores Boost y Buck, ajustando voltajes de entrada y salida. Se analizaron los requisitos de integración con el sistema fotovoltaico y se simularon los circuitos en Multisim. Tras las pruebas iniciales, se construyeron prototipos modulares y se incorporó un sistema IoT con ESP32. Finalmente, se rediseñaron los prototipos para mejorar su eficiencia y adaptabilidad.

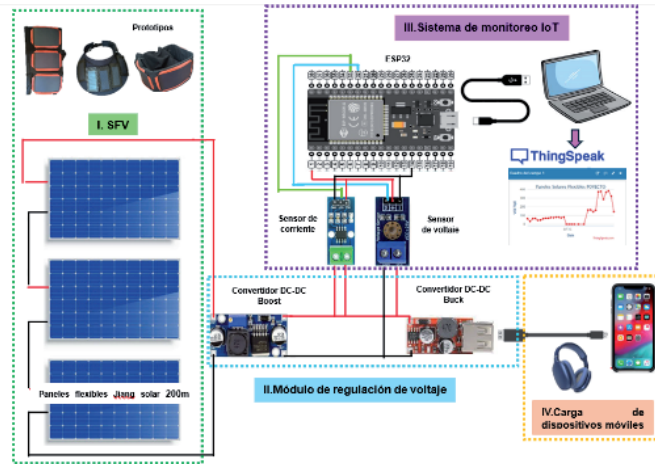
Figura 1. Fases de la investigación



Diseño

El sistema se divide en cuatro secciones: generación fotovoltaica, regulación de voltaje, monitoreo IoT y carga de dispositivos (Figura 2).

Figura 2. Partes que componen el sistema



Sistema solar fotovoltaico

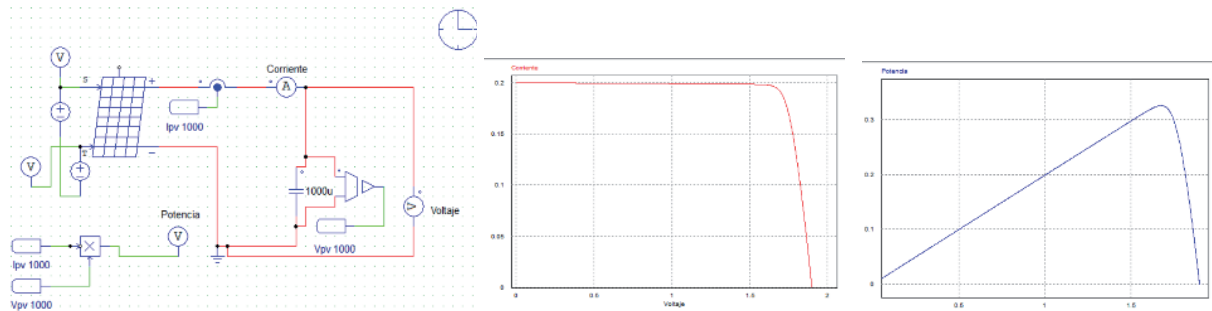
Paneles solares flexibles

Los paneles solares utilizados fueron del modelo Jiang, con tecnología de triple unión de silicio amorfo. Esta tecnología consiste en apilar tres capas de material semiconductor con diferentes bandas de energía, lo que permite absorber una mayor porción del espectro solar y mejorar la eficiencia de conversión.

Simulación paneles solares flexibles

Se simuló un sistema fotovoltaico en PSIM, considerando variaciones de irradiancia (1000 W/m^2) y temperatura (25°C). El modelo incluye un panel solar, un capacitor y medidores para monitorear corriente, voltaje y potencia. Las curvas I-V y P-V muestran que el punto de máxima potencia (MPP) se alcanza a 0.194 A , 1.677 V y 0.325 W , siendo esencial operar ahí para mayor eficiencia.

Figura 3. Circuito fotovoltaico una celda.



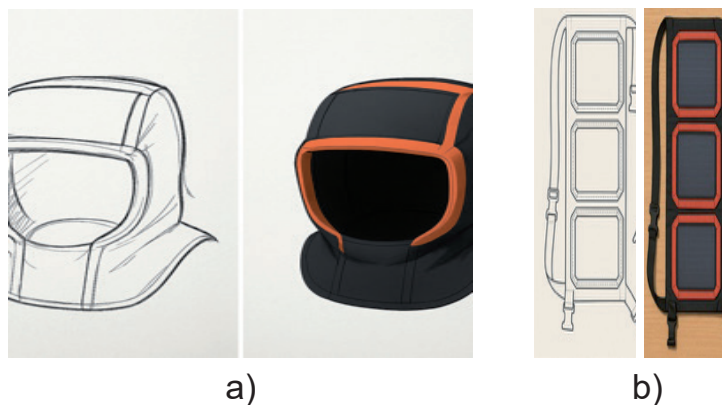
Posteriormente, se conectaron tres paneles solares en serie para elevar el voltaje y alimentar el convertidor. La simulación en PSIM mantuvo la estructura

básica, aumentando solo el número de paneles. Las curvas I-V y P-V muestran un punto de máxima potencia de 0.977 W, alcanzado a 5.03 V y 0.194 A.

Diseño de los prototipos

Durante el diseño de los prototipos portátiles con paneles solares, se desarrollaron versiones modulares pensadas para facilitar su montaje, adaptación y uso cotidiano. Se priorizó el empleo de materiales accesibles y estructuras ligeras. Como resultado, se construyeron tres modelos: una tira flexible adaptable a mochilas o la espalda del usuario, una versión para capuchas de sudaderas, y una gorra con visera amplia. Los dos primeros integran tres paneles solares en serie, mientras que la gorra incorpora cinco mini paneles también conectados en serie. Todos los diseños destacan por su ligereza, portabilidad y adecuación para entornos urbanos o actividades al aire libre.

Figura 4. Bocetos de los prototipos.



Módulo de regulación de voltaje

El sistema de regulación de voltaje se compone de dos convertidores: el Boost XL6009 y el Buck XL2001. El convertidor Boost XL6009 es un regulador Step-Up que eleva el voltaje de entrada (5V-32V) a un rango ajustable de 7V a 35V, con más del 90% de eficiencia y protección térmica y de corriente. Se utilizó para aumentar el voltaje generado por los paneles solares flexibles, garantizando una salida estable. Por su parte, el convertidor Buck XL2001 reduce el voltaje a 5V, adecuado para alimentar dispositivos móviles y otros circuitos de bajo consumo, asegurando la estabilidad en las aplicaciones.

Sistema de monitoreo IoT

El sistema de monitoreo incluye sensores de corriente y voltaje que permiten medir en tiempo real la energía generada. Los sensores de corriente, basados en efecto Hall, detectan la intensidad que circula en el circuito, mientras que los de voltaje registran la tensión del sistema fotovoltaico. Una tarjeta ESP32, programada con

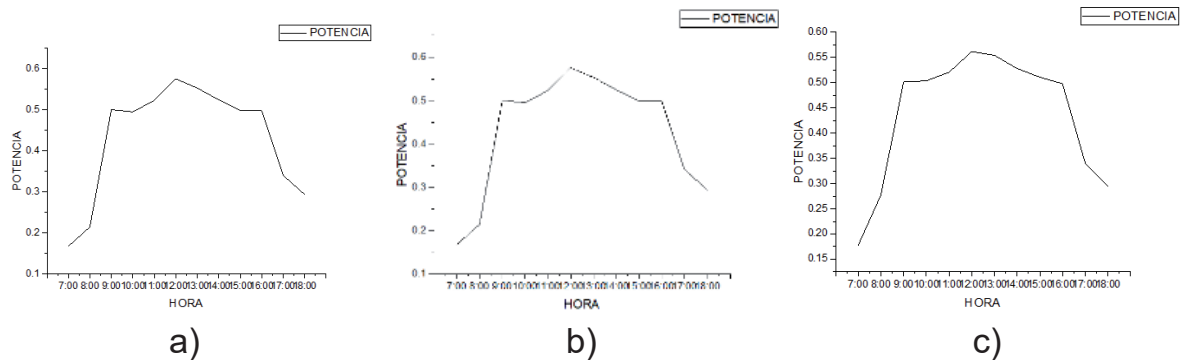
Arduino, recoge estos datos y los envía vía Wi-Fi a la plataforma ThingSpeak, donde se visualizan en gráficos dinámicos para facilitar su análisis.

Resultados experimentales

En las pruebas, se usó una inclinación de 46.56° , calculada con la latitud de 19.5130° . Se evaluaron seis paneles obteniendo corrientes de 0 a 360 mA y voltajes de 0 a 1.6 V (cada uno), alcanzando sus valores máximos al mediodía.

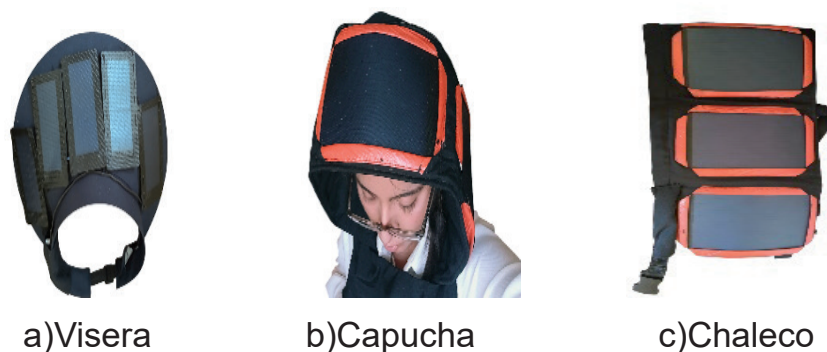
La Figura 5 muestra la curva de irradiancia de tres paneles en un día soleado, con mediciones horarias de 7:00 a 18:00. El MPP se alcanzó a las 12:00 con 530 mW, reflejando el aumento y descenso de la luz solar a lo largo del día.

Figura 5. Curva de irradiancia de 3 celdas solares flexibles



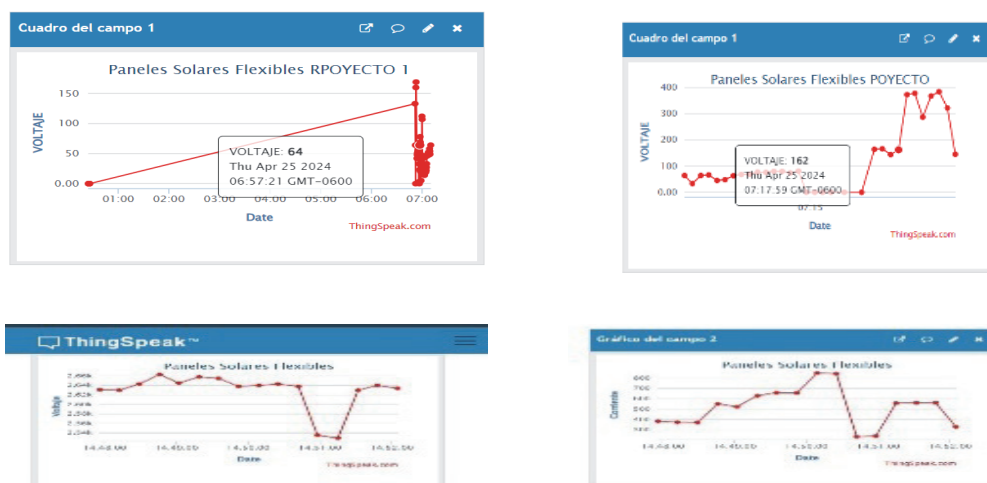
La Figura 6 (a, b, c) muestran los prototipos, desde los primeros diseños de capucha y chaleco con tres paneles solares conectados en serie sobre tela de poliéster, hasta los modelos finales, que incorporan una visera con cinco paneles solares flexibles, capucha y chaleco. El módulo de regulación de voltaje con convertidores Boost y Buck fue integrado en ambos casos. El rediseño se debió a la baja calidad de los materiales iniciales, siendo reemplazados por otros de mejor calidad, incluyendo un tejido térmico con manta aislante para regular la temperatura.

Figura 6. Primeros diseños de prototipos



En un día nublado (Figura 7.a), se observa un voltaje de máximo 1.5v y caídas de voltaje. En un día soleado (Figura 7.b), el voltaje fluctúa debido a la variación en la irradiancia, pero se observa un aumento gradual conforme avanza el día, asegurando un suministro estable. En días parcialmente nublados (Figura 7.c), el sistema completo alcanzó valores sin carga de 270 mA y entre 8 y 10 V, observándose una reducción máxima de 1 V cuando uno o varios paneles eran sombreados. No obstante, en condiciones de sombreado total, el voltaje descendía hasta los 200 mV. Durante pruebas realizadas en movimiento dentro del campus, el sistema logró mantener la carga de un dispositivo móvil de forma continua, aunque con una velocidad de carga moderada debido a la corriente limitada, aspecto que se tiene contemplado mejorar. En días totalmente nublados o lluviosos, el prototipo no consigue suministrar energía suficiente, ya que aún no incorpora supercapacitores que permitan el almacenamiento de energía, lo que ocasiona la interrupción del proceso de carga. Estas observaciones coinciden con estudios como el de Singh y Kumar (2022), quienes destacan que la inclusión de sistemas de almacenamiento resulta esencial para garantizar la continuidad operativa en sistemas solares portátiles expuestos a irradiancia variable.

Figura 7. Pruebas



Conclusiones y direcciones para futuras investigaciones

Los tres prototipos desarrollados han demostrado ser soluciones eficientes y adaptables, especialmente para superficies irregulares. A pesar de estar en fase de pruebas, los resultados preliminares indican que la integración de convertidores Boost y Buck permite alcanzar voltajes adecuados para la carga de dispositivos móviles. El sistema de monitoreo IoT, basado en ESP32 y ThingSpeak, ha facilitado la supervisión en tiempo real de variables eléctricas clave, lo que resulta útil para su mejora continua. Como trabajo futuro, se contempla implementar algoritmos MPPT para optimizar la captación energética en condiciones variables, así como integrar ultracapaci-

tores de conmutación rápida para almacenamiento temporal. También se planea un análisis detallado de la energía generada y consumida, con el fin de evaluar su eficiencia y escalabilidad en escenarios reales de movilidad.

Agradecimientos

Agradecemos a los revisores por sus valiosos y constructivos comentarios. También expresamos nuestro sincero agradecimiento al CONACYT y a la Universidad de Ixtlahuaca CUI por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- [1] Secretaría de Energía (SENER). (2023). *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2023–2037 (PRODESEN)*. <https://base.energia.gob.mx/PRODESEN2023/Capitulo1.pdf>
- [2] Chintala, J. N. P., Arumugam, S., Dubey, R. S., Saravanan, S., & Srinivasarao, K. (2025). Empowerment of photonics in thin film amorphous silicon solar cells. *Engineered Science*, 33, 1370. <https://dx.doi.org/10.30919/es1370>
- [3] Plentz, J., Brückner, U., Schmidl, G., Gawlik, A., Richter, K., & Andrä, G. (2025). Solar fabric based on amorphous silicon thin film solar cells on flexible textiles. *Energies*, 18(1448). <https://doi.org/10.3390/en18061448>
- [4] Madireddi, S., Reddy, A. M., G, A., Reddy, S. A., & Swarupa, M. L. (2025). Effect of branch inclination on power output from solar PV tree: A flexible testing method. *E3S Web of Conferences*, 616, 01012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202561601012>
- [5] Kim, S. H., Lee, H. J., & Park, J. Y. (2023). Flexible supercapacitors integrated with energy harvesting systems for wearable electronics. *Nano Energy*, 115, 108843. <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2023.108843>
- [6] Zhang, Q., Soham, D., Liang, Z., & Wan, J. (2024). Advances in wearable energy storage and harvesting systems. *Med-X*, 3(3). <https://doi.org/10.1007/s44258-024-00048-w>
- [7] Wang, Y., Zhang, H., & Liu, X. (2024). Recent advances in perovskite-based flexible solar cells for energy harvesting applications. *Advanced Functional Materials*, 34(8), 2209874. <https://doi.org/10.1002/adfm.2209874>
- [8] Singh, R., & Kumar, A. (2022). *Performance optimization of portable solar charging systems under variable weather conditions*. *Renewable Energy Systems*, 18(3), 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.res.2022.03.005>
- [9] Silva, C. A. (2019). *Diseño e implementación de un convertidor DC/DC elevador de voltaje a partir de una batería de 12 voltios* [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/34728/2020carlossilva.pdf>
- [10] Plataforma Nacional de Energía, Ambiente y Sociedad. (s. f.). *Plataforma Nacional de Energía, Ambiente y Sociedad*. Recuperado de <https://energia.conacyt.mx/planeas/electricidad/demanda>
- [11] Xiaoyue, L., Peicheng, L., Zhongbin, W., Deying, L., Hong-Yu, Y., & Zheng-Hong, L. (2020). Review and perspective of materials for solar cells. *KeAi Chinese Roots Global Impact*, 1. <https://doi.org/10.1016/j.matre.2020.09.001>

Capítulo X

Interfaz de Monitoreo para evaluación de consumo de energía en sistemas fotovoltaicos utilizando IOT

Jorge Edmundo Mastache Mastache¹, David Oliver Arce Rocha¹, Amairany González Hernández¹

¹ TecNM: Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán,
Carretera Toluca-Atlacomulco KM 44.8 Ejido de San Juan y,
San Agustín, 50700 Cdad. de Jocotitlán, Méx.
jorge.mastache@tesjo.edu.mx

Resumen: El trabajo consiste en la elaboración de un sistema para el monitoreo de condiciones eléctricas en los sistemas fotovoltaicos, utilizando herramientas tecnológicas como la IoT y Python. Este proyecto implica el monitoreo en tiempo real de la irradiancia, temperatura, voltaje de los paneles, corrientes de salida y en consecuencia potencia en tiempo real que se puede interpretar en el tiempo como energía. El sistema funciona esencialmente en el procesamiento de datos se recolectan 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 interfaz implementada en Python para proporcionar lecturas de los valores análogos en tiempo real y recolectarlos para generar analítica de datos de manera autónoma.

Palabras clave: Monitoreo, IOT, Energía.

Abstract: This work involves the development of a system for monitoring electrical conditions in photovoltaic systems, using technological tools such as IoT and Python. This project entails the real-time monitoring of irradiance, temperature, panel voltage, output currents, and consequently, real-time power, which can be interpreted over time as energy. The system essentially processes data collected by an ESP32-S2-DevKitM-1 microcontroller, which uses a WiFi communication protocol to send the information to a web page created in HTML. Subsequently, a Python interface was developed to provide real-time readings of analog values and collect them to autonomously generate data analytics.

Keywords: Monitoring, IoT, Energy.

Introducción

En el actual contexto tecnológico, se ha marcado por una creciente conciencia sobre la sostenibilidad ambiental y la imperiosa necesidad de identificar fuentes de energía limpias y renovables, la generación de energía solar emerge como una solución promisorio e ineludible [1]. La conversión de la radiación solar en electricidad a través de paneles fotovoltaicos se ha erigido como una de las tecnologías más influyentes para satisfacer las demandas energéticas a nivel global [2]. Sin embargo, para aprovechar plenamente esta fuente de energía, resulta imperativo no solo invertir en la instalación de paneles solares, sino también en sistemas de monitoreo y optimización que garanticen su funcionamiento en tiempo real.

La eficiencia de la generación de energía solar se halla intrínsecamente vinculada a una serie de factores ambientales variables, destacando entre ellos la irradiancia solar y la temperatura ambiente [3]. La irradiancia solar fluctúa a lo largo del día y en función de las condiciones climáticas, mientras que la temperatura puede ejercer una influencia significativa en la eficiencia de los paneles solares. La falta de un sistema de monitoreo en tiempo real capaz de ajustar la operación de los paneles solares según estas condiciones ha representado un obstáculo de considerable envergadura en la mejora de la eficiencia de esta fuente de energía [4].

Este proyecto de investigación aborda la mencionada problemática al desarrollar un sistema de monitoreo y un algoritmo de aprendizaje automático en tiempo real, que integra tecnologías de avanzada como el Internet de las Cosas (IoT) y una interface en python [5]. El objetivo primordial de este sistema es la creación de un algoritmo de aprendizaje automático destinado a optimizar la utilización de la generación de energía solar en función de las condiciones ambientales específicas en un momento dado, con un enfoque particular en la determinación del punto de máxima potencia, incluso en situaciones de sombreado parcial.

Metodología utilizada

La metodología empleada en este proyecto sigue un enfoque sistemático que abarca todas las etapas, desde la caracterización del sensor de irradiancia hasta la adquisición de datos en tiempo real.

Fase 1: Sensor de irradiancia y temperatura. Para llevar a cabo la caracterización del sensor de irradiancia y temperatura se implementó un muestreo que abarco varios días, durante este periodo de tiempo, se realizaron mediciones de irradiancia y temperatura con una alta frecuencia de muestreo, tomando lecturas cada 3 minutos donde el sensor de irradiancia se colocó en una posición específica y constante para garantizar mediciones certeras. Estas mediciones se llevaron a cabo utilizando un piranómetro, lo que garantizó una precisión y consistencia en 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.

Fase 2: Construcción tarjeta de adquisición de datos de irradiancia y temperatura. Se diseño y construyó una tarjeta de adquisición de datos basada en la tarjeta esp32 la cual permite comunicarse de forma inalámbrica a través de una conexión WIFI

Fase 3: Desarrollo de algoritmo del módulo de irradiancia. Se creo un servidor web el cual permite extraer los datos obtenidos por medio de de la adquisición y los muestra en un navegador para su tratamiento. Fase 4: Programa para el muestreo de datos. Se programo un algoritmo en Python el cual accede a los datos previamente adquiridos a través del servidor y posteriormente los almacena en una base de datos.

Fase 5: Caracterización del sensor de irradiancia. El algoritmo implementa un sistema que integra una red neuronal para predecir valores en tiempo real, utilizando datos obtenidos de la base de datos obtenidas por un sensor profesional de irradiancia (Piranómetro) y la tarjeta creada con ESP32, con el resultado del algoritmo se obtiene la irradiancia y temperatura de una forma precisa.

Fase 6: Desarrollo de plataforma de adquisición de datos con el uso de las TICS. Se creo una aplicación grafica con el lenguaje de programación Python la cual se encarga de adquirir, almacenar y mostrar los datos obtenidos de forma visual.

Fase 7: Adquisición de datos en Python. Se utilizó el protocolo de comunicación MQTT para la adquisición de los datos, este se encarga de enlazar la tarjeta de adquisición de datos y la aplicación grafica.

Fase 8: Envío de datos a telegram y txt en Python con Raps Berry Pi3

A la placa de adquisición de datos se le incorporo una función adicional la cual se encarga de enviar los valores obtenidos a la aplicación de mensajería Telegram y txt en Python con Raps Berry Pi3, esto con el propósito de visualizar el estado en tiempo real en cualquier parte que se encuentre el usuario.

Diseño del sistema

El circuito principal está basado en una ESP32S2, el integrado CH340 se encarga de la conversión de USB a serial, permitiendo la comunicación entre el microcontrolador y una computadora. Además, se ha integrado un selector que permite cambiar el protocolo de comunicación de USB a serial según sea necesario, el sistema también cuenta con un sensor de temperatura DHT11 para monitoreo ambiental, dos transistores están conectados al CH340 para facilitar la carga de código. Se ha incorporado un regulador de voltaje para convertir 5V a 3.3V, asegurando una alimentación adecuada para la ESP32.

Figura 1. Circuito de sensor de irradiância.

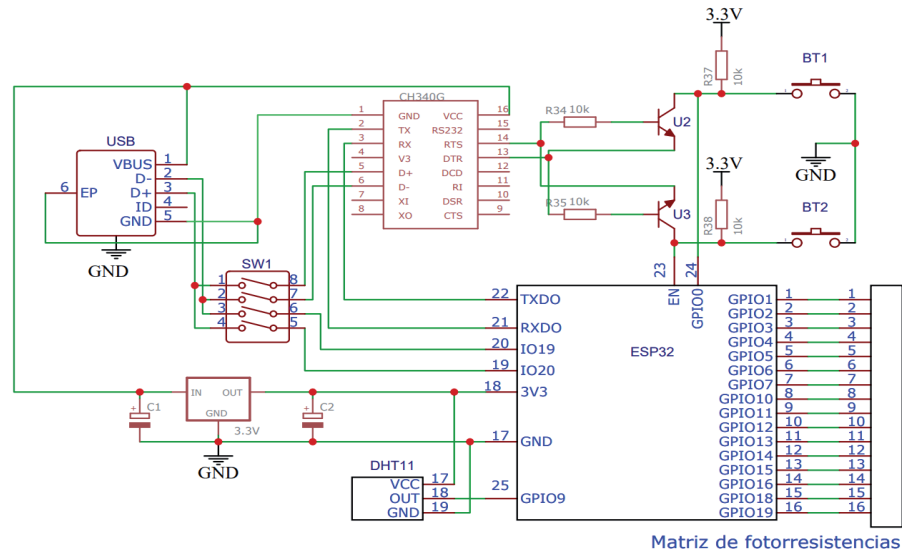
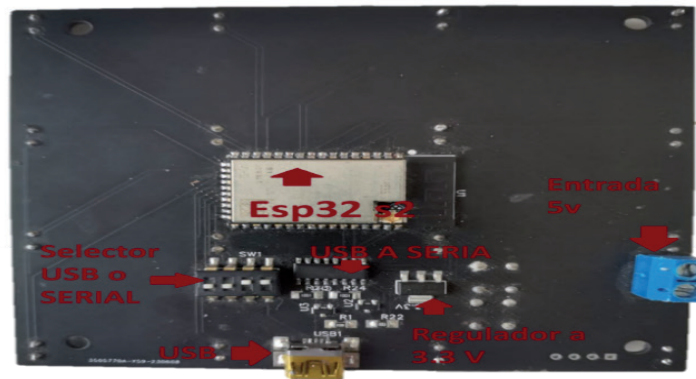


Figura 2. Tarjeta de adquisición de datos.



El desarrollo del servidor web está pensado para ser visualizado en un navegador de forma local facilitando acceder a los datos que la tarjeta está adquiriendo.

Figura 3. Servidor web.

```

Valor 1: 8191
Valor 2: 8191
Valor 3: 8191
Valor 4: 8191
Valor 5: 8191
Valor 6: 8191
Valor 7: 8191
Valor 8: 8191
Valor 9: 8191
Valor 10: 8191
Valor 11: 8191
Valor 12: 8191
Valor 13: 8191
Valor 14: 8191
Valor 15: 8191
Valor 16: 8191

```

El algoritmo Python ejecuta un programa que realiza la conexión a una base de datos de Microsoft Access, recopila datos de la tarjeta de adquisición de datos en una red local mediante solicitudes HTTP, y luego almacena estos datos junto con un valor de irradiancia en la base de datos. Esta tarea se realiza en un bucle continuo, pausando durante intervalos de tres minutos realizando 300 lecturas en total.

Figura 4. Muestreo de datos en Access.

Tabla1 X					
Id	Valor1	Valor2	Valor3	Valor4	Valor5
1606	5640	5152	5076	5933	5160
1607	5529	5024	4968	5820	5033
1608	5593	5072	5017	5901	5092
1609	5645	5112	5076	5969	5161
1610	5224	4740	4665	5504	4748
1611	5316	4828	4764	5637	4853
1612	5516	5001	4965	5880	5056
1613	5372	4897	4849	5756	4949
1614	5276	4824	4764	5657	4876
1615	5369	4965	4913	5848	5029
1616	5428	4992	4933	5849	5061
1617	5296	4877	4816	5737	4956

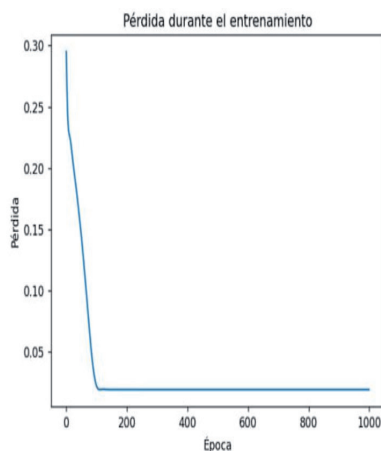
Caracterización del sensor de irradiancia

El algoritmo implementa un sistema que integra una red neuronal para predecir valores en tiempo real, utilizando datos obtenidos de un dispositivo conectado, la tarjeta creada con ESP32. La primera parte del código se encarga de escalar los datos de entrada y salida para normalizarlos en un rango equivalente a los datos leídos a través de las fotorresistencias. Esto se logra dividiendo cada valor por el máximo en

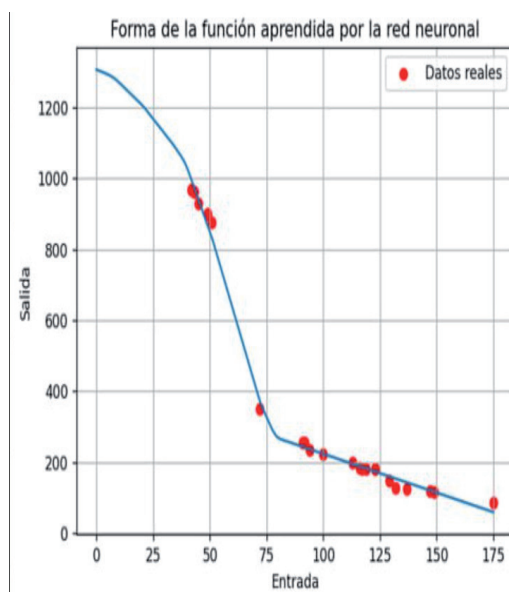
su conjunto de datos respectivo. Luego, se construye y entrena un modelo de red neuronal secuencial utilizando la biblioteca Keras de TensorFlow.

El modelo consta de tres capas densas, con dos capas intermedias de 64 neuronas cada una y activación ReLU, seguidas de una capa de salida con una sola neurona. Se compila el modelo utilizando el optimizador Adam y la función de pérdida de error cuadrático medio (MSE), y se entrena con los datos de entrada escalados y los datos de salida escalados durante 5000 épocas, la figura 5 muestra el progreso del entrenamiento a través de cada iteración.

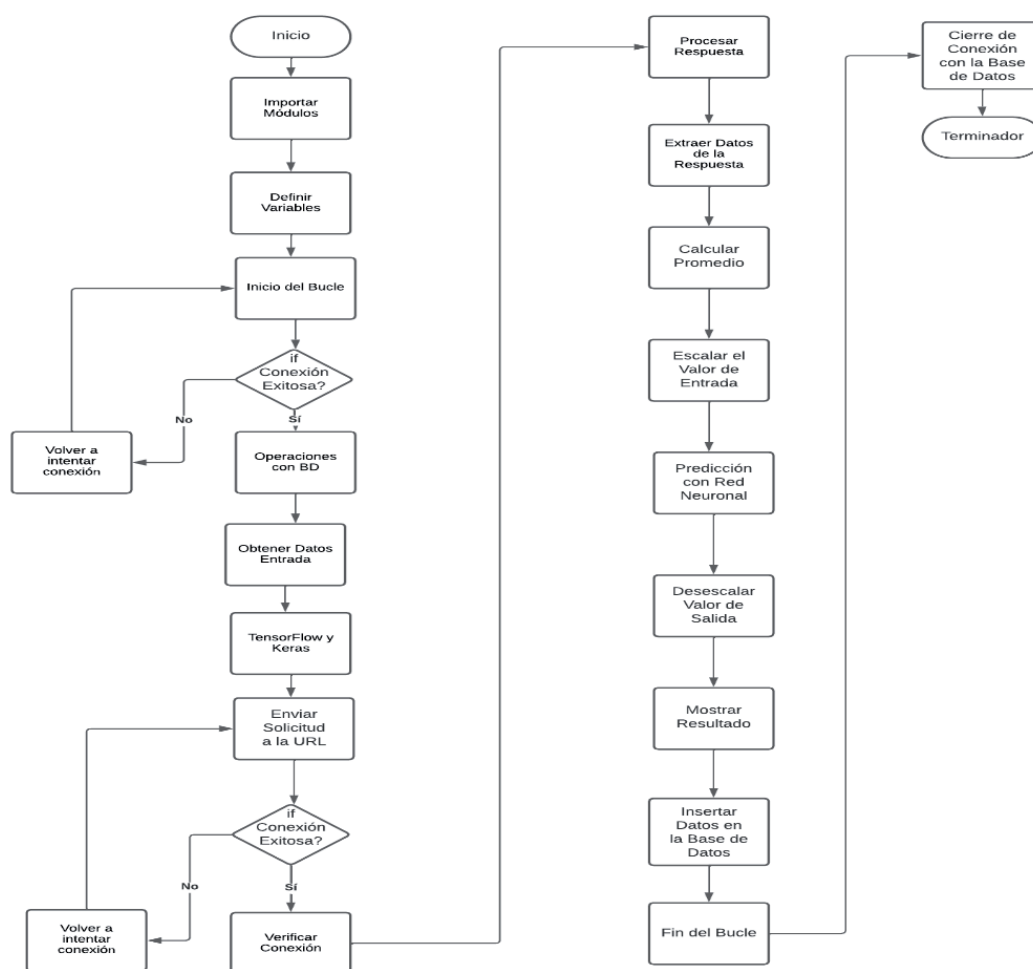
Figura 5. Pérdida durante el entrenamiento.



La siguiente sección del código establece una conexión con una base de datos de Microsoft Access utilizando pyodbc, para almacenar los resultados de las predicciones realizadas por la red neuronal. A continuación, se inicia un bucle infinito que ejecuta el proceso principal del sistema. Dentro del bucle, se establece una conexión con un dispositivo remoto, desde el cual se obtienen datos en tiempo real mediante una solicitud HTTP. Estos datos se procesan para calcular el promedio de los valores recibidos. Luego, el valor promedio se escala para que esté en el mismo rango que los datos de entrada utilizados para entrenar la red neuronal. Una vez escalado, se realiza una predicción utilizando el modelo de red neuronal entrenado. La salida predicha se desescala para obtener el resultado final. Los valores obtenidos, junto con el promedio calculado, la fecha y hora actuales, se insertan en una tabla de la base de datos de Access, la imagen 6 muestra la forma que toma la función de transferencia.

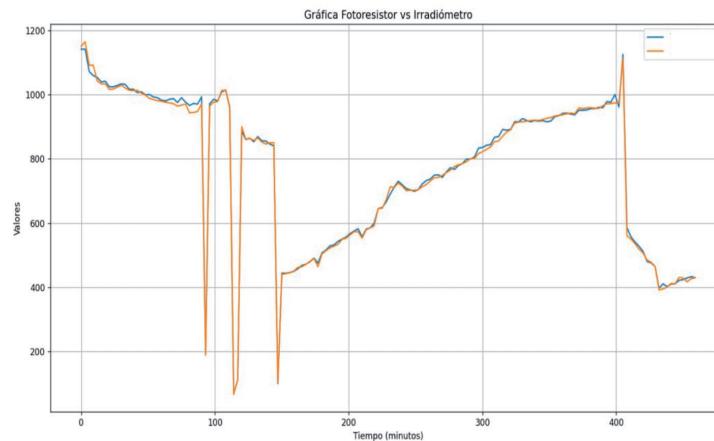
Figura 6. Función aprendida

El bucle continúa ejecutándose de forma continua, con pausas de 120 segundos entre cada iteración para evitar sobrecargar el servidor. Finalmente, se cierran el cursor y la conexión con la base de datos de Access al salir del bucle. Este sistema proporciona una manera eficiente de recopilar datos en tiempo real, realizar predicciones utilizando una red neuronal y almacenar los resultados para su posterior análisis, la imagen 7 muestra un diagrama de flujo del algoritmo.

Figura 7. Caracterización del sensor de irradiancia.

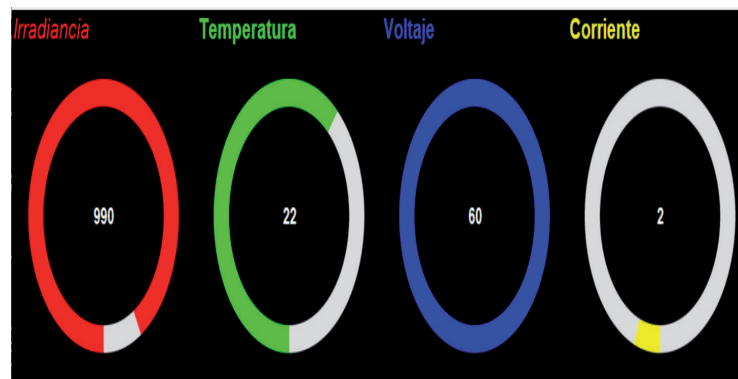
Para evaluar el rendimiento de la red neuronal, se llevaron a cabo pruebas con datos adicionales, obtenidos después del proceso de muestreo. En estas pruebas, se compararon los valores de irradiancia y temperatura del sensor con los del piranómetro de referencia. El error máximo obtenido durante el análisis arroja una variación de $\pm 5\%$ mientras que el error promedio es de $\pm 2\%$. Los cuales 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 imagen 8 muestra los resultados donde la línea naranja muestra en sensor construido y la azul es el piranómetro.

Figura 8. Simulación del algoritmo para obtener la irradiancia.

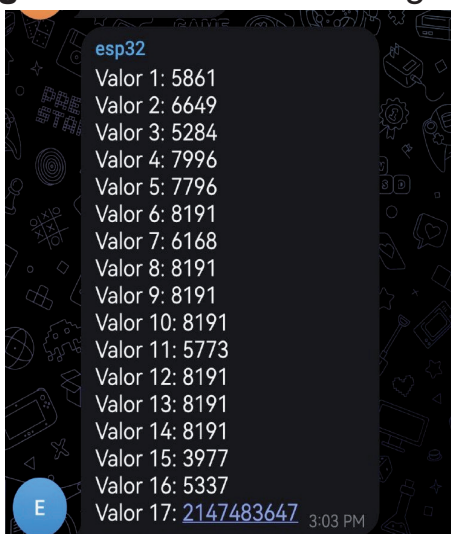


La aplicación desarrollada en el lenguaje de programación de Python integra la biblioteca Tkinter la cual permite crear un entorno grafico que muestra los valores obtenidos de la adquisición de datos.

Figura 9. Interfaz gráfica.



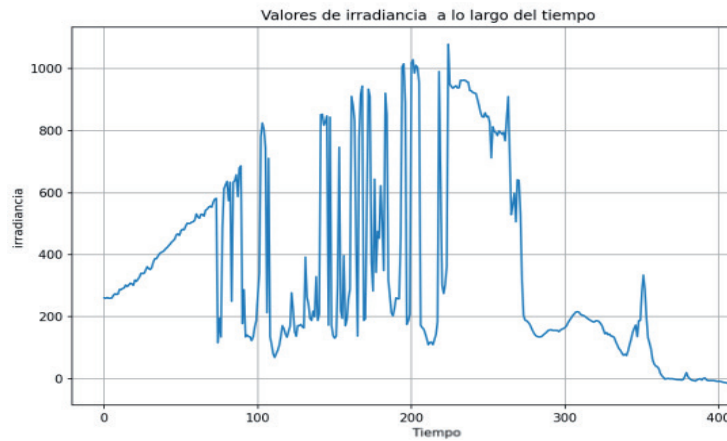
Telegram actúa como el medio de comunicación entre el usuario y la ESP32, permitiendo el intercambio de información de manera remota y conveniente. El usuario interactúa con la interfaz de Telegram enviando solicitudes específicas, como la solicitud de valores de irradiancia y temperatura. Estas solicitudes son procesadas por un bot configurado en Telegram para comunicarse con la ESP32. El bot está programado para recibir mensajes del usuario y traducirlos en comandos comprensibles para el dispositivo ESP32.

Figura 10. Interfaz en Telegram.

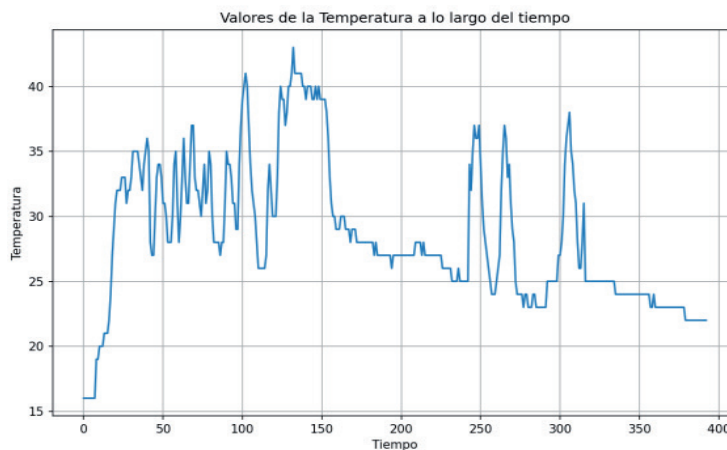
Resultados Experimentales

Para evaluar la estabilidad de los sensores y su calidad, se llevó a cabo un extenso período de mediciones a lo largo de varios días completos. Esta metodología permitió no solo verificar la efectividad del sensor, sino también garantizar su fiabilidad en diversas condiciones ambientales y situaciones operativas.

En el primer gráfico, se representa la variación de la irradiancia a lo largo del tiempo. Los datos se han recopilado y organizado para mostrar cómo la intensidad de la luz solar cambia en diferentes momentos del día. La gráfica proporciona una representación visual de la cantidad de energía solar recibida en un periodo específico, ofreciendo una comprensión detallada de los patrones de luz solar durante ese intervalo.

Figura 11. Gráfica de irradiancia.

En el segundo gráfico, se ilustra la fluctuación de la temperatura a lo largo del mismo periodo de tiempo. Este gráfico muestra cómo la temperatura ambiente varía a lo largo del día, proporcionando información crucial sobre las condiciones climáticas en ese intervalo específico. La representación visual de estos datos permite observar los cambios en la temperatura ambiente y proporciona una visión clara de cómo se desarrollan las condiciones térmicas durante el periodo analizado.

Figura 12. Gráfica de temperatura.

Conclusiones y direcciones para futuras investigaciones

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 mejorar la eficiencia de los sistemas de energía solar.

Referencias

- [1] International Energy Agency. (2021). Renewables 2021: Analysis and Forecast to 2021. Recuperado de [URL]
- [2] International Renewable Energy Agency. (2020). Renewable Capacity Statistics 2020. Recuperado de [URL]
- [3] National Renewable Energy Laboratory. (2019). Solar Energy Resource Center. Recuperado de [URL]
- [4] Wang, J., et al. (2020). Real-Time Monitoring and Optimization of Solar Panels using IoT and Machine Learning. *International Journal of Renewable Energy*, 45(2), 123-145.
- [5] Li, Y., & Zhang, H. (2022). IoT-Based Real-Time Monitoring and Machine Learning Optimization for Solar Panels. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, 13(4), 2102-2112.
- [6] European Photovoltaic Industry Association. (2018). Global Market Outlook for Solar Power / 2018-2022. Recuperado de [URL]

Capítulo XI

Movilidad Urbana 4.0: IA Generativa Transformando la Movilidad en las Ciudades

Antonio Guerrero-Ibáñez ¹, Norma Baron-Ramirez ², Juan Contreras-Castillo ¹

¹ Facultad de Telemática- Universidad de Colima, Avenida Universidad 333, Las víboras, Colima, Col., 28040. México

{Antonio_guerrero, juancont}@ucol.mx

² Facultad de Pedagogía - Universidad de Colima, Avenida H. Josefa Ortiz de Domínguez #64 la Haciendita, CP. 28970, Villa de Álvarez, Colima, México

norma@ucol.mx

Abstract. Este artículo analiza cómo la IA generativa puede transformar la movilidad urbana al optimizar tráfico, seguridad vial y calidad de vida. Además, explica la diferencia entre la IAG y la IA tradicional y los modelos que emplea. Asimismo, describe las aplicaciones en seguridad vial y control de tráfico basadas en grandes volúmenes de datos de sensores, cámaras y dispositivos conectados. Posteriormente presenta un experimento donde ChatGPT se usa como “cerebro” para predecir congestión en ocho zonas urbanas a partir de datos reales y simulados, generando análisis y visualizaciones. Finalmente, señala los desafíos como privacidad, riesgo de alucinaciones de la IA y costos de infraestructura, y concluye que la IAG es una herramienta prometedora para ciudades más seguras, eficientes y sostenibles.

Keywords: Pattern Recognition, Supervised ART2 Neural Network, Multilayer perceptron, Digit recognition.

1 Introducción

El incremento descontrolado de la población de las zonas urbanas está generando serios problemas de movilidad urbana incluyendo congestión vial, tiempos de viaje más largos y altos niveles de contaminación. Esta situación afecta a la infraestructura vial existente y a la calidad de vida de los habitantes. El Banco Mundial estima que alrededor de 4400 millones de personas viven en zonas urbanas y proyecta que para el año 2050, 7 de cada 10 personas vivirán en zonas urbanas [1]. Las instituciones que gestionan la movilidad en las zonas urbanas enfrentan grandes desafíos para planificar y organizar el transporte. Es imperativo crear soluciones innovadoras cuyo pilar fundamental para lograr una movilidad segura, eficiente y

sostenible sea la tecnología.

La IAG tiene el potencial de redefinir la forma de administrar el transporte, la infraestructura y la calidad de vida de los habitantes de las zonas urbanas reduciendo los tiempos de viaje y los niveles de estrés debido a congestionamientos viales [2].

Este trabajo analiza cómo la IAG puede implementarse en una serie de escenarios de movilidad urbana para mejorar la seguridad vial y el control del tráfico. Además, muestra los beneficios para los usuarios del entorno vial y para las organizaciones responsables de mantener la eficiencia y la seguridad de las infraestructuras de movilidad urbana.

2 ¿Qué es la IAG?

La IAG es una rama de la IA que tiene el potencial de generar una gran variedad de contenido nuevo a partir del conocimiento adquirido a través de grandes cantidades de datos [3]. Pero ¿en qué se diferencia la IAG de la IA tradicional? (figura 1). Mientras que los modelos de IA tradicionales se centran en analizar y categorizar datos existentes y reaccionar ante eventos específicos, la IAG tiene la capacidad de generar nuevo contenido de diferentes tipos (texto, imágenes, audio, vídeo, etc.) a partir de datos actuales [4].

Fig. 1. Inteligencia artificial tradicional e IAG.



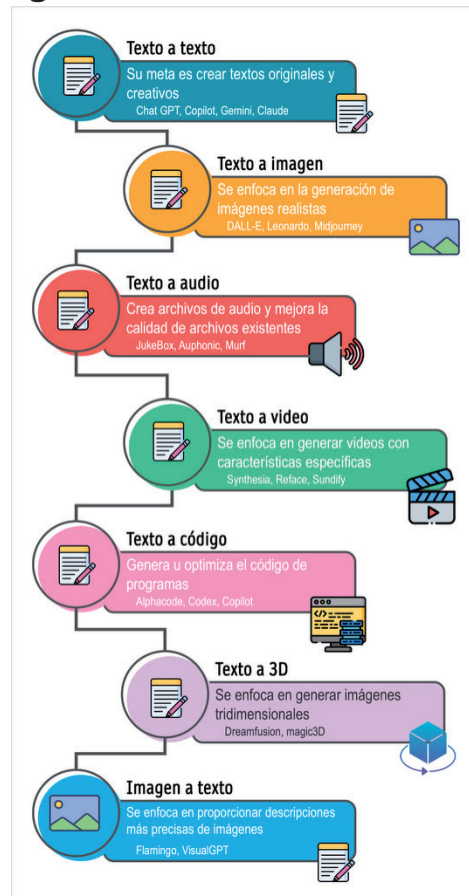
La IAG se basa en modelos de aprendizaje automatizado avanzados (machine learning y Deep learning) entrenados con una enorme cantidad de datos y utilizan un concepto que se denomina redes neuronales generativas [5]. En las redes neuronales generativas se define una arquitectura conformada por dos redes neuronales que compiten entre ellas para producir nuevos datos a partir de una serie de datos de entrenamiento. Entre los algoritmos más destacados se encuentran las Redes Generativas Adversariales [6], que funcionan como un ‘artista’ y un ‘crítico’ compitiendo entre sí para crear resultados más realistas; los modelos de lenguaje autorregresivos [7]; y los Grandes Modelos de Lenguaje (LLM) [8], que

son motores de IA (como ChatGPT) entrenados con enormes volúmenes de texto para entender y generar lenguaje humano. Las IAG se pueden clasificar según el tipo de dato de entrada y el medio de salida que generan. La figura 2 muestra un ejemplo de cómo se clasifican las IAG.

3 La IAG en la movilidad urbana

La IAG amplía las posibilidades de gestionar la movilidad urbana de manera dinámica y proactiva. La IAG puede analizar y entender el flujo de tráfico en las ciudades modernas a partir de la enorme cantidad de datos de tráfico generada por sensores, cámaras de tráfico y dispositivos conectados, y también «imaginar» escenarios que aún no han ocurrido. De esta forma, puede optimizar el funcionamiento de los semáforos, mejorar las rutas de transporte y realizar intervenciones precisas para alertar al conductor sobre incidentes viales.

Fig. 2. Clasificación de la IAG.



Los modelos generativos son capaces de aprender de datos históricos de movilidad urbana, lo que les permite prever patrones o comportamientos anormales y ofrecer soluciones antes de que se produzca un incidente (accidente o congestión

vial). Esto lo consigue mediante simulaciones detalladas del comportamiento o eventualidades urbanas y, de este modo, actualizando la configuración de la infraestructura vial para generar un ecosistema de movilidad urbana más seguro, confortable y eficiente para la sociedad.

La IAG puede aportar beneficios a todos los involucrados en la movilidad urbana. Las personas que utilizan el entorno verán reducidos sus tiempos de viaje, incrementada su seguridad vial y mejorada su experiencia de conducción y calidad de vida.

4 Aplicaciones de la IAG para la movilidad urbana

La IAG tiene la capacidad de crear o mejorar una gran cantidad de aplicaciones para la movilidad urbana, sobre todo en la seguridad vial y el control de tráfico.

Aplicaciones de seguridad vial: La IAG puede hacer uso de tecnologías de monitorización, como el Internet de las Cosas, para recolectar datos y generar alertas en formato de texto o de voz sobre situaciones de riesgo para los conductores, con el fin de que tomen las medidas necesarias. Incluso podría sugerirle al conductor rutas alternativas para evitar esas condiciones. La IAG puede crear entornos de conducción relajantes para los conductores mediante la creación de música según las condiciones de tráfico, mejorando la experiencia de movilidad. Además, puede incrementar la visibilidad de los conductores en condiciones adversas (neblina, lluvia intensa, etc.) mediante capas de vídeo superpuestas que aumentan la visibilidad de los objetos en el entorno.

Aplicaciones de control de tráfico: Mediante el análisis de información de tráfico, la IAG puede predecir atascos y presentar la información en paneles informativos o incluso difundirla a los vehículos a través de mensajes de audio que se reproducen en el vehículo y les indican rutas alternativas debido a desvíos necesarios. La IAG puede crear escenarios simulados en vídeo a partir de los datos de tráfico recopilados y del historial de este, lo que ayuda a los operadores a tomar decisiones y a mejorar la circulación en las ciudades.

5 Experimentación

Para demostrar como esta teoría se aplica en un escenario práctico probamos si el uso de una herramienta de IAG conocida (en Nuestro caso ChatGPT), podía actuar como “cerebro” del proceso de gestión del tráfico. En palabras simples, ‘enseñamos’ a la IAG cómo se veía el tráfico de una ciudad usando datos reales y luego le pedimos que analizara nuevos datos y predijera atascos, tal como lo haría un experto humano, pero de forma instantánea.

Para el experimento I) se definió un escenario de tráfico, II) se diseñó una arquitectura de software para facilitar la interacción con ChatGPT y III) se definió una metodología para ejecutar el proceso de interacción.

El escenario consistió en la monitorización del tráfico de 8 zonas urbanas de

un estado dentro del cual se recopila información de tráfico incluyendo volumen de tráfico, velocidad promedio, tiempo de viaje, nivel de congestionamiento, condiciones climatológicas, entre otros.

Para implementar el escenario se diseñó una arquitectura (figura 3) conformada por una base de datos implementada en MySQL Server, cuya función es almacenar la información de las condiciones de tráfico de una serie de zonas dentro de un entorno de movilidad vial. Una API para generar nuevos datos de tráfico para predicción comportamiento del tráfico vial y almacenarlos en la base de datos.

Una segunda API para interactuar con la base de datos, ChatGPT y el usuario final. Esta API es el “cerebro” de esta arquitectura, recolecta los datos de tráfico interactuando con la base de datos, los procesa y analiza para identificar las tendencias de comportamiento del flujo vehicular, mediante la IAG predice el nivel de congestionamiento y puede generar estrategias de mitigación. También estructura los datos en un prompt de contexto para enviárselo a ChatGPT de la empresa OpenAI [9]. Posteriormente se definió una metodología como la que se muestra en la figura 4 para utilizar ChatGPT en su versión de pago para gestionar el tráfico de varias zonas de una ciudad con el fin de detectar niveles de congestión vial y, posteriormente, predecir situaciones de congestión.

Fig. 3. Arquitectura propuesta.

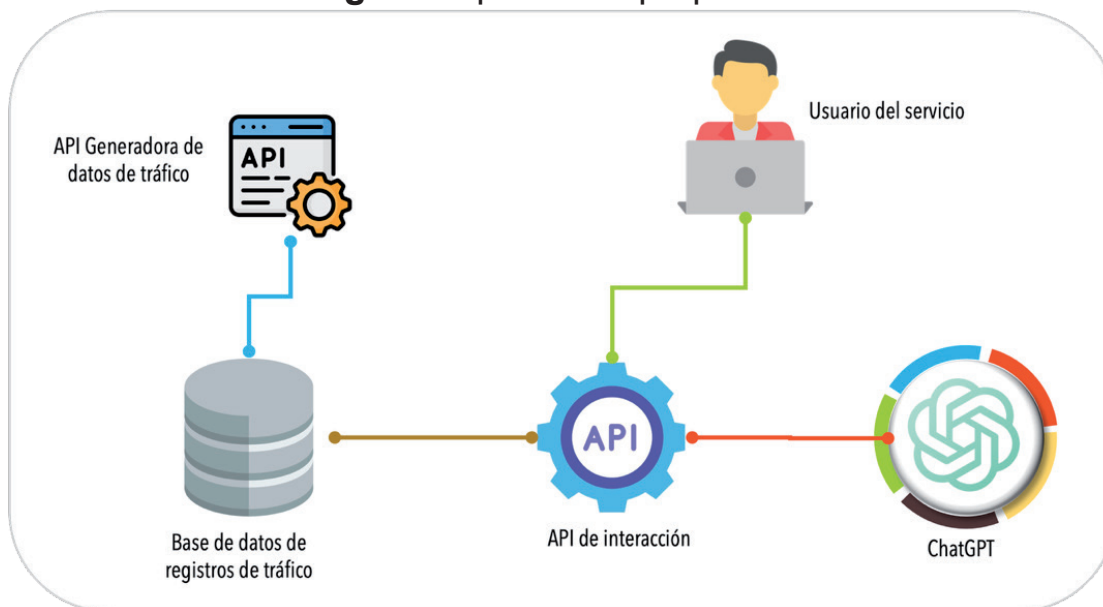
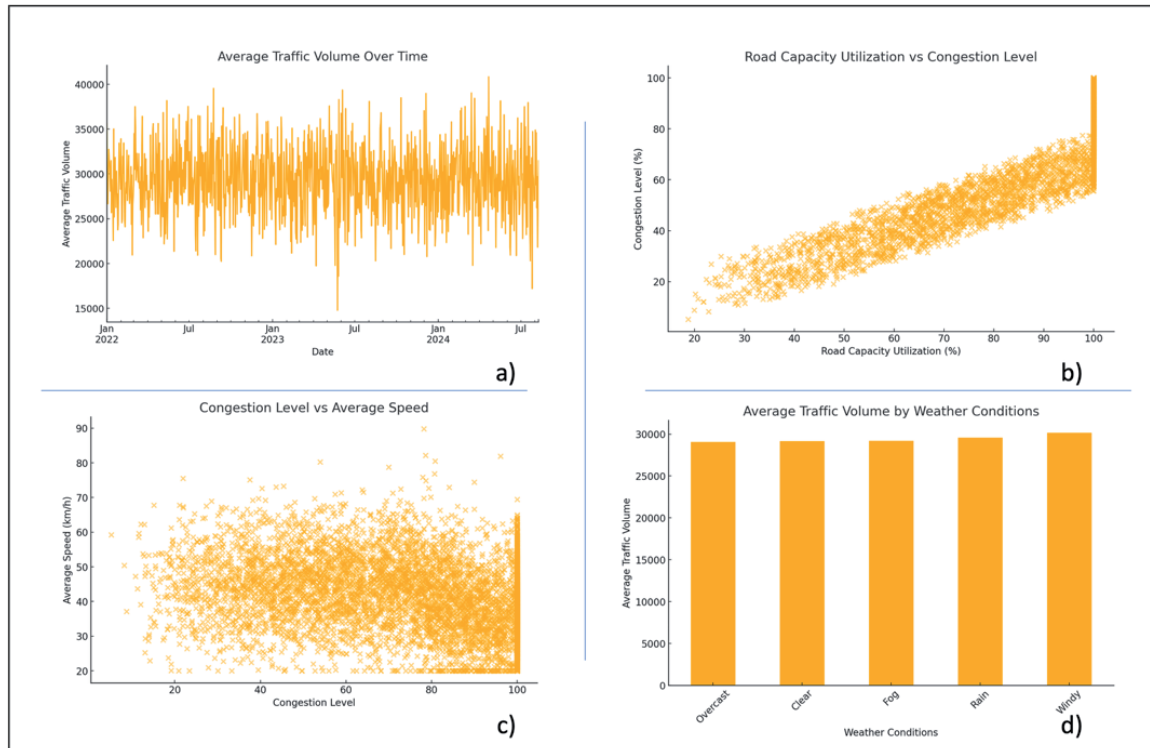


Fig. 4. Etapas de Desarrollo del experimento

Para entrenar a ChatGPT se utilizó un conjunto de datos público [10] que contiene información sobre el comportamiento del tráfico de 8 principales zonas e intersecciones de Bangalore, India e incluye un total de 8936 registros y 16 características como nombre del área, volumen de tráfico, tiempo de viaje, velocidad promedio, nivel de congestión, entre otros. Se le entregó el conjunto de datos a ChatGPT para su entrenamiento, indicándole que tenía que aprender de este archivo. Como primera actividad, se le solicitó que analizara el archivo y que generara gráficas clave para su análisis. El resultado de dichas gráficas se muestra en la figura 5.

ChatGPT generó cuatro gráficos informativos que muestran un análisis del comportamiento del tráfico y cuáles son los factores que influyen en la congestión vial. La figura 5a muestra el comportamiento de la cantidad promedio de vehículos que circulan por las diferentes zonas distintas durante diferentes periodos de tiempo. El segundo gráfico (figura 5b) muestra el efecto de como el porcentaje de ocupación de las carreteras tiene un impacto directo en el nivel de congestión vial. La figura 5c muestra cómo un aumento en la congestión vial impacta negativamente en la velocidad promedio de los vehículos. Este gráfico nos permite evaluar el nivel de eficiencia de las carreteras y definir un plan para mitigar los posibles problemas de congestionamiento vial. Finalmente, la figura 5d muestra el impacto que tienen los diferentes factores climáticos (como lluvia, niebla o temperaturas extremas) en la cantidad de vehículos que circulan con el fin de mostrar cómo ciertas condiciones adversas pueden alterar la forma de conducción.

Fig. 5. Resultados generados por ChatGPT

Posteriormente, se desarrolló un script para generar datos de comportamiento de tráfico de forma aleatoria para obtener nuevos datos que fueran evaluados en tiempo real por chatGPT e indicarle que realice predicciones sobre posibles problemas de congestionamiento vial. Este script generaba datos de tráfico en tiempo cada 15 minutos para cada una de las 8 áreas o zonas definidas y los almacenaba en la base de datos.

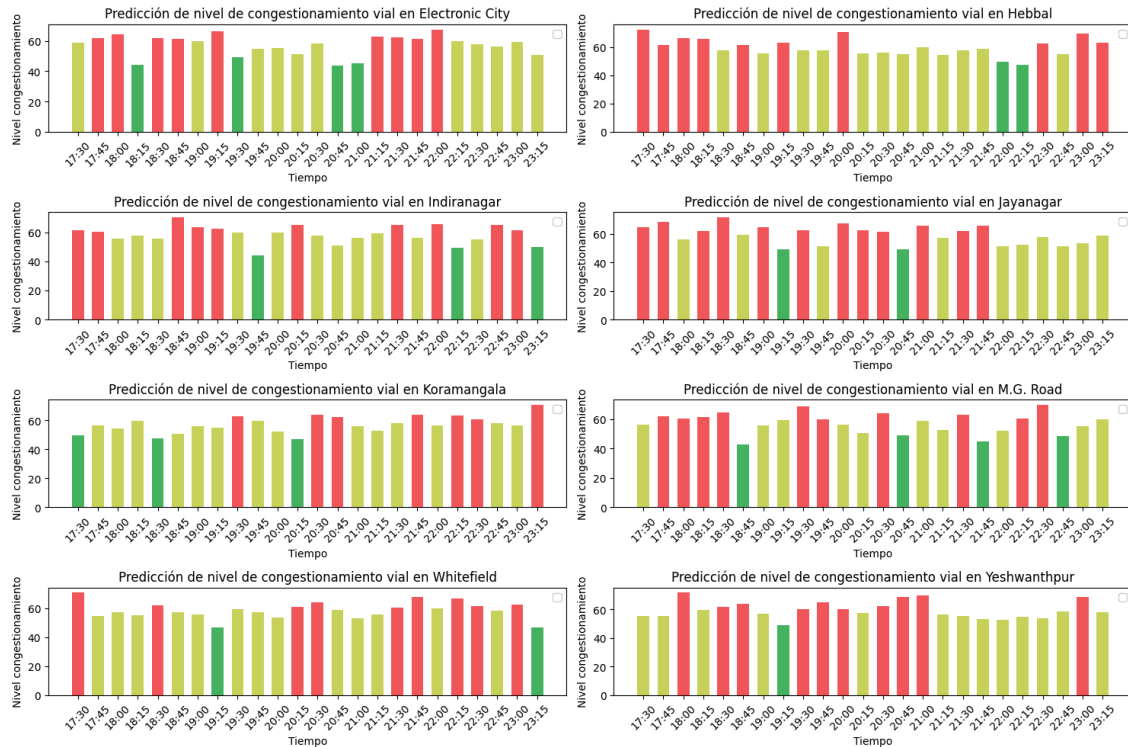
Finalmente, a través de la API de interacción se le entregaron a ChatGPT una serie de datos más recientes para que realizara una predicción de cómo se comportaría el nivel de congestionamiento vial en las próximas horas para cada una de las zonas definidas. A continuación, se muestra un ejemplo de prompt para una de las zonas definidas:

“Analiza los datos de tráfico la zona Electronic City. A continuación, te proporciono los datos de los últimos 60 minutos: volumen de tráfico 800 vehículos, velocidad promedio 40.6 km/h, tiempo promedio de viaje de recorrido por la zona 45 minutos, condiciones climatológicas despejado, ¿Se espera congestión en las próximas horas?” Quiero que me muestres los resultados del nivel de congestionamiento vial de la zona mediante un gráfico de barras y utiliza colores para indicar el nivel de congestionamiento vial, siendo color verde para un nivel de congestionamiento bajo, amarillo para un nivel de congestionamiento moderado y rojo para un nivel de congestionamiento severo”.

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 6. Se puede observar cómo

chatGPT realizó predicciones con respecto a los datos proporcionados indicando la severidad mediante un semáforo de colores.

Fig. 6. Resultados de la predicción de congestionamiento



6 Desafíos y Consideraciones Futuras

Sin embargo, existen desafíos que se deben de considerar. Un primer desafío es la privacidad del conductor al recolectar de datos de movilidad masiva. Otra consideración importante es ¿qué pasa si la IA “alucina” (genera información incorrecta) y crea un problema en lugar de resolverlo? Es imperativo implementar sistemas de validación que eviten esta situación. Finalmente, la requerida en sensores, cámaras y poder de cómputo puede ser una barrera.

7 Conclusiones

La IAG está convirtiéndose en una herramienta con un alto impacto en varias de las actividades de la vida de la sociedad moderna. Este trabajo muestra como la IAG puede implementarse en el entorno vial. Mediante un escenario de experimentación se logró una interacción con chatGPT como herramienta de apoyo en el análisis de tráfico vial. Los resultados mostraron que la IAG puede mejorar las condiciones de tráfico vial, impulsando la capacidad de aprender y generar nueva información útil para mejorar las condiciones viales.

Para los gestores de la movilidad, esta tecnología es un simulador proactivo de escenarios. Para los investigadores y estudiantes, abre un nuevo campo de

experimentación en la optimización de sistemas complejos y para el ciudadano, puede traducirse en menos tiempo en el tráfico, mayor seguridad vial y ciudades más limpias y eficientes.

References

- [1] World Bank Group, «Urban Development: Overview», World Bank. Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>
- [2] Y. Ye, Z. Zhao, L. Liu, J. Feng, J. Du, y Q. Pei, «Federated Generative Artificial Intelligence Empowered Traffic Flow Prediction Under Vehicular Computing Power Networks», IEEE Internet of Things Magazine, vol. 7, n.o 3, pp. 56-61, 2024, doi: 10.1109/IOTM.001.2300259.
- [3] G. Rani, J. Singh, y A. Khanna, «Comparative Analysis of Generative AI Models», en 2023 International Conference on Advances in Computation, Communication and Information Technology (ICAICIT), 2023, pp. 760-765. doi: 10.1109/ICAICIT60255.2023.10465941.
- [4] L. Li, W. Zhu, L. Chen, y Y. Liu, «Generative AI usage and sustainable supply chain performance: A practice-based view», Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, vol. 192, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103761>
- [5] A. I. Károly, M. Takács, y P. Galambos, «OCSVM-based Evaluation Method for Generative Neural Networks», en 2019 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2019, pp. 1-6. doi: 10.1109/IJCNN.2019.8852095.
- [6] J. Langr y V. Bok, GANs in Action: Deep learning with Generative Adversarial Networks, First edition. New York, NY, USA: Manning Publications, ISBN: 978-1-61729-556-0, 2019.
- [7] S. Bengesi, H. El-Sayed, M. K. Sarker, Y. Houkpati, J. Irungu, y T. Oladunni, «Advancements in Generative AI: A Comprehensive Review of GANs, GPT, Autoencoders, Diffusion Model, and Transformers», IEEE Access, vol. 12, pp. 69812-69837, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3397775.
- [8] A. Kobayashi y S. Yamaguchi, «Extraction of Subjective Information from Large Language Models», en 2024 IEEE 48th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC), Matsue, Japan, 2024, pp. 1612-1617. doi: 10.1109/COMPSAC61105.2024.00253.
- [9] OpenAI, «ChatGPT», OpenAI - ChatGPT. Accedido: 17 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://openai.com/chatgpt/overview/>
- [10] P. Gouda, «Bangalore's Traffic Pulse», Bangalore's Traffic Pulse. Accedido: 15 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.kaggle.com/datasets/preethamgouda/bangalore-city-traffic-dataset>

Sección V

**Gestión de la Calidad
y Acreditación Educativa**

Capítulo XII

Camino a la Acreditación: Compartiendo Experiencias y Estrategias en la Licenciatura de Tecnologías de Información de la UANL

Sandra Imelda Placeres Salinas¹, Adalia Garza García²

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

² Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Contaduría Pública y Administración-Campus
Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León. agarzagr@uanl.edu.mx
Área de Conocimiento: Experiencias en los procesos de acreditación y mejora continua

Resumen. Este trabajo tiene como objetivo compartir experiencias y buenas prácticas en el proceso de acreditación y mejora continua en la licenciatura de Tecnologías de Información de la Universidad Autónoma de Nuevo León. La implementación de un drive y el uso de Teams han optimizado significativamente el proceso de auditorías de los organismos acreditadores. Una estrategia clave para fomentar la mejora continua es identificar el porcentaje de cumplimiento más alto en criterios similares entre diferentes acreditadoras, lo que facilita la implementación de acciones para elevar dicho porcentaje.

Palabras clave: Acreditaciones, buenas prácticas, mejora continua, drive, Teams

Abstract. This paper aims to share experiences and best practices in the accreditation process and continuous improvement of the bachelor's degree in information technologies at the Universidad Autónoma de Nuevo León. The implementation of the drive and the use of Teams have significantly optimized the audit process by accrediting bodies. A key strategy to promote continuous improvement is to identify the highest compliance percentage in similar criteria among different accrediting organizations, which facilitates the implementation of actions to raise that percentage.

Keywords: Accreditations, best practices, continuous improvement, drive, Teams.

Introducción

En un mundo cada vez más interconectado y competitivo, las exigencias en torno a la calidad educativa han alcanzado niveles sin precedentes. La globalización y la transformación hacia una sociedad del conocimiento han llevado a las instituciones de educación superior a replantear sus enfoques y estrategias, centrándose en la mejora continua y la rendición de cuentas. En este marco, la acreditación se ha consolidado como un mecanismo esencial para garantizar la calidad y la pertinencia de los programas educativos, desempeñando un papel fundamental tanto a nivel nacional como internacional. La acreditación no solo actúa como un sello de calidad que valida la idoneidad de los programas, sino que también establece un marco de referencia que permite a las instituciones educativas medir su desempeño y alinearse con estándares reconocidos a nivel global. Esto resulta especialmente relevante en el contexto de México y América Latina, donde la diversidad de sistemas educativos y la heterogeneidad de las instituciones plantean desafíos únicos en términos de calidad y equidad. En este país, diversos organismos de acreditación, tanto nacionales como internacionales, han surgido para evaluar y certificar la calidad de los programas educativos, contribuyendo así a la construcción de una educación superior más robusta y competitiva.

Este estudio tiene como propósito compartir las experiencias de las acreditaciones y mejora continua, así como las buenas prácticas que se han llevado a cabo en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), en la Facultad de Contaduría Pública y Administración (FACPYA) específicamente en la licenciatura en Tecnologías de Información (LTI). En última instancia, este trabajo busca contribuir a la comprensión de la acreditación como un motor de cambio y mejora en la educación superior, destacando cómo las buenas prácticas y experiencias de una carrera de la UANL pueden facilitar la consecución de la calidad educativa y la mejora continua a través de acreditaciones nacionales e internacionales. Se espera que esta experiencia sirva de referencia para otras universidades e instituciones educativas en su propio camino hacia la excelencia.

Estado del arte

Contextualización de las acreditaciones en los programas educativos

La calidad educativa representa un componente fundamental en el contexto de las dinámicas políticas, sociales, económicas y culturales contemporáneas a nivel global. La aspiración hacia una educación de calidad se ha establecido como un paradigma crucial para el desarrollo nacional, convirtiéndose en un tema central en las agendas de desarrollo de gobiernos, administraciones educativas, consejos y responsables de la formulación de políticas públicas en el ámbito educativo [1]. La excelencia académica ha ganado relevancia en los últimos tiempos, siendo un tema de amplio debate [2]. Las políticas educativas, tanto a nivel nacional como

internacional, se centran en garantizar esta excelencia, considerando el sector educativo como clave para el desarrollo de los países. En México, se plantea como una estrategia esencial para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, facilitando su movilidad social a través de la adquisición de conocimientos.

En México y América Latina, diferentes entidades de acreditación, tanto a nivel nacional como internacional, analizan y evalúan la calidad de las instituciones educativas. En México, el CIEES es el encargado de evaluar la calidad y el reconocimiento de los programas educativos mediante procesos de autoevaluación y evaluación externa [3]. El Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (SEAES) establece las directrices para esta evaluación y acreditación, coordinando a los actores involucrados y promoviendo la mejora continua de la calidad en la educación superior a través de ciclos y fases de evaluación [4]. Además, el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES) reconoce a los organismos que acreditan programas de educación superior, garantizando que se cumplan los estándares nacionales de calidad [5]. Las acreditaciones son fundamentales para garantizar la calidad en la educación superior en México y América Latina. Ofrecen un marco para evaluar el avance y las áreas que requieren mejoras. La evaluación y acreditación son dos palabras que en el campo de la educación superior resultan trascendentales en la búsqueda de la excelencia académica. Las instituciones que obtienen acreditación están más capacitadas para ajustarse a los cambios y aplicar prácticas de mejora continua [5]. Por lo tanto, es beneficioso que las instituciones de educación superior busquen acreditarse y adopten un enfoque de mejora continua.

La Universidad Autónoma de Nuevo León, de acuerdo con la tabla 1, ofrece 74 programas educativos evaluables y 16 no evaluables, sin programas en proceso de acreditación de un total de 90 licenciaturas. Actualmente, 23 programas están acreditados por el Comité Interinstitucional para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) y uno más estaba en proceso de acreditación. Además, 69 programas cuentan con la acreditación del Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES), lo que representa el 98% de sus programas educativos [6].

Tabla 1. Programas educativos acreditados UANL.

	Programas evaluables	Programas no evaluables	En proceso de evaluación	Total	Clasificados en CIEES	En proceso de acreditación	Acreditados COPAES	Número de PE acreditados	% de PE acreditados
Licenciatura	74	16	0	90	23	1	69	73	98%

La Facultad de Contaduría Pública y Administración (FACPYA) ofrece 7 programas educativos (Licenciatura en Administración, Contador Público, Licenciatura en Negocios Internacionales, Licenciatura en Tecnologías de Información, Licenciatura en emprendimiento e innovación, Licenciatura en Gestión de la Responsabilidad Social, Licenciatura en Inteligencia financiera) de los cuales los primeros 4 mencionados están acreditados por los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), Consejo de Acreditación en la Enseñanza de la Contaduría y Administración (CACECA), Consejo de Acreditación para Escuelas y Programas de Negocios (ACBSP), Agencia Internacional de Calidad Educativa (AICE) y por el Instrumento 2030. Además, la licenciatura en Tecnologías cuenta con la acreditación de Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y acreditación (ANECA). Los otros 3 programas aún no se encuentran acreditados por ser de reciente creación (Licenciatura en emprendimiento e innovación, Licenciatura en Gestión de la Responsabilidad Social y Licenciatura en inteligencia financiera) [7].

FACPYA inicia sus procesos de acreditación para asegurar la calidad de sus programas, beneficiando a los estudiantes al garantizar una formación adecuada y pertinente que aumenta su competitividad laboral. La acreditación también permite identificar áreas de mejora y fomenta una cultura de mejora continua, adaptando currículos y métodos a las demandas del entorno [8].

A continuación, se presenta en la tabla 2 la cronología de acreditaciones de la carrera de Licenciado en Tecnologías de Información y algunos de sus beneficios en la tabla 3.

Tabla 2. Primeras acreditaciones de LTI

Organismo acreditador	Carrera	Fecha primera Acreditación
CIEES	Licenciado en Tecnologías de Información	marzo 1998
CACECA	Licenciado en Tecnologías de Información	octubre 2003
ACBSP	Licenciado en Tecnologías de Información	abril 2015
ANECA	Licenciado en Tecnologías de Información	enero 2021
AICE	Licenciado en Tecnologías de Información	mayo 2021
INSTRUMENTO 2030 UANL	Licenciado en Tecnologías de Información	noviembre 2021

Tabla 3. Beneficios por organismo acreditador

Organismo Acreditador	Beneficios
CIEES	Proporciona un reconocimiento inicial de la calidad del programa educativo. Esto puede aumentar la confianza de los estudiantes y sus familias, así como mejorar la percepción del programa en el mercado laboral [9].
CACECA	Aporta un enfoque en la formación integral del estudiante, promoviendo competencias que son valoradas en el sector empresarial. Esta acreditación puede facilitar la movilidad académica y la integración de egresados en el ámbito profesional [10].
ACBSP	Enfatiza la calidad de la enseñanza y la mejora continua en el aprendizaje. Esto no solo mejora la reputación del programa, sino que también puede abrir puertas a colaboraciones internacionales y oportunidades de intercambio académico [11].
ANECA	Asegura y promueve la calidad en la enseñanza superior, a través de la evaluación, certificación y acreditación de programas, profesorado e instituciones [12].
AICE	Valida la calidad de la educación a distancia y continua. Esto es especialmente relevante en un contexto en el que la educación en línea cobra cada vez más importancia, garantizando que los programas ofrecidos cumplen con estándares internacionales [13].
INSTRUMENTO 2030	Esta acreditación está alineada al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. Asegura que el programa se ajusta a las necesidades del futuro, fomentando la innovación y la adaptación constante a nuevas tecnologías y metodologías [14].

Experiencias en los procesos de acreditación y mejora continua.

Uso del drive

Una manera de poder agilizar la recolección de las evidencias con información que genera cada una de las áreas de la dependencia, es el uso del drive mismo que fue creado de forma interna. El drive está almacenado en un NAS (almacenamiento conectado en red) de forma local. Dicho drive tiene una estructura en donde cada departamento sube la información semestralmente, que tanto al departamento de acreditaciones nacionales e internacionales les pueda servir para poder evidenciar el cumplimiento de cada uno de los criterios de los organismos acreditadores. Esta estructura está ordenada por año y semestre, donde a su vez se ordena por criterio y cada área pueda

subir sus indicadores. Esta estructura ha permitido poder ubicar de una manera más sencilla las evidencias que habrán de justificar el cumplimiento de cada instrumento de evaluación para la cual se esté trabajando. Se identifican los criterios similares y se toma como referencia el porcentaje más alto de cumplimiento que estableces y solicitan los organismos acreditadores anteriormente mencionados, para que de esta forma al cumplirse el criterio con más porcentaje se puedan cumplir los porcentajes menores en su totalidad. Cabe destacar, que el porcentaje más alto es el que se implementa en las estrategias para el logro de los criterios y la mejora continua.

En la tabla 4 se destacan los beneficios del uso del drive interno, que fortalecen el proceso de acreditación y mejoran la eficiencia operativa. Algunos de estos beneficios incluyen:

Tabla 4. Beneficios del drive institucional

Beneficios del drive institucional	Descripción
1.-Un acceso controlado y seguro	El drive interno ofrece acceso centralizado a información, permitiendo a los equipos acceder a documentos y evidencias con la debida autorización, lo que minimiza la pérdida de datos y garantiza su protección.
2.-Colaboración Efectiva	Facilita la colaboración entre áreas y departamentos al permitir que todos trabajen simultáneamente en la misma plataforma, lo que fomenta el intercambio de ideas y mejora continua en los procesos de recopilación.
3.-Actualización Continua	Cargar información semestralmente permite a cada área mantener datos actualizados, cumplir plazos de acreditación y realizar mejoras en tiempo real.
4.-Facilitación de las evaluaciones	La organización clara de la información por año, semestre y criterios facilita la preparación de las evaluaciones.
5.-Reducción de Costos	Minimizar el almacenamiento físico y la gestión manual de documentos reduce costos de impresión, almacenamiento y distribución, y permite reinvertir el tiempo ahorrado en búsqueda y organización en actividades de mayor valor para la organización.
6.-Mejor Toma de Decisiones	Con información organizada y accesible, los líderes pueden tomar decisiones estratégicas sobre el cumplimiento de criterios de acreditación, mejorando así la calidad educativa y administrativa.

En resumen, la implementación del drive interno institucional optimiza la gestión de organizaciones al proporcionar acceso seguro a la información, fomentar la colaboración en tiempo real, garantizar la actualización continua de datos y reducir costos. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también facilita la toma de decisiones informadas, fortaleciendo así la calidad educativa y administrativa.

Plataforma Teams

La plataforma Teams ha sido de gran utilidad en el manejo y preparación de la documentación para las acreditaciones, ya que concentra todos los archivos necesarios para trabajar, las evidencias requeridas y toda la información pertinente para la evaluación de las acreditaciones que han de realizarse. Este enfoque centralizado no solo optimiza el tiempo y los recursos, sino que también permite un acceso más fácil y organizado a la información. Además, algunos organismos acreditadores solicitan que se les compartan los archivos directamente a través de Teams, lo que facilita enormemente el proceso de evaluación. En caso de que se requiera compartir información o evidencias adicionales durante la auditoría, el proceso se realiza de manera rápida y eficiente, minimizando los tiempos de respuesta y asegurando que los evaluadores tengan acceso inmediato a la información necesaria.

Por otro lado, hay organismos que requieren la carga de la fundamentación de los criterios en su plataforma específica, mientras que los archivos más importantes y relevantes se pueden compartir a través de Teams. Esta flexibilidad en el uso de diferentes plataformas permite una mejor adaptación a las exigencias de cada organismo, garantizando el cumplimiento de los requisitos establecidos. Asimismo, Teams también funciona como un repositorio valioso de información evidenciada en procesos anteriores. Esto permite a los equipos comparar las fundamentaciones realizadas en su momento, facilitando así la revisión y actualización de documentos. La posibilidad de acceder a información histórica mejora la agilidad del proceso de acreditación y asegura que se mantenga la coherencia en la documentación presentada.

Adicionalmente, la seguridad que ofrece la plataforma es un aspecto crucial, ya que solo los responsables designados tienen acceso para subir o modificar archivos. Esto no solo protege la integridad de la información, sino que también asegura que solo personal autorizado pueda realizar cambios, lo que minimiza el riesgo de errores y garantiza la confidencialidad de los datos sensibles. En resumen, Teams se ha convertido en una herramienta indispensable para la gestión de acreditaciones, optimizando procesos, mejorando la comunicación y asegurando la seguridad de la información.

Metodología

La metodología utilizada para llevar a cabo una acreditación para un programa educativo se aprecia en la Figura 1 y se describe a continuación: se organiza en cinco fases principales, con actividades específicas y responsables definidos para garantizar el cumplimiento de los plazos establecidos:

La metodología utilizada para llevar a cabo una acreditación para un programa educativo se aprecia en la Figura 1 y se describe a continuación: se organiza en cinco fases principales, con actividades específicas y responsables definidos para garantizar el cumplimiento de los plazos establecidos:

Planificación Inicial y Diagnóstico (Mes 1-2)

- Actividades clave: Solicitud y elaboración de Formato y oficio de inicio, elección de organismo acreditador e inicio de elaboración de instrumento de autoevaluación, revisión de documentos internos, recopilación, validación interna.
- Participantes: Equipo de acreditaciones nacionales.

Recolección de documentación técnica y legal (Mes 3-6)

- Actividades: A la par de la elaboración del instrumento de autoevaluación, se elabora expediente para la Dirección de Adquisiciones de la UANL, elaboración de borrador, revisión, ajustes, dictamen y firma del contrato de prestación de servicios, envío del contrato de prestación de servicios a las autoridades correspondientes, pago de servicio de acreditación.
- Participantes: Equipo de acreditaciones, Secretarías, Departamentos y responsable del departamento de calidad.

Elaboración, termino y entrega del Instrumento de Autoevaluación (Mes 7- 9)

- Actividades: Entrega instrumento de autoevaluación, aviso de aceptación del instrumento.
- Participantes: Equipo de acreditaciones, Coordinador del programa educativo, Secretarías.

Preparación para la Visita de Evaluación (Mes 9-10)

- Actividades: asignación de pares evaluadores, agenda de visita virtual, visita virtual por parte de los evaluadores, organización logística y preparación del drive con evidencias.
- Participantes: Equipo de acreditaciones, Coordinador del programa educativo, Secretarías, Departamentos y responsable del departamento de calidad, organismo acreditador.

Seguimiento, Ajustes y Dictamen final (Mes 11-17)

- Actividades: elaboración de reporte por parte de los pares evaluadores, revisión del dictamen, envío de plan de mejora, comunicación con evaluadores, entrega del dictamen final.

- Participantes: Equipo de acreditaciones, coordinador del programa educativo, secretarías, departamentos y responsable del departamento de calidad, organismo acreditador.

Monitoreo y Control:

- Uso de herramientas como Excel, Teams y OneDrive para gestionar el cronograma.
- Reuniones quincenales de seguimiento para evaluar avances y resolver retrasos.
- Responsables asignados en cada fase para asegurar el cumplimiento de los tiempos.

Este método proporciona una estructura clara, roles definidos y un cronograma riguroso que facilitan un proceso ordenado y puntual hacia la acreditación del programa educativo.

Figura 1. Procedimiento de Acreditaciones



Para la recopilación de información sobre las experiencias y buenas prácticas en el proceso de acreditación de la carrera de Licenciatura en Tecnologías de Información (LTI), se contó con la valiosa experiencia de las encargadas del departamento de acreditaciones nacionales para este trabajo de investigación, quienes han trabajado durante más de diez años en procesos de acreditación tanto a nivel nacional como internacional en la Facultad de Contaduría Pública y Administración (FACPYA). Este prolongado recorrido ha permitido adquirir un profundo conocimiento sobre las exigencias y criterios de los diferentes organismos acreditadores. Adicionalmente, se ha recopilado información a lo largo de los años, proveniente de diversas fuentes, incluyendo documentos institucionales, informes de autoevaluación, y estudios de caso de acreditaciones previas.

Esta información no solo refleja los procesos y requisitos específicos de cada acreditador, sino también las lecciones aprendidas, los desafíos enfrentados y las estrategias implementadas para superarlos. Este enfoque integral y colaborativo garantiza que la información recopilada sea no solo representativa, sino también relevante, permitiendo así la identificación de áreas de mejora y el establecimiento de recomendaciones concretas para fortalecer el proceso de acreditación en la carrera de LTI.

Resultados

Los resultados obtenidos del estudio destacan no solo la eficiencia y productividad en la Secretaría de acreditaciones de la FACPYA, sino también el impacto positivo que estas experiencias han tenido en el desarrollo profesional del personal involucrado. La capacitación continua y el intercambio de buenas prácticas han fomentado un ambiente de colaboración y aprendizaje, lo que ha permitido identificar y consolidar las fortalezas del programa educativo. Un programa acreditado nacional e internacionalmente propicia una mayor alineación entre los objetivos académicos y las necesidades del entorno laboral, garantizando así que nuestros egresados cuenten con las competencias necesarias para enfrentar los retos del mercado. Este proceso ha sido clave para establecer indicadores de calidad que nos ayuden a medir nuestro avance y asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas.

Asimismo, al fomentar una cultura de calidad y mejora continua en la academia, ha logrado una mayor involucración de todos los actores del proceso educativo, desde docentes hasta estudiantes, lo que ha fortalecido el compromiso institucional con la excelencia. En este sentido, el programa educativo no solo se convierte en un referente por su calidad, sino también por su capacidad de adaptarse y evolucionar en función de las demandas sociales y del avance del conocimiento. Finalmente, el camino recorrido también ha permitido establecer vínculos más sólidos con otras instituciones y organizaciones, facilitando el intercambio de experiencias y el aprendizaje colectivo. Esto no solo enriquece nuestro programa educativo, sino que también contribuye a posicionar a nuestra institución como un líder en la promoción de estándares de calidad en la educación superior. Todo esto nos impulsa a seguir trabajando en la mejora continua y a mantenernos en la búsqueda de la excelencia educativa. Obtener la acreditación del programa académico la establece como una institución de confianza y renombre. Este proceso no solo potencia su prestigio, sino que también asegura la calidad educativa y abre la puerta a nuevas oportunidades para toda tu comunidad educativa. Además de mejorar la calidad interna de la enseñanza, la acreditación contribuye a elevar la reputación de la institución. Esto, a su vez, facilita la atracción de un mayor número de estudiantes y fortalece las relaciones con otras instituciones educativas, fomentando intercambios y colaboraciones fructíferas. Las acredi-

taciones también aseguran que los programas académicos proporcionen a los estudiantes las competencias y herramientas necesarias para enfrentar con éxito el mercado laboral, preparándolos para ser profesionales altamente calificados y competitivos en su área.

Conclusiones y futuras líneas de investigaciones

El uso del drive interno para la recolección de evidencias generadas por las diferentes áreas de la dependencia es una estrategia efectiva para optimizar el proceso de acreditación. Este drive permite que cada departamento cargue la información de manera semestral, facilitando así la recopilación de datos necesarios para evidenciar el cumplimiento de los criterios establecidos por los organismos acreditadores nacionales e internacionales. La estructura del drive está organizada por año y semestre, y dentro de esta, por criterio, lo que simplifica la localización de las evidencias requeridas para cada instrumento de evaluación.

Cada área debe subir la información semestralmente, considerando todos los criterios de todas las acreditadoras que son iguales o similares. Una vez identificados, se utiliza el porcentaje más alto de cada uno como referencia, de modo que al cumplir con el criterio que tiene el porcentaje más alto se puedan cumplir los otros criterios en su totalidad. Este enfoque asegura que las estrategias implementadas para el cumplimiento de criterios se basen en la mejora continua. El uso del drive interno proporciona múltiples beneficios que fortalecen tanto el proceso de acreditación como la eficiencia operativa de la dependencia. Algunos de estos beneficios son: acceso controlado y seguro, colaboración efectiva, actualización continua, facilitación de las evaluaciones, reducción de costos, mejor toma de decisiones.

En conclusión, la implementación del drive interno no solo facilita la recopilación de evidencias, sino que también contribuye a la mejora de la eficiencia, la colaboración, la transparencia y, en última instancia, la calidad de la institución en su camino hacia la acreditación.

Por otro lado, la plataforma Teams se ha consolidado como una herramienta esencial para la gestión de acreditaciones, al centralizar la documentación necesaria, optimizar el acceso a la información y facilitar la comunicación durante las auditorías. Su enfoque organizado y la capacidad de compartir archivos directamente con organismos acreditadores mejoran la eficiencia y reducen los tiempos de respuesta. Además, la flexibilidad para utilizar diferentes plataformas según los requisitos de cada organismo, junto con su función como repositorio de información histórica, permite una adaptación efectiva y una revisión constante de la documentación. La seguridad que ofrece, al restringir el acceso a personal autorizado, protege la integridad y confidencialidad de los datos. En conjunto, Teams no solo optimiza los procesos de acreditación, sino que también asegura una gestión más eficiente y segura de la información.

Una de las posibles líneas de investigación sería un análisis de cómo integrar la inteligencia artificial (IA) para generar en los instrumentos de acreditación, una redacción mejorada, concisa y clara. Además, analizar el rol de la educación en la sostenibilidad y cómo esto puede reflejarse en los procesos de acreditación. Estas líneas de investigación tienen el potencial de contribuir significativamente a la mejora de la calidad educativa y a la efectividad de los procesos de acreditación.

Referencias

- [1] Vega Angarita, O. (2020). Calidad en educación superior y acreditación de alta calidad: contextualización. *Avances en Enfermería*, 38(1), 7-8. DOI: <https://doi.org/10.15446/av.enferm.v38n1.83875>
- [2] García Quintanilla, K. (2025). *Gobernanza universitaria con enfoque en el aseguramiento de la excelencia académica en México* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- [3] Comités Interinstitucionales Para La Evaluación de La Educación Superior (CIEES) (2023). En [https:// www.ciees.edu.mx](https://www.ciees.edu.mx)
- [4] Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (SEAES) (2023). Marco General del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior. En <https://educacionsuperior.sep.gob.mx/seaes/>
- [5] Ochoa Oliva, M. (2024). Reflexión sobre las instancias de evaluación externa y acreditación para las Instituciones de Educación Superior en México. *Revista CONAIC Tecnología educativa*. Vol. 11. núm 3. [https:// www.terc.mx/index.php/terc/article/view/446](https://www.terc.mx/index.php/terc/article/view/446)
- [6] Dirección del Sistema de Estudios de Licenciatura, 2023.
- [7] Facultad de Contaduría Pública y Administración. Oferta educativa. (2025). https://www.uanl.mx/oferta/?search_esc_facu=Facultad+de+Contaduría+Pública+y+Administración&search_esc_area=&search=
- [8] Secretaria de acreditaciones de FACPYA. (2025)
- [9] CIEES (s. f.). Mejor Educación Superior. <https://www.ciees.edu.mx/>
- [10] CACECA. (s. f.). <https://www.caceca.org/>
- [11] ACBSP (s.f). [https:// acbsp.org](https://acbsp.org)
- [12] ANECA (s. f.). <https://www.ciencia.gob.es/Ministerio/Mision-y-organizacion/Entidades-Adscritas/ANECA.htm>
- [13] AICE (2021). <https://calidadeducativa.org>
- [14] Instrumento 2030. <https://calidadeducativa.org>. UANL. (2022). Procedimiento de acreditaciones de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Tendencias, estrategias y proyección internacional de la educación en TI, de la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la I, A.C., Información, fue editado en la Ciudad de México, México. La edición se terminó en diciembre de 2025.

En una era definida por la aceleración digital y la Inteligencia Artificial, la educación superior enfrenta el desafío de reinventarse. Esta obra reúne una colección de investigaciones que exploran cómo las tecnologías emergentes no solo están transformando las herramientas de enseñanza, sino redefiniendo el perfil del futuro profesional en Tecnologías de Información.

A través de un recorrido multidisciplinario, los autores abordan las problemáticas más urgentes del sector: desde el análisis crítico y la regulación de la Inteligencia Artificial Generativa en las aulas, hasta la implementación de modelos de aprendizaje automático (Machine Learning) para predecir el rendimiento y la adaptabilidad estudiantil.

El lector encontrará en estas páginas soluciones tangibles y casos de éxito que integran:

- Innovación pedagógica e inclusión: Estrategias para cerrar la brecha de género mediante educación STEAM en comunidades rurales y nuevas metodologías docentes como el uso de screencasting y laboratorios virtuales.
- Desarrollo tecnológico aplicado: Proyectos de ingeniería que van desde el monitoreo de energía solar mediante IoT y redes neuronales, hasta el desarrollo de interfaces humano-máquina para la asistencia médica.
- Vinculación y calidad: Propuestas para fortalecer la conexión entre la universidad y la industria mediante proyectos integradores y análisis sobre la pertinencia curricular ante la Industria 4.0.

Compilada por la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información (ANIEI), esta obra es una referencia indispensable para académicos, investigadores y directivos comprometidos con la formación de capital humano capaz de liderar la sociedad del conocimiento.