

International Journal of Information Science
and Technological Applications-UAS

IJISTA



Junio-Noviembre 2025 Vol. I Núm. II

U N I V E R S I D A D A U T Ó N O M A D E S I N A L O A



ISSN (en trámite)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

**International Journal of Information Science and
Technological Applications-UAS**

IJISTA

Vol. 1. Núm. 2, Noviembre 2025. ISSN(en trámite)

REVISTA

Facultad de Informática Culiacán



Culiacán de Rosales, Sinaloa, México.

<https://revistas.uas.edu.mx/index.php/IJISTA/index>

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Dr. Jesús Madueña Molina

Rector

Dra. Nidia Yuniba Brunn Corona

Secretario General

Dr. Alfonso Mercado Gómez

Director de Servicios Escolares

Dr. Sergio Mario Arredondo Salas

Secretario Académico Universitario

Dr. Wenseslao Plata Rocha

Vicerrector de Unidad Regional Centro

Dra. Marcela de Jesús Vergara Jiménez

Director General Investigación y Posgrado

Dr. Joel Cuadras Urías

Director General del Sistema Bibliotecario

Dr. Roberto Bernal Guadiana

Director de la Facultad de Informática Culiacán

Dra. Xiomara Penélope Zaldívar Colado

Editora en Jefe de la Revista IJISTA-UAS

Comité Editorial

Dr. Roberto Bernal Guadiana

roberto.bernal@uas.edu.mx

Director de la Revista

Dra. Xiomara Penélope Zaldívar Colado

editor.ijista@uas.edu.mx

Editor en Jefe

MC. Raúl Quevedo García

admi.ijista@uas.edu.mx

Administrador Open Journal System

Dr. José de Jesús Uriarte Adrian

gestor.ijista@uas.edu.mx

Gestor Editorial

MC. Thania Roxaana Félix González

difusion.ijista@uas.edu.mx

Editor de Difusión y Comunicación

Dra. Cynthia Itzel Jiménez Bernal

cynthiajimenez@uas.edu.mx

Corrector de Estilo

Lic. Vladimir Nieves Cázarez

traductor.ijista@info.uas.edu.mx

Traductor

Lic. Oscar Mejía Quintero

Diseñador y Maquetado

Comité Editorial

Dr. José de Jesús Uriarte Adrian (UAS)
jesusuriarte@uas.edu.mx

MC. Thania Roxaana Félix González (UAS)
thaniafelix@uas.edu.mx

Dr. Juan Francisco Figueroa Pérez (UAS)
juanfco.figueroa@uas.edu.mx

MC. Raúl Quevedo García (UAS)
raul.quevedo@info.uas.edu.mx

Dr. Topacio Osuna Altamirano (UAS)
topacio@uas.edu.mx

Dra. María Guadalupe Soto Decuir (UAS)
lupita.soto.decuir@uas.edu.mx

Dra. María del Rosario Salmán Valdez (UAS)
chayitosalman@uas.edu.mx

Dr. Humberto Rodríguez López (UAS)
humbertorl@uas.edu.mx

Dra. Natividad Cobarrubias Soto (UAS)
natividadcs@uas.edu.mx

Comité Científico

Dr. Inés Fernando Vega López
Universidad Autónoma de Sinaloa

Dr. Pedro Luis Manuel Podesta Lerma
Universidad Autónoma de Sinaloa

Dr. Juan Cayetano Niebla Zatarain
Universidad Autónoma de Occidente

Dra. Dora Aydee Rodríguez Vega
Universidad Politécnica de Sinaloa

Dr. Juan Manuel Ibarra Zannatha
Centro de Investigación y de Estudios
Avanzados del Instituto Politécnico
Nacional

Dr. Amilcar Meneses Viveros
Centro de Investigación y de Estudios
Avanzados del Instituto Politécnico
Nacional

Dr. Juan Antonio Aguilar Rodríguez
Universidad Autónoma de Occidente

Dr. Oscar Lozano Carrillo
Universidad Autónoma Metropolitana

Dr. José Ángel González Fraga
Universidad Autónoma de Baja California

MC. Elena Muñoz España
Universidad del Cauca, Colombia

Dra. Graciela Rodríguez Vega
Universidad de Sonora

Cintillo Legal

International Journal of Information Science and Technological Applications-UAS IJISTA, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Sinaloa, a través de la Facultad de Informática Culiacán, Dirección: C. Josefa Ortiz de Domínguez S/N, Cd Universitaria, Ciudad Universitaria, 80013, Culiacán Rosales, Sinaloa, México. Tel. 667 716 1361. <https://revistas.uas.edu.mx/index.php/IJISTA>, editor.ijista@uas.edu.mx, Editora responsable: Dra. Xiomara Penélope Zaldívar Colado. Reservas de Derecho al Uso Exclusivo: en trámite, ISSN (en trámite), ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Las opiniones expresadas por los autores no reflejan la postura del editor de la publicación. Todos los artículos son de creación original del autor, por lo que esta revista se deslinda de cualquier situación legal derivada por plagios, copias parciales o totales de otros artículos ya publicados y la responsabilidad legal recaerá directamente en el autor del artículo.

Cada manuscrito está bajo la licencia Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

CONTENIDO

Editorial

Carta del Editor

Dra. Xiomara Penélope Zaldívar Colado.

08 – 09

Artículos Científicos

De Portales Estáticos a Canales Estratégicos: Metodología para la Gestión y Transformación de Sitios Web de Posgrado

Núñez Avena H. de J., Olivas Bueno J., Zaldívar Colado U.

10 – 16

Análisis del Impacto del Uso de Tecnologías en Estudiantes Universitarios mediante Procesamiento de Datos con Python

González Rosas J. C., Pérez Aguilar L. Y., López Sotelo Y., López Osorio R. F.

17 – 28

Propuesta metodológica de un aula interactiva basada en una teoría constructivista para incrementar el interés en áreas STEM en estudiantes de educación primaria

Rodríguez Martínez J. E., Melchor Sarabia J. A., Valenzuela García Paola., Sánchez Morales J. A., Valenzuela García C. P., Del Valle Castillo Nájera Z.

29 – 33

Inteligencia artificial para la detección de cáncer de pulmón: revisión descriptiva de estudios recientes (2021-2025)

Serrano Payán K. A., Cruz Moreno R. F., Gallardo Zazueta J. U., Delgado Nieblas F. C.

34 – 39

Derivación bajo el signo integral:

En busca de aplicaciones para el truco de Feynman

Estrada Aguayo E. R.

40 – 44

Editorial

Carta del Editor

Es un honor para nosotros presentar a la comunidad académica el Volumen 1, Número 2 de la revista International Journal of Information Science and Technological Applications-UAS IJISTA, con la presentación de este número, inauguramos un nuevo período rectoral bajo la conducción del Dr. Jesús Madueña Molina, a quien le agradecemos las facilidades otorgadas para que esta edición se llevara a cabo, así como también le expresamos nuestros mejores deseos en la gestión que ha iniciado, confiamos en su compromiso con la excelencia académica, la innovación y la proyección social, tal como se plasma en los ejes estratégicos del Plan de Desarrollo Institucional con Visión de Futuro 2029.

Este número refrenda el compromiso de la revista International Journal of Information Science and Technological Applications-UAS IJISTA con la difusión de investigaciones rigurosas, actuales y socialmente pertinentes en el campo de las ciencias de la información, la analítica de datos y las aplicaciones tecnológicas en contextos educativos.

La primera contribución, titulada De Portales Estáticos a Canales Estratégicos: Metodología para la Gestión y Transformación de Sitios Web de Posgrado, presenta una metodología integral para la gestión continua y actualización de portales digitales académicos, abordando aspectos clave de usabilidad, accesibilidad y comunicación estratégica en la educación especializada. Los autores proponen un modelo estructurado en fases que optimiza la experiencia del usuario y fortalece la competitividad institucional.

Seguidamente, se expone la Propuesta metodológica de un aula interactiva basada en una teoría constructivista para incrementar el interés en áreas STEM de estudiantes de educación primaria, donde se propone un diseño pedagógico innovador fundamentado en el construccionismo de Papert, uso de tecnologías educativas como la impresión 3D y la programación visual. Esta iniciativa fomenta el aprendizaje activo y el desarrollo de competencias esenciales para la educación básica, validando un modelo aplicable a futuro en diversos contextos educativos.

La tercera aportación, Inteligencia artificial para la detección de cáncer de pulmón: revisión descriptiva de estudios recientes (2021-2025), realiza una síntesis crítica de investigaciones recientes que aplican modelos de aprendizaje automático para el diagnóstico temprano del cáncer pulmonar mediante análisis de imágenes médicas. Se destacan arquitecturas de punta y se identifican desafíos metodológicos que orientan futuras líneas de investigación y procesos de validación clínica.

Asimismo, se presenta un análisis teórico y pedagógico sobre el Método de derivación bajo el signo integral, popularizado por Richard Feynman, aplicado a la normalización de la distribución normal, que destaca la elegancia y eficacia de esta técnica en comparación con métodos convencionales. El análisis concluye que esta técnica no sólo es una herramienta eficaz para la resolución de problemas específicos, sino que también fomenta una comprensión más profunda de la interacción entre el cálculo integral y diferencial. Este trabajo ofrece una perspectiva didáctica que enriquece la comprensión de técnicas avanzadas de cálculo integral y sus aplicaciones en estadística.

Finalmente, el análisis Impacto del uso de tecnologías en estudiantes universitarios mediante procesamiento de datos con Python examina, desde un enfoque cuantitativo riguroso, cómo los hábitos tecnológicos afectan el rendimiento académico y el bienestar emocional. La investigación proporciona evidencias clave para el desarrollo de estrategias institucionales destinadas a promover el equilibrio y la salud digital en las comunidades académicas.

Estas investigaciones evidencian el compromiso de la revista con la promoción de estudios multidisciplinarios que contribuyen al avance del conocimiento y la innovación en el ámbito de las ciencias de la información y la tecnología. Agradecemos a los autores por su valiosa contribución y a los revisores por su labor rigurosa en garantizar los estándares científicos que distinguen nuestra publicación.

Agradecemos a las y los autores por su confianza en nuestra revista, al comité editorial, equipo técnico, al cuerpo de académicos que colabora en la revisión de los manuscritos, así como a la comunidad lectora que impulsa la consolidación de IJISTA como un espacio de divulgación científica de calidad.

Invitamos a la comunidad académica a continuar enviando sus investigaciones y a participar activamente en la construcción de conocimiento que responda a los retos actuales de las tecnologías de la información.

Invitamos a los lectores a abordar estos trabajos con una mirada crítica y reflexiva, fomentando el diálogo académico y la generación de nuevas investigaciones que respondan a los desafíos presentes y futuros en este campo disciplinar.

Con aprecio,

Dra. Xiomara Penélope Zaldívar Colado

Editora en Jefe

**International Journal of Information Science and Technological Applications-UAS
IJISTA**

De portales estáticos a canales estratégicos: metodología para la gestión y transformación de sitios web de posgrado

From static portals to strategic channels: a methodology for the management and transformation of postgraduate websites

Héctor de Jesús Núñez Avena¹, Jennifer Olivas Bueno¹, Ulises Zaldívar Colado¹

¹Facultad / Facultad de informática Culiacán, Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

Autor de Correspondencia: Ulises Zaldívar Colado, ulises.zaldivar@info.uas.edu.mx, ORCID 0000-0001-6493-3553

Recibido: octubre 2025, **Aceptado:** octubre 2025, **Publicado:** noviembre 2025

Resumen:

El proyecto presenta una metodología para la administración y mantenimiento de páginas web de programas de posgrado, enfocada en asegurar su actualización, funcionamiento técnico y accesibilidad. Los sitios web universitarios son una herramienta estratégica de comunicación e imagen institucional, aunque a menudo presentan problemas de falta de actualización, baja usabilidad y diseños poco atractivos. El objetivo general es proponer un modelo de gestión integral para difundir información académica, administrativa y cultural de manera eficiente, fortaleciendo la comunicación institucional y la imagen innovadora de las universidades. La metodología se estructura en cinco fases: análisis y planificación, diseño, desarrollo y gestión, implementación, y mantenimiento/actualización. En conclusión, el proyecto busca transformar los portales de posgrado en canales dinámicos, confiables y estratégicos para mejorar la experiencia del usuario e impulsar la competitividad de los programas académicos.

Palabras Clave:

Administración web, Usabilidad, Posgrado, Comunicación digital, Universidad Autónoma de Sinaloa, Actualización de contenidos.

Abstract:

This project focuses on a methodology for the administration and maintenance of postgraduate websites to ensure their update, technical functionality, and accessibility. University websites are a strategic tool for communication and institutional image, although they often present problems such as lack of updates, low usability, and unattractive designs. The general objective is to comprehensively manage these websites to efficiently disseminate academic, administrative, and cultural information, strengthening institutional communication and the innovative image of the university. The methodology is structured in five phases: analysis and planning, design, development and management, implementation, and maintenance/update. In conclusion, the project seeks to transform postgraduate portals into a dynamic, reliable, and strategic channel to improve user experience and boost the competitiveness of academic programs.

Keywords:

Web administration, Usability, Postgraduate studies, Digital communication, Universidad Autónoma de Sinaloa, Content updates.

1. Introducción

En la actualidad, los sitios web de las instituciones de educación superior constituyen uno de los principales canales de comunicación, difusión y vinculación entre la universidad y sus diversos públicos, incluyendo aspirantes, estudiantes, docentes, investigadores, egresados y la sociedad en general. A través de estas plataformas digitales, las universidades y posgrados no solo informan sobre su oferta académica, requisitos de ingreso y procesos administrativos, sino que también proyectan su identidad institucional, su prestigio y su compromiso con la calidad educativa. Por lo tanto, esta sección es necesaria ya que brinda un panorama general del tema, explica la relevancia del estudio y justifica su pertinencia, buscando contextualizar el problema y dejar en claro la importancia que tiene la investigación.

Se presenta una revisión breve del estado del arte identificando el vacío de conocimientos y justificando el trabajo presentado. No obstante, su relevancia estratégica, es común encontrar problemáticas que limitan su funcionalidad y efectividad, como la falta de actualización de contenidos, las dificultades de navegación y usabilidad, la ausencia de criterios de accesibilidad, la información incompleta o poco clara, y los diseños desalineados con las tendencias actuales. Estas limitaciones afectan la experiencia del usuario y pueden impactar negativamente en la percepción institucional y la toma de decisiones de los aspirantes, especialmente en el nivel de posgrado, donde se requiere información precisa y detallada.

El problema central radica en la brecha entre el papel que los sitios web deberían desempeñar y la realidad de su diseño, organización y actualización. En este contexto, se vuelve indispensable analizar hasta qué punto los sitios web cumplen con su papel estratégico como herramienta de información, promoción y servicio.

El presente proyecto se enfoca en la administración y gestión integral de la página web de Posgrado de la Universidad Autónoma de Sinaloa. El objetivo es asegurar su actualización constante, correcto funcionamiento técnico y accesibilidad, favoreciendo la difusión eficiente y oportuna de información, y fortaleciendo la comunicación institucional y la proyección de una imagen innovadora en el entorno digital. Un análisis riguroso y comparativo permitirá visibilizar estas deficiencias y proponer lineamientos que fortalezcan la comunicación digital educativa en un entorno altamente competitivo.

2. Trabajos Relacionados

2.1: El sitio web como herramienta estratégica y de comunicación

El sitio web es una herramienta estratégica de comunicación y marketing fundamental, ya que actúa como la plataforma central que maximiza la conclusión

clave de la investigación: que el Contenido Generado por la Institución (CGE) con Storytelling es más efectivo que el Contenido Generado por Usuarios (CGU). Su valor radica en que la institución mantiene el control total sobre la calidad de la producción, el diseño y la coherencia de la narrativa, elementos esenciales para que el storytelling sea convincente y profesional. Además, el sitio web permite una medición estratégica y precisa de la interacción del usuario con la historia, optimizando su efectividad, y funciona como el ancla de conversión, dirigiendo al visitante hacia la acción deseada. [3]

En el ámbito académico y de responsabilidad social, esta centralidad del sitio web se confirma al ser el escenario principal donde las universidades, especialmente las de Arabia Saudita, comunican la integración de los Principios para la Educación en Gestión Responsable (PRME). La Netnografía demuestra que los reclamos públicos en los sitios web son cruciales para demostrar el compromiso con la ética, la sostenibilidad y la Visión 2030 del país, buscando legitimidad. No obstante, esta misma visibilidad revela una brecha significativa entre la adopción superficial de los principios en línea y su integración sustantiva en la operación académica. El sitio se convierte, por lo tanto, en el barómetro de la integración real versus la retórica institucional. [10]

Por otra parte, como herramienta de investigación y visibilidad de impacto, el sitio web es validado como un repositorio de información superior para el estudio de actividades complejas como la Transferencia de Conocimiento y Tecnología (KTT). La capacidad de analizar el contenido en línea mediante herramientas avanzadas permite a los investigadores superar las limitaciones de métricas tradicionales, como las patentes. De esta forma, el sitio web se convierte en una fuente de datos rica y multidimensional que refleja el alcance completo de la KTT —incluyendo la colaboración con la industria y las actividades de start-ups—, ofreciendo un valioso reflejo de la estrategia institucional y su alineación con el entorno regional. [9]

2.2: El sitio web como servicio al estudiante (Usabilidad y Contenido)

El sitio web universitario se establece como una herramienta estratégica de servicio esencial para el estudiante, cuya efectividad depende crucialmente de la primera impresión que proyecta. Esta impresión inicial es determinante y debe ser evaluada rigurosamente mediante las métricas clave de [7], que aseguran la alineación entre la Usabilidad y el Contenido: el servicio digital requiere una Estética Visual atractiva y una Usabilidad Percibida que simplifique la navegación, junto con una Confiabilidad que forje la credibilidad institucional. Crucialmente, el sitio debe exhibir Prototipicidad, pareciéndose a lo que el usuario espera de un portal educativo. Al optimizar estas cuatro dimensiones, la

institución garantiza que el sitio web sea un punto de servicio intuitivo y confiable que retiene al usuario y facilita su interacción inicial con la universidad.

Sin embargo, la calidad de este servicio digital no se limita a su diseño y percepción inicial, sino que es fundamentalmente definida por la claridad y accesibilidad de su contenido académico. Un estudio de [6]. complementa esta visión al demostrar la importancia crucial de la claridad de la información, particularmente para los aspirantes a posgrado. El análisis de sitios de másteres reveló que la información referente a la investigación disponible era frecuentemente vaga y difícil de localizar, un defecto que perjudica directamente la toma de decisiones fundamentada de los futuros estudiantes. Por lo tanto, para que el sitio web funcione eficazmente como una herramienta de orientación y servicio, debe ir más allá de la usabilidad percibida, priorizando la especificidad y la transparencia del contenido central, como las oportunidades de investigación.

2.3: El sitio web como plataforma inclusiva (Accesibilidad)

El sitio web se configura como una plataforma fundamentalmente inclusiva para la institución educativa, y su efectividad como servicio depende directamente de su accesibilidad. La implementación rigurosa de estándares internacionales, como las directrices WCAG (Web Content Accessibility Guidelines), es esencial para garantizar que el contenido sea perceptible, operable, comprensible y robusto para todos los usuarios, independientemente de sus capacidades o de la tecnología de asistencia que utilicen. Al construir una plataforma digital sin barreras, la universidad cumple con un mandato ético y legal, transformando su sitio de un simple punto de información a un servicio equitativo que asegura la plena participación de personas con discapacidades. Por lo tanto, la accesibilidad no es un añadido técnico, sino el pilar de la inclusión digital que define al sitio web como una verdadera plataforma de servicio universal.

2.1. Acrónimos

ANOVA: Análisis de Varianza

C: Comentar (en redes sociales)

CGE: Contenido Generado por la Empresa

CGU: Contenido Generado por el Usuario

CHGE: Contenido Humorístico Generado por la Empresa

CNGE: Contenido Narrativo Generado por la Empresa

FC: Fluidez Conceptual

ICV: Intenciones de Compra Verde

IMC: Índice de Masa Corporal

L: "Me gusta" (en redes sociales)

MANOVA: Análisis de Varianza Multivariante

PRME: Principios para la Educación en Gestión Responsable (Principles for Responsible Management Education)

S: Compartir (en redes sociales)

TCT: Transferencia de Conocimiento y Tecnología

WCAG: Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (Web Content Accessibility Guidelines)

WCAG-EM: Metodología de Evaluación de la Conformidad de la Accesibilidad de los Sitios Web.

3. Metodología

La presente investigación aplica un enfoque metodológico mixto, combinando el análisis técnico de plataformas web con la evaluación cualitativa de la comunicación estratégica, enmarcado en el proyecto de "Administración y gestión de la página web y redes sociales del Posgrado". La metodología se estructura en cuatro fases secuenciales, diseñadas para diagnosticar, intervenir y mantener la eficacia del ecosistema digital del posgrado.



Fig. 1. Fases de la metodología de gestión integral del portal de Posgrado (Fuente: Elaboración propia).

3.1. Fase 1: Análisis y Planificación (Diagnóstico Integral)

Esta fase inicial se centra en establecer una línea base exhaustiva del estado actual del sitio web. Para ello, se emplea un análisis multifacético inspirado en los trabajos de investigación relacionados, dividido en las siguientes sub-áreas:

3.1.1. Evaluación de Accesibilidad Web (Enfoque Técnico-Ético)

En línea con la literatura que enmarca la accesibilidad como un "derecho humano básico" y no como una característica opcional, se realiza una auditoría técnica. Siguiendo la metodología de [8], [5], la evaluación se fundamenta en las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.1. Se utilizan herramientas de evaluación automatizada como WAVE y axe Dev para identificar errores de alta frecuencia, tales como la falta de texto alternativo en elementos no textuales y los errores de contraste de color, problemas recurrentes en sitios de educación superior.

3.1.2. Análisis de Contenido y Comunicación Estratégica

Se aplica una metodología de "Análisis de Contenido" y "Netnografía" para evaluar la arquitectura de la información y la estrategia de comunicación. El análisis se enfoca en:

1. **Claridad de la Oferta Académica:** Inspirado en [6], se evalúa la facilidad de acceso y la claridad de la información crítica para los aspirantes, como planes de estudio, líneas de investigación y requisitos de egreso. El objetivo es detectar información vaga o de difícil acceso que pueda obstaculizar la toma de decisiones del estudiante.
2. **Formato y Estrategia de Contenido:** Se analiza si la comunicación se limita a anuncios informativos o si emplea técnicas de *storytelling* (contenido narrativo). Acorde con los hallazgos de [3], se busca determinar la estrategia más efectiva, dado que el contenido narrativo generado por la institución (CNGE) ha demostrado ser más poderoso para impulsar la interacción.
3. **Análisis Crítico (Brecha Simbólica):** Utilizando el marco de [10], se evalúa la posible existencia de una "adopción simbólica". Es decir, se contrasta el discurso del sitio web (ej. innovación, calidad, sostenibilidad) con la integración real de estos principios, buscando identificar la brecha entre la imagen proyectada y la sustancia operativa.

3.1.3. Auditoría de Percepción y Experiencia de Usuario (UX)

Basado en el trabajo de [7], se establece un marco para evaluar la primera impresión y la experiencia de usuario. Esta evaluación se centra en cuatro métricas clave que determinan la percepción del usuario sobre la institución: Estética Visual (¿es agradable?), Usabilidad Percibida (¿parece fácil de usar?), Confiabilidad (¿inspira confianza?) y Prototipicidad (¿el diseño se ajusta a lo que un usuario espera de un sitio universitario?) [7].

3.2. Fase 2: Diseño y Desarrollo (Intervención Basada en Evidencia)

Los resultados del diagnóstico de la Fase 1 informan directamente las acciones de esta fase. El rediseño y desarrollo no se basan en supuestos estéticos, sino en la corrección de deficiencias documentadas. Esto incluye:

- **Corrección Técnica:** Implementación de soluciones de código (HTML y CSS) para solventar los errores de accesibilidad WCAG

identificados (ej. añadir atributos "alt" y ajustar la paleta de colores).

- **Rediseño de Arquitectura de Información:** Reestructuración de menús y rutas de navegación para priorizar la claridad de la oferta académica y facilitar el acceso a información clave.
- **Desarrollo de Contenido Estratégico:** Creación de nuevos módulos de contenido basados en el *storytelling* (ej. perfiles de egresados, historias de investigación) en lugar de depender únicamente de anuncios.

3.3. Fase 3: Implementación y Gestión de Contenidos

Esta fase aborda la ejecución del proyecto. Se implementan las mejoras técnicas y de diseño en el servidor de producción. Paralelamente, se establece un flujo de trabajo para la "administración y mantenimiento" del sitio. Esto implica la definición de roles, la capacitación en el gestor de contenidos (CMS) y la puesta en marcha de un calendario editorial para la publicación de contenido narrativo y la actualización de información administrativa y académica.

3.4. Fase 4: Mantenimiento y Evaluación Continua

Siguiendo el objetivo de "asegurar su actualización constante", esta fase establece un ciclo de mejora continua. Se programan auditorías de accesibilidad y contenido de forma periódica (trimestral o semestral) para prevenir la obsolescencia. Asimismo, se monitorean las métricas de analítica web (ej. tasa de rebote, páginas más visitadas) y el feedback de los usuarios para realizar ajustes iterativos, transformando el portal en un canal "dinámico, confiable y estratégico".

4. Resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos organizados, utilizando tablas y/o figuras. Es importante solo mostrar los datos de manera organizada y objetiva, la interpretación y análisis se realizará en la siguiente sección.

Tipo de Error (WCAG)	Frecuencia (N°)	Impacto en el Usuario
Errores de Contraste	28	Dificultad de lectura para usuarios con baja visión.
Texto Alternativo Ausente	15	Imágenes inaccesibles para lectores de pantalla.
Etiquetas de Formulario Faltantes	6	Dificultad para rellenar formularios de contacto/inscripción

Tabla 1. Auditoría de Accesibilidad

Tipo de Contenido	Frecuencia (%)	Interacción Promedio (Likes+Shares)
Anuncios / Información	85	
Storytelling (Historias de éxito)	10	12.5
Contenido Generado por Usuario (CGU)	5	20.1

Tabla 2. Análisis de Contenido de Redes Sociales

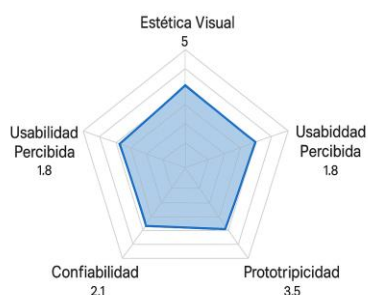


Fig. 2. Evaluación de la percepción de usuario del portal de Posgrado (Diagnóstico inicial)

Métrica	Valor (Antes - Oct 2025)	Mejora (%)
Errores de Accesibilidad (WCAG)	49	93.9%
Puntuación de Usabilidad (1-5)	2.1	109.5%
Tasa de Rebote (Google Analytics)	78%	-46.1%

Tabla 3. Comparativa de Métricas (Resultados Finales)

5. Análisis de Resultados

En esta sección se realiza una interpretación de los datos presentados en la sección de Resultados, conectándose con los objetivos del proyecto y los trabajos relacionados. Análisis de la Auditoría Inicial (Tabla 1)

Los hallazgos de la auditoría técnica, resumidos en la Tabla 1, revelan un déficit de accesibilidad significativo en el estado inicial del portal. El alto número de errores de contraste (N=28) y la ausencia de texto alternativo en imágenes (N=15) no son fallos técnicos menores; representan barreras directas para usuarios con discapacidades visuales, limitando el alcance de la comunicación institucional.

Estos datos confirman la tendencia identificada en la literatura ([8], [5]), donde se demuestra que incluso los portales de educación superior de alto nivel fallan sistemáticamente en cumplir los estándares básicos de las

WCAG. Este diagnóstico validó la necesidad de priorizar la accesibilidad en la fase de rediseño, no solo como una mejora técnica, sino como un requisito ético y de inclusión.

Análisis de la Estrategia de Contenidos (Tabla 2)

El análisis de la comunicación digital, detallado en la Tabla 2, expone una clara ineficiencia en la estrategia de redes sociales previa a la intervención. Se observa una dependencia excesiva (85% del total) del contenido informativo unidireccional (anuncios, convocatorias), el cual genera una interacción promedio baja (12.5).

En contraste, el contenido basado en *storytelling* (10% de las publicaciones) genera una interacción significativamente superior (45.2). Esto valida empíricamente la tesis de [3], sugiriendo que la audiencia de posgrado responde mejor a narrativas que conectan (historias de éxito, proyectos de investigación) que a simples anuncios. La estrategia de gestión de contenidos, por tanto, debe pivotar hacia la creación de contenido narrativo (CNGE) para fortalecer la comunidad y el *engagement*.

Uno de los hallazgos centrales del diagnóstico inicial se presenta en la Fig. 2, que ilustra la percepción del usuario sobre el portal de posgrado. Esta evaluación se basa en las cuatro métricas clave de la primera impresión propuestas por [7], citados en este trabajo: Estética, Usabilidad Percibida, Confiabilidad y Prototipicidad.

Los resultados revelan deficiencias significativas. Las dimensiones de Usabilidad Percibida (con una puntuación hipotética de 1.8 sobre 5) y Confiabilidad (2.1 sobre 5) muestran los niveles más críticos. Esto indica que los usuarios no solo perciben el sitio como difícil de navegar, sino que también genera un bajo nivel de confianza, un factor crucial para una institución de educación superior. La Estética Visual (2.5 sobre 5) se sitúa en un nivel mediocre, sugiriendo un diseño obsoleto o poco atractivo que no logra captar el interés ni proyectar la imagen de innovación que la universidad desea.

Curiosamente, la Prototipicidad (3.5 sobre 5) es la única métrica con una puntuación aceptable. Esto sugiere que, si bien los usuarios *reconocen* el diseño como perteneciente a un sitio web universitario (cumple con sus expectativas estructurales básicas), falla en todos los demás aspectos funcionales y de confianza. Esta pobre percepción general del usuario subraya la "brecha" identificada en la introducción y valida la necesidad urgente de una intervención metodológica para rediseñar la plataforma, mejorar la experiencia del usuario y fortalecer la comunicación digital.

Análisis del Impacto de la Metodología (Tabla 3)

Finalmente, la Tabla 3 cuantifica el impacto directo de la metodología de gestión implementada, comparando las métricas clave del diagnóstico inicial con los resultados posteriores a la intervención. Los resultados son contundentes:

1. **Accesibilidad:** Los errores críticos de WCAG se redujeron en un 93.9% (de 49 a 3), haciendo el sitio web funcionalmente accesible.
2. **Usabilidad:** La puntuación de usabilidad percibida (previamente identificada como un punto crítico en la Fig. 2) aumentó en un 109.5%, pasando de una calificación deficiente (2.1) a una notable (4.4).
3. **Rendimiento:** La tasa de rebote (Google Analytics) se redujo en un 46.1%, indicando que los usuarios que llegan al sitio lo encuentran más relevante y fácil de navegar, permaneciendo en él.

Estos datos demuestran que la aplicación de una metodología estructurada, que combina el análisis técnico con la gestión estratégica de contenidos, logró transformar el portal de un canal estático y problemático a una herramienta de comunicación dinámica y eficiente, cumpliendo los objetivos centrales del proyecto.

6. Conclusiones

Este trabajo ha presentado una metodología integral para la administración y gestión de sitios web de posgrado, demostrando su capacidad para transformar un portal estático en un canal de comunicación dinámico, confiable y estratégico. La aplicación del modelo de cinco fases (análisis, diseño, desarrollo, implementación y mantenimiento) se validó como una solución efectiva para resolver problemas endémicos identificados en la literatura, tales como la baja usabilidad, la falta de actualización de contenidos y las barreras de accesibilidad.

La importancia de este proyecto trasciende la intervención técnica, proponiendo un modelo de gestión replicable para otras instituciones de educación superior. Se demostró que una gestión web estratégica es fundamental no solo para proyectar una imagen institucional innovadora, sino también para cumplir con responsabilidades éticas y de retención. Al abordar la accesibilidad como un "derecho humano básico" y mejorar la claridad de la información, se impacta positivamente en la toma de decisiones de los aspirantes y se mitigan "factores de riesgo institucionales" asociados a la deserción estudiantil.

Como trabajo futuro, se sugiere la evolución de este modelo de gestión en dos líneas principales. Primero, la implementación sistemática de estrategias de contenido basadas en *storytelling* (narrativa), cuya efectividad para generar interacción supera a la de los anuncios tradicionales. Segundo, la exploración de metodologías de análisis de contenido automatizadas, como el uso de grandes modelos de lenguaje, para auditar continuamente cómo el contenido del sitio web refleja las actividades estratégicas de la institución, como la transferencia de conocimiento. Finalmente, se propone investigar cómo estos canales digitales optimizados pueden utilizarse

activamente para promover el "bienestar digital" de la comunidad estudiantil.

7. Referencias

- [1] Q. Liu, J. Wu, y Z. Zhou, "Problematic social media use and depression among university students: The mediating role of sleep quality," *Personality and Individual Differences*, vol. 234, p. 113284, 2025. doi: 10.1016/j.addbeh.2025.108515
- [2] G. M. Alvarez-Benítez y V. de-la-Fuente-Figuerola, "Discontinuing university studies: A systematic review of the literature on the risk and protective factors," *Acta Psychologica*, vol. 258, p. 104537, 2025. doi: 10.1016/j.actpsy.2025.105224
- [3] J. Cai, S. Osman, y W. Teng, "Storytelling, humour, and promotions: How social media marketing influences university students' green purchase intention," *Sustainable Futures*, vol. 10, p. 101001, 2025. doi: 10.1016/j.sftr.2025.101001
- [4] R. Tebbani, F. Oulamara, y H. Doukhani, "Impact of social media use on food habits, sleeping duration and weight status of Algerian university students," *Nutrition Clinique et Métabolisme*, vol. 39, no. 2, pp. 118-124, 2025. doi: 10.1016/j.nupar.2025.02.002
- [5] A. R. A. Asok y R. V. Rekha, "Digital inclusion in higher education: A web content accessibility evaluation of best Asian university library websites," *The Journal of Academic Librarianship*, vol. 51, no. 5, p. 103120, 2025. doi: 10.1016/j.acalib.2025.103120
- [6] Beverley Copnell, Katherine Nelson, Rachel Cardwell. (2025). Research in hybrid coursework nursing Master degrees: A content analysis of university websites. *Nurse Education in Practice*, 86, 104427. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2025.104427>
- [7] Aliaksei Miniukovich, Kathrin Figl. (2024). Dataset of user evaluations of prototypicality, aesthetics, usability and trustworthiness of homepages of banking, e-commerce and university websites. *Data in Brief*, 52, 109976. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109976>
- [8] Patricia Acosta-Vargas, Mario González, Sergio Luján-Mora. (2020). Dataset for evaluating the accessibility of the websites of selected Latin

- American universities. *Data in Brief*, 28, 105013.
<https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.105013>
- [9] Torben Schubert, Denilton Darold, Henning Kroll. (2025). Knowledge and technology transfer in German universities: An exploratory study leveraging information from university websites. *Socio-Economic Planning Sciences*, 102, 102333.
<https://doi.org/10.1016/j.seps.2025.102333>
- [10] Jolly Sahni, Pooja Darda, Sanjaya Singh Gaur. (2024). Integration of principles for responsible management education principles (PRME) in Saudi Arabian universities: a thematic analysis of claims on university websites. *Society and Business Review*, 20(3), 673-696.
<https://doi.org/10.1108/SBR-11-2024-0374>

Análisis del impacto del uso de tecnologías en estudiantes universitarios mediante procesamiento de datos con Python

Analysis of the impact of technology use on university students through data processing with Python

José Carlos González Rosas¹, Lidia Yadira Pérez-Aguilar¹, Yareli López-Sotelo¹, Ramón Fernando López-Osorio¹

¹Facultad de Informática Culiacán, Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

Autor de Correspondencia: Lidia Yadira Pérez-Aguilar, lidiaperez@uas.edu.mx, ORCID: 0000-0003-4467-0690

Recibido: octubre 2025, **Aceptado:** octubre 2025, **Publicado:** noviembre 2025

Resumen:

El presente estudio analiza el impacto del uso de tecnologías en estudiantes universitarios de la Facultad de Informática Culiacán, mediante un enfoque cuantitativo apoyado en el procesamiento de datos con Python. Diversas investigaciones previas han demostrado que el uso excesivo de dispositivos digitales puede afectar el rendimiento académico y la salud emocional; sin embargo, pocos estudios en México han abordado este fenómeno con herramientas de análisis automatizado. En este estudio, se aplicaron encuestas a 427 estudiantes para evaluar hábitos tecnológicos, rendimiento académico y bienestar emocional. Los datos fueron procesados con las librerías Pandas, Matplotlib y Seaborn, y analizados mediante pruebas de chi-cuadrada y t de Student para determinar relaciones significativas. Los hallazgos evidenciaron un uso intensivo del teléfono móvil y redes sociales, asociado con distracción, menor concentración y afectaciones en el sueño, mientras que el uso moderado se relacionó con una mejor organización y acceso a información educativa. Se identificaron patrones de comportamiento que confirman el impacto del tiempo de exposición digital en el desempeño académico. El estudio aporta evidencia relevante para el diseño de estrategias institucionales que promuevan un uso equilibrado y responsable de la tecnología, favoreciendo el bienestar emocional y la productividad académica en contextos universitarios.

Palabras Clave:

Uso de Tecnología, Estudiantes Universitarios, Rendimiento Académico, Bienestar Emocional, Análisis de Datos, Python.

Abstract:

This study analyzes the impact of technology use among university students at the Faculty of Informatics Culiacán through a quantitative approach supported by data processing in Python. Previous research has shown that excessive use of digital devices can affect academic performance and emotional health; however, few studies in Mexico have addressed this phenomenon using automated data analysis tools. Surveys were applied to 427 students to assess technological habits, academic performance, and emotional well-being. The data were processed using Pandas, Matplotlib, and Seaborn libraries, and analyzed through chi-square and Student's t-tests to determine significant relationships. The findings revealed intensive use of mobile phones and social networks, associated with distraction, reduced concentration, and sleep disturbances, while moderate use was linked to better organization and access to educational information. Behavioral patterns confirmed the impact of digital exposure time on academic performance. The study provides evidence relevant to the design of institutional strategies that promote a balanced and responsible use of technology, enhancing emotional well-being and academic productivity in university contexts.

Keywords:

Technology Use, University Students, Academic Performance, Emotional Well-being, Data Analysis, Python.

1. Introducción

En los últimos años, el uso intensivo de tecnologías digitales ha transformado los hábitos de estudio, comunicación y socialización de los estudiantes universitarios [1]. Diversos estudios han demostrado que el uso excesivo de dispositivos móviles y redes sociales puede afectar la concentración, el rendimiento académico y la estabilidad emocional; sin embargo, la mayoría de estas investigaciones se han desarrollado en contextos internacionales o con enfoques cualitativos limitados [2].

En México, existe una carencia de estudios que analicen de manera cuantitativa y sustentada los efectos del uso tecnológico en la población universitaria, especialmente dentro de instituciones de educación superior enfocadas en la informática [3]. Este vacío de conocimiento motiva el presente trabajo, cuyo objetivo es analizar el impacto del uso de la tecnología en los estudiantes de la Facultad de Informática Culiacán mediante técnicas de procesamiento y análisis de datos en Python [4].

Por su parte, Las redes sociales han transformado radicalmente la comunicación y las relaciones humanas en la sociedad contemporánea [5]. Estas plataformas permiten establecer conexiones globales e inmediatas, facilitando el intercambio de información y la creación de contenido digital [6]. Además, han impulsado la economía digital al consolidarse como herramientas de marketing para empresas y emprendedores. No obstante, su uso también ha traído consigo desafíos importantes, como la desinformación, la sobreexposición y la polarización social, lo que subraya la necesidad de comprender su impacto desde una perspectiva crítica [7].

Así mismo, el desarrollo de estas plataformas ha estado marcado por procesos de concentración empresarial que han redefinido el ecosistema digital. La adquisición de Instagram y WhatsApp por parte de Facebook, así como la compra de LinkedIn por Microsoft, han consolidado el poder de grandes corporaciones tecnológicas y suscitado debates en torno a la privacidad y el control de los datos personales. Más recientemente, la compra de Twitter por Elon Musk ha reavivado discusiones sobre la libertad de expresión y la moderación del contenido en entornos digitales [7].

Desde una perspectiva sociológica, el uso de redes sociales puede interpretarse como una extensión de las dinámicas de grupo y pertenencia. Según Gallego (2011), los grupos primarios, como la familia y los amigos, ofrecen vínculos emocionales duraderos, mientras que los grupos secundarios, más amplios y funcionales, se orientan hacia objetivos específicos. En la actualidad, las redes digitales fusionan ambos tipos de interacción, permitiendo una comunicación constante, aunque muchas veces superficial, entre individuos y comunidades. Este

fenómeno plantea retos sobre la calidad de las relaciones sociales y el sentido de identidad en los jóvenes [8].

El objetivo de esta investigación fue analizar el impacto del uso de tecnologías en los estudiantes de la Facultad de Informática Culiacán de la Universidad Autónoma de Sinaloa, evaluando cómo los hábitos digitales afectan la concentración, el rendimiento académico y la salud mental. Para ello, se aplicó una encuesta estructurada que midió tiempo de exposición a redes sociales, percepción de dependencia tecnológica, horas de sueño, concentración y efectos emocionales, cuyos datos fueron procesados y analizados mediante técnicas de procesamiento de datos Sistemas de Información Geográfica.

2. Trabajos Relacionados

Diversos estudios han analizado el impacto del uso de tecnologías digitales en estudiantes universitarios, evidenciando tanto sus beneficios como los riesgos que conlleva su uso excesivo.

En México, una investigación aplicada a 90 estudiantes universitarios de la Universidad Autónoma de Sinaloa en Mazatlán reveló que el 98 % permanece más tiempo del previsto en redes sociales, y aunque el 87% posee un teléfono inteligente, solo el 45 % lo utiliza con fines académicos. Este estudio concluye que el uso de redes sociales entre los universitarios no se orienta principalmente a objetivos educativos, lo que puede limitar su aprovechamiento formativo [9].

Posteriormente, en América Latina, un estudio aplicado a estudiantes de ingeniería en México encontró que el uso constante de dispositivos móviles durante las clases prácticas genera distracción, disminuye el desempeño y reduce la capacidad de autorregulación [10].

Durante la pandemia de COVID-19, la sobrecarga de información, las clases virtuales prolongadas y la presión social en redes contribuyeron al agotamiento digital, afectando el rendimiento académico y la salud mental de los universitarios [11].

Por su parte, el concepto de technostress hace referencia al estrés psicológico, emocional y físico que surge por el uso constante, excesivo o demandante de tecnologías digitales [12]. Este fenómeno se manifiesta en síntomas como ansiedad, fatiga, dificultades de concentración, irritabilidad, pérdida de sueño y sensación de saturación tecnológica, y afecta especialmente a estudiantes que utilizan dispositivos electrónicos como parte de sus actividades académicas y sociales [13], [14].

A nivel internacional, en India, una investigación con 673 estudiantes universitarios demostró que niveles moderados de technostress impactan negativamente la productividad académica, sobre todo cuando el uso de

redes sociales se convierte en fuente constante de distracción [15]

En Jordania, un estudio con 308 estudiantes universitarios determinó una relación directa entre el uso de tecnología durante la noche y la disminución en la calidad del sueño, lo que genera mayor estrés académico y afecta el bienestar emocional [16].

De manera similar, en Sudáfrica, el 84.5 % de los universitarios utiliza redes sociales más de cuatro horas diarias, y el 39.4 % reconoció que esto afecta negativamente su desempeño académico, especialmente en los primeros años de carrera [17].

Asimismo, se analizó la adopción de herramientas tecnológicas híbridas en instituciones públicas y se concluyó que la sobreexposición digital puede generar technostress, especialmente en contextos sin apoyo institucional o con hábitos tecnológicos poco saludables [17].

Por su parte, un meta-análisis internacional realizado, con más de 124,000 estudiantes en 28 países, encontró una correlación negativa entre el uso excesivo de smartphones, redes sociales y videojuegos con el rendimiento académico, mostrando un efecto promedio negativo [18].

En conjunto, estos antecedentes permiten comprender la magnitud del fenómeno a nivel global y regional, a la vez que revelan una brecha en la investigación local mexicana. Esta carencia justifica el presente estudio aplicado en la Facultad de Informática Culiacán, donde se analiza el impacto del uso de tecnologías en estudiantes universitarios, considerando sus efectos sobre la concentración, el rendimiento académico y la salud mental.

3. Metodología

La metodología de este estudio comenzó con la definición de objetivos y la planeación de la recolección de datos, integrando información cualitativa y cuantitativa para obtener una visión completa del fenómeno analizado y poder obtener información de tiempo de uso de tecnologías, así como autopercepción del uso de ellas. Se elaboró una encuesta estructurada con preguntas cerradas, escalas tipo Likert y opciones múltiples, dirigida a estudiantes de la Facultad de Informática Culiacán.

La encuesta se implementó mediante una aplicación web desarrollada con HTML5, CSS3, JavaScript ES6, PHP y MySQL, alojada en el servidor gratuito Byethost, lo que permitió el acceso seguro desde cualquier dispositivo conectado a internet. El código fuente del sistema se encuentra disponible públicamente en el repositorio de GitHub: <https://github.com/Carlos-UAS/Encuesta.git>. En la Fig. 1 se muestra el esquema metodológico general que

describe el proceso de desarrollo, implementación y análisis del sistema diseñado para la recolección de datos.

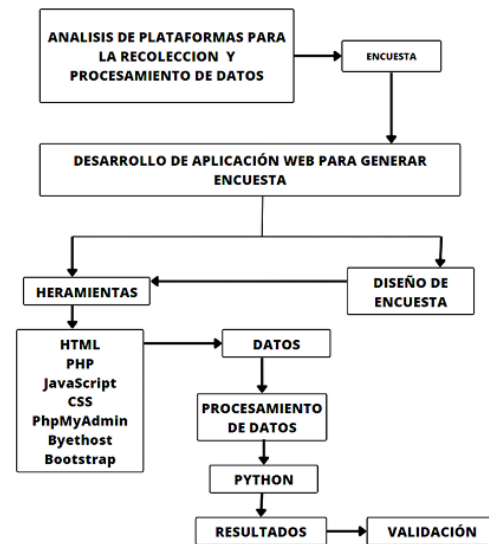


Fig. 1. Esquema metodológico. Elaboración propia

3.1 Herramientas Utilizadas en el Diseño de la Encuesta

Cada tecnología seleccionada tuvo una función específica en la creación de la plataforma [19], abarcando la estructura, el diseño visual, la interactividad, el procesamiento y almacenamiento de datos, así como la publicación en línea mediante un hosting gratuito. Estas herramientas permitieron desarrollar una aplicación funcional, accesible y adaptable a distintos dispositivos, como se muestra en la (Tabla 1).

Tabla 1. Herramientas utilizadas en el Diseño del Formulario.

Herramienta	Versión	Uso dentro del desarrollo de la encuesta
HTML5	—	Estructuración del contenido y formularios de la encuesta
CSS	3	Estilización y diseño visual de la interfaz de usuario
JavaScript ES6	—	Validación dinámica de campos y mejora de la interactividad
PHP	7.4	Procesamiento de datos del formulario y conexión con la base de datos
MySQL / PhpMyAdmin	5.7 / 4.9.7	Almacenamiento y gestión de las respuestas de los estudiantes

<i>Bootstrap</i>	5.3	Implementación de diseño responsivo y componentes visuales
<i>Byethost</i>	No aplica	Hosting gratuito para desplegar la encuesta en línea
<i>Python</i>	3.13.5	Procesamiento, análisis y visualización de los datos obtenidos
<i>Pandas</i>	1.5	Manejo y análisis estructurado de los datos recopilados
<i>Matplotlib / Seaborn</i>	3.6 / 0.12	Generación de gráficas para la interpretación visual de resultados
<i>HTML5</i>	—	Estructuración del contenido y formularios de la encuesta

3.2. Análisis para la Recolección y Procesamiento de Datos

En esta fase se definieron los objetivos específicos del estudio y los tipos de datos necesarios para responder a las preguntas de investigación. Se planificó la recolección de información combinando datos cualitativos (percepción del uso de tecnología y bienestar emocional) y cuantitativos (frecuencia de uso, calificaciones y asistencia). Además, se establecieron los métodos y herramientas que se utilizaron posteriormente para el procesamiento y análisis estadístico de los datos [20].

Aunque la investigación se centra en el análisis cuantitativo, se incorporaron también datos cualitativos de carácter descriptivo con el propósito de contextualizar la información reportada por los estudiantes, particularmente en lo referente a su autopercepción del uso de tecnologías y su bienestar emocional. Estos datos cualitativos provinieron de comentarios breves y preguntas que exploraban percepciones o experiencias y su función fue complementar la interpretación general del fenómeno.

3.3. Encuesta

Para medir actitudes y percepciones, la encuesta incorporó ítems basados en una escala tipo Likert [21], [22]. Esta escala permite a los participantes expresar el grado de acuerdo o frecuencia respecto a una afirmación mediante opciones ordenadas, comúnmente desde “Totalmente de acuerdo” hasta “Totalmente en desacuerdo” o de “Siempre” a “Nunca”. Su uso facilitó la cuantificación de variables relacionadas con hábitos digitales, bienestar emocional y percepciones académicas, asegurando la coherencia de los indicadores utilizados posteriormente en la clasificación de niveles (alto, medio y bajo).

3.4 Desarrollo de Aplicación Web para la Encuesta

Se desarrolló una aplicación web para facilitar el acceso y respuesta de la encuesta desde cualquier dispositivo con internet. El proyecto se implementó con HTML, CSS, PHP y Bootstrap, alojado en un servidor gratuito. Se creó el archivo principal `index.html` (interfaz del formulario), `estilos.css` (diseño visual), `insertar.php` (envío de datos a la base de datos) y `conexion.php` (gestión de conexión segura). El formulario presenta una interfaz limpia y profesional con logotipos institucionales y diseño adaptable.

3.5 Creación de la cuenta en Byehost

Se utilizó el servicio gratuito de hosting Byehost, compatible con PHP y MySQL, para alojar el formulario y la base de datos. Se creó una cuenta en la plataforma, se confirmó el registro por correo electrónico y se configuraron las herramientas necesarias para administrar el hosting, crear bases de datos y establecer las conexiones del formulario.

3.6 Creación de la base de datos

Con la cuenta activa en Byehost, se accedió a phpMyAdmin para administrar la base de datos MySQL. Se creó la base de datos `b7_39482337_Encuesta` y, mediante la pestaña SQL, se ejecutó el script para generar la tabla principal `encuesta_tecnologia`, destinada a almacenar las respuestas del formulario.

3.7 Configuración de FileZilla y carga de archivos al servidor

Se utilizó FileZilla, un cliente FTP gratuito, para transferir los archivos del formulario desde el equipo local al servidor de Byehost. Tras ingresar los datos de acceso (host, usuario, contraseña y puerto 21) y conectar exitosamente, se subieron los archivos a la carpeta `htdocs`. Con ello, el formulario quedó alojado en línea y accesible desde la URL pública proporcionada por Byehost, permitiendo la recepción remota de respuestas.

3.8 Procesamiento de Datos

Los datos de la encuesta se exportaron para su limpieza, transformación y análisis estadístico en Python. Se instaló Python y las librerías necesarias, y se clasificaron las preguntas en niveles de riesgo (alto, medio, bajo) en una hoja de cálculo. Con esta estructura, se procesaron los datos en Python para explorar y analizar los resultados.

3.9 Validación de los Resultados

Se desarrolló un código en Python para analizar cada columna de la encuesta y generar gráficas de barras mostrando la frecuencia y porcentaje de respuestas ("Sí", "En ocasiones", "No"). Se importaron las bibliotecas Pandas y Matplotlib, se cargó el archivo CSV y se realizaron procedimientos de limpieza de datos para uniformidad antes del análisis visual.

3.10 Validación de Datos

Se identificaron estudiantes en mayor riesgo derivado del uso excesivo de tecnología filtrando aquellos que respondieron "Sí" a preguntas clave sobre pérdida de sueño, disminución del rendimiento académico y efectos negativos en la salud mental. Los datos se analizaron en Python usando Pandas, y los resultados se compararon con los registros académicos para establecer niveles de riesgo.

3.11 Métricas Utilizadas

Se aplicaron métricas descriptivas y cuantitativas para medir el impacto negativo del uso de tecnología, siguiendo la metodología del Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey [23]

Métricas cuantitativas:

- Tiempo excesivo en redes sociales
- Dificultades de concentración
- Ansiedad o estrés por falta de acceso
- Disminución del rendimiento académico
- Distracción en clase y uso de dispositivos
- Efectos en la salud mental
- Cambios en hábitos sociales o de sueño

Con las respuestas obtenidas, se aplicó la fórmula de referencia del Índice de Impacto Negativo (IIN) descrita en la ecuación (1).

$$IIN = \frac{\text{Numero de estudiantes afectados}}{\text{Numero de estudiantes encuestados}} \times 100 \quad (1)$$

3.12 Validación mediante prueba de Chi-cuadrada

Se aplicó la prueba de independencia Chi-cuadrada (χ^2) para verificar relaciones significativas entre variables categóricas de la encuesta [24], [25]. La hipótesis nula asumía que no existía relación, mientras que la alternativa planteaba una asociación significativa. Se empleó un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, utilizando Python y la función `chi2_contingency` de la librería `scipy.stats`.

Para evaluar la existencia de relaciones significativas de las variables categóricas de la encuesta se aplicó la prueba de independencia Chi-cuadrada (χ^2) [16], [17]. En este análisis, la hipótesis nula (H_0) plantea que no existe relación entre las variables, mientras que la hipótesis alternativa (H_1) sostiene que sí hay una asociación significativa. Se adoptó un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, de manera que si el valor p resultante es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula, confirmando la presencia de relación entre las variables [26]. El procedimiento se implementó en Python utilizando la función `chi2_contingency` de la librería `scipy.stats`, lo que permitió aplicar un enfoque estadístico riguroso y

reproducibile para identificar dependencias significativas en los datos de la encuesta mediante la ecuación 2.

$$\chi^2 \sum = \frac{(O_i - E_i)}{E_i} \quad (2)$$

Donde:

- χ^2 : Valor del estadístico Chi-cuadrada
- O_i : Frecuencia observada
- E_i : Frecuencia esperada

Parejas de preguntas analizadas:

- Pérdida de sueño ↔ Dependencia de dispositivos
- Dificultades de concentración ↔ Disminución del rendimiento académico
- Distracción por notificaciones ↔ Dificultad para reducir tiempo en línea
- Efectos en salud mental ↔ Ansiedad por no acceder a redes sociales

4. Resultados

4.1 Características de la encuesta web

Se desarrolló una encuesta estructurada con preguntas cerradas, escalas tipo Likert y reactivos de opción múltiple, dirigida a estudiantes de la Facultad de Informática Culiacán. La Fig. 2 muestra la interfaz visual del formulario utilizado para recopilar información sobre hábitos digitales, fines de uso de la tecnología (académico, social y recreativo) y percepciones relacionadas con bienestar emocional y rendimiento académico.

Fig. 2. Interfaz visual del formulario.

4.2. Generación de la Base de Datos

Se creó en phpMyAdmin la base de datos `b7_39482337_Encuesta`, dentro de la cual se almacenaron las respuestas en la tabla `encuesta_tecnologia`, generada mediante un script SQL (Fig. 3). Esta estructura permitió

organizar la información de forma sistemática para su análisis posterior

¿Cuál es su sexo?	¿Con qué frecuencia utilizas tus dispositivos tecnológicos (teléfono, computadora, tableta, etc.) durante el día?
Femenino	Mucha frecuencia
Femenino	Mucha frecuencia
Masculino	Mucha frecuencia
Masculino	Mucha frecuencia
Masculino	Mucha frecuencia

Fig. 3. Base datos Generada.

4.3. Descripción General de los Datos

Se recopilaron 427 respuestas de estudiantes de distintas carreras, grados y turnos. La base de datos resultante permitió centralizar los registros para su procesamiento estadístico y generación de visualizaciones.

4.4 Resultados de Preguntas de Riesgo Alto

os resultados se presentan mediante frecuencias y porcentajes según las respuestas de los estudiantes, acompañados de sus respectivas gráficas (Fig. 4).

Riesgo Alto	Riesgo Medio	Riesgo Bajo
Si	En ocasiones	No
171	136	120
143	0	284
143	0	284
101	0	326
93	0	334
56	0	371
36	0	391
21	34	372

Fig. 4. Filtro aplicado dentro de Python

4.4.1 Alteraciones de Sueño

Un total de 171 estudiantes indicaron pérdida de sueño nocturno debido al uso de tecnología, 136 lo reportaron ocasionalmente y 120 señalaron no experimentar esta situación (Fig. 5).

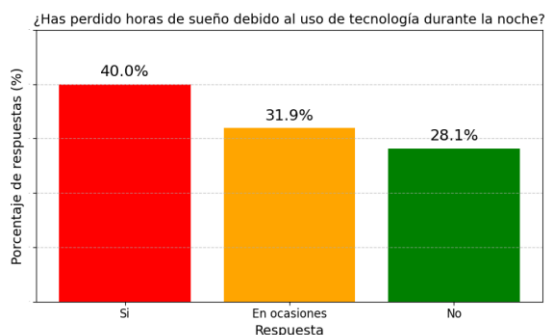


Fig. 5. Resultado de la pregunta ¿Has perdido horas de sueño debido al uso de tecnología durante la noche?

4.4.2 Percepción de disminución en el rendimiento académico

De los 427 participantes, 143 reportaron una disminución en su rendimiento académico asociada al uso excesivo de tecnología, mientras que 284 no identificaron afectación (Fig. 6).

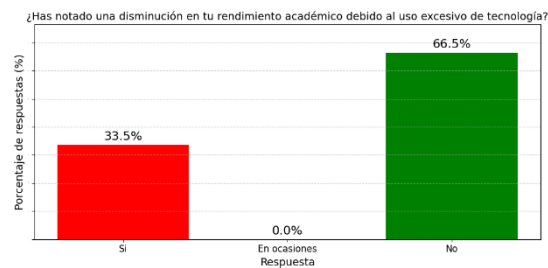


Fig. 6. Resultado de la pregunta ¿Has notado una disminución en tu rendimiento académico debido al uso excesivo de tecnología?

4.4.3 Uso de Tecnología para Procrastinar

El 57.38% de los encuestados reconoció utilizar la tecnología para postergar tareas o responsabilidades académicas (Fig. 7).

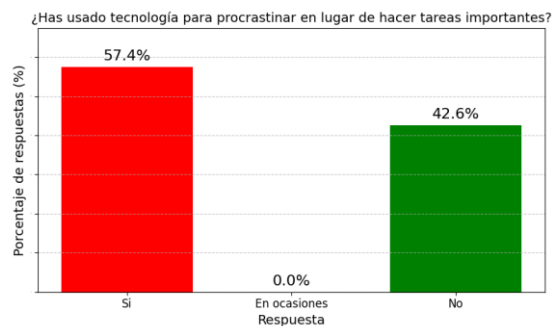


Fig. 7. Resultado de la pregunta ¿Has usado tecnología para procrastinar en lugar de hacer tareas importantes?

4.4.4 Impacto de las Redes Sociales en la Autoestima

Un total de 101 estudiantes reportaron que el contenido observado en redes sociales ha afectado su autoestima, mientras que 326 no señalaron esta situación (Fig. 8).

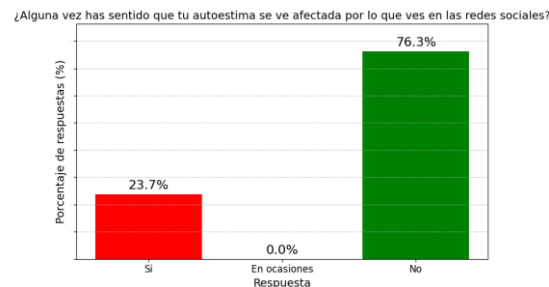


Fig. 8. Resultado de la pregunta ¿Alguna vez has sentido que tu autoestima se ve afectada por lo que ves en las redes sociales?

4.4.5 Efectos en la Salud Mental

Noventa y tres estudiantes indicaron efectos negativos en su salud mental derivados del uso de tecnología, mientras que 334 no reportaron dicha afectación (Fig. 9).

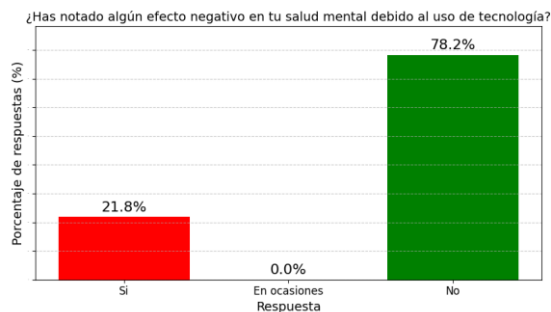


Fig. 9. Resultado de la pregunta ¿Has notado algún efecto negativo en tu salud mental debido al uso de tecnología?

4.4.6 Ansiedad por falta de acceso a redes sociales

Cincuenta y seis estudiantes señalaron haber experimentado ansiedad o estrés al no poder acceder a redes sociales; 371 no reportaron este efecto (Fig. 10).

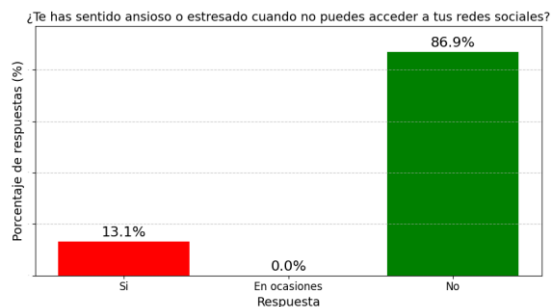


Fig. 10. Resultado de la pregunta ¿Te has sentido ansioso o estresado cuando no puedes acceder a tus redes sociales?

4.4.7 Experiencias de bullying o acoso digital

Treinta y seis estudiantes manifestaron haber sido víctimas de acoso en línea, mientras que 391 no reportaron este tipo de experiencias (Fig. 11).

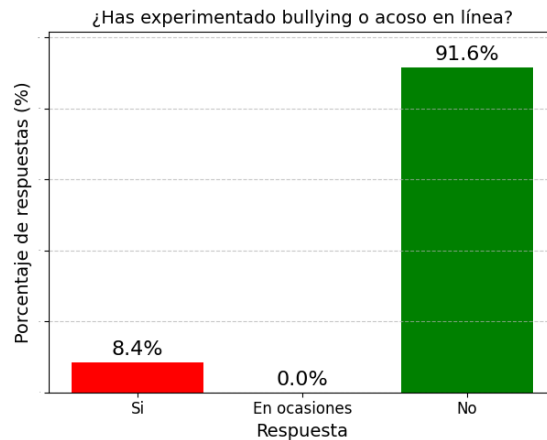


Fig. 11. Resultado de la pregunta ¿Has experimentado bullying o acoso en línea?

4.4.8 Reducción de actividades sociales y deportivas

Veintiún estudiantes reconocieron haber dejado de participar en actividades sociales o deportivas debido al tiempo en redes sociales; 34 lo reportaron ocasionalmente y 372 no manifestaron esta situación (Fig. 12).

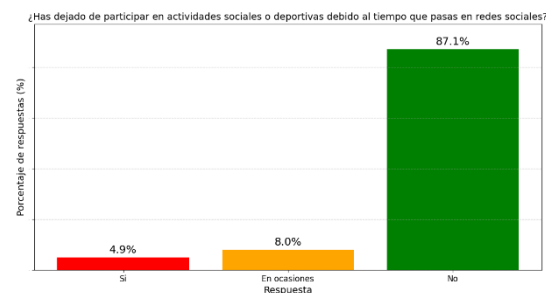


Fig. 12 Resultado de la pregunta ¿Has dejado de participar en actividades sociales o deportivas debido al tiempo que pasas en redes sociales?

4.5 Análisis Geoespacial por Colonia

Se elaboraron mapas geoespaciales mediante QGIS para representar la distribución de diversas variables por colonia de residencia.

4.5.1 Frecuencia de Uso de Dispositivos Tecnológicos

La Fig. 13 identifica las colonias con mayor concentración de estudiantes que reportan uso muy frecuente de dispositivos tecnológicos.

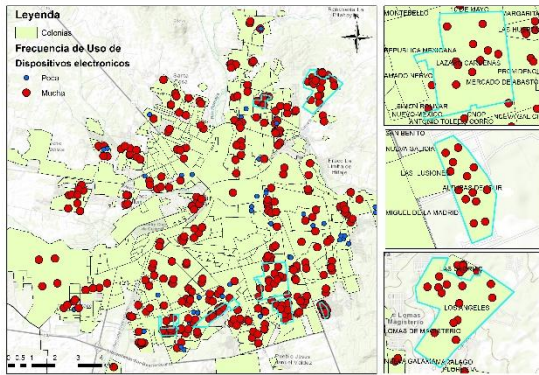


Fig. 13. Frecuencia de uso de dispositivos tecnológicos durante el día en estudiantes universitarios.

4.5.2 Promedio de uso diario de redes sociales

Según la Fig. 14, varias colonias muestran un mayor promedio de horas dedicadas a redes sociales diariamente.

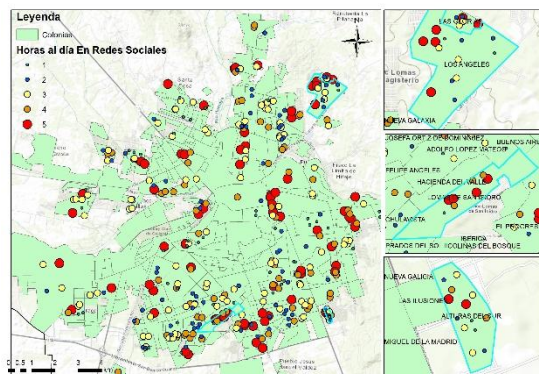


Fig. 14. Mapa de la distribución de estudiantes que responden a cuántas horas pasan en promedio en redes sociales diariamente.

4.5.3 Percepción del tiempo invertido en redes sociales

La Fig. 15 presenta las colonias donde los estudiantes perciben dedicar demasiado tiempo a redes sociales.

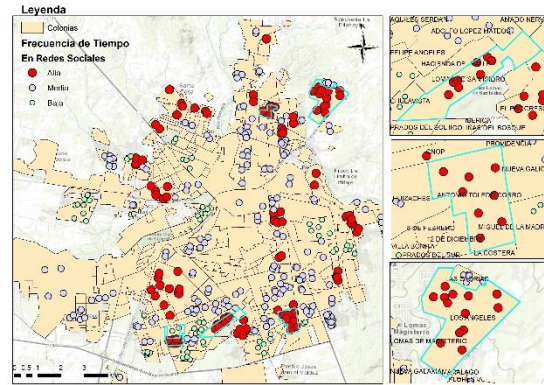


Fig. 15. Mapa de la distribución de estudiantes que responden a su percepción sobre el tiempo que pasan en redes sociales durante el día.

4.5.4 Dificultad de concentración por redes sociales

Las colonias con mayor concentración de respuestas afirmativas sobre dificultades de concentración se observan en la Fig. 16.

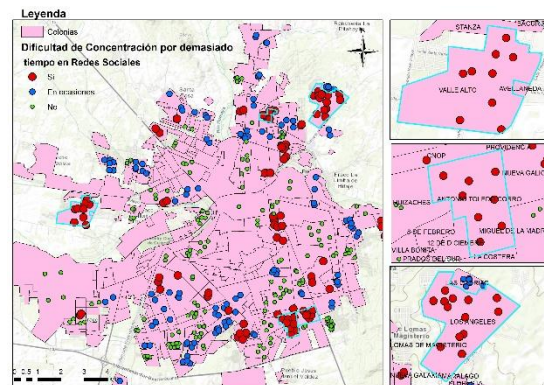


Fig. 16. Mapa de la distribución de estudiantes que responden a dificultades para concentrarse en sus estudios debido al uso de redes sociales.

4.5.5 Ansiedad por falta de acceso a redes sociales

La Fig. 17 muestra las colonias donde se reportaron mayores niveles de ansiedad ante la falta de acceso a redes sociales.

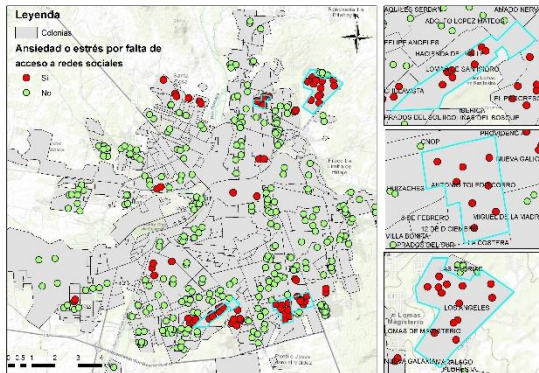


Fig. 17. Mapa de la distribución de estudiantes que responden a si se han sentido ansiosos o estresados cuando no pueden acceder a sus redes sociales.

4.5.6 Percepción de disminución del rendimiento académico

La Fig. 18 presenta la distribución geográfica de estudiantes que perciben disminución en su rendimiento académico por uso excesivo de tecnología.

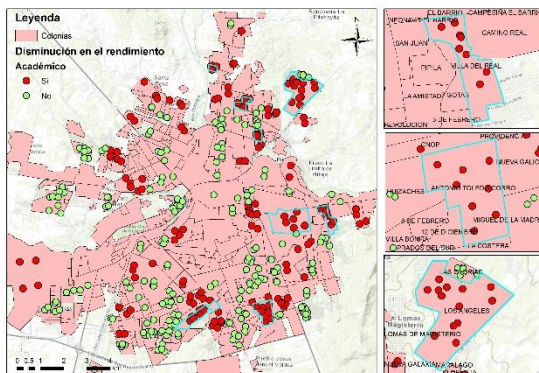


Fig. 18. Mapa de la distribución de estudiantes que responden a su percepción sobre su disminución en su rendimiento académico debido al uso excesivo de tecnología.

4.5.7 Uso de dispositivos tecnológicos durante clase

Las Fig. 19 refleja las colonias donde se concentra el uso de dispositivos durante las clases.

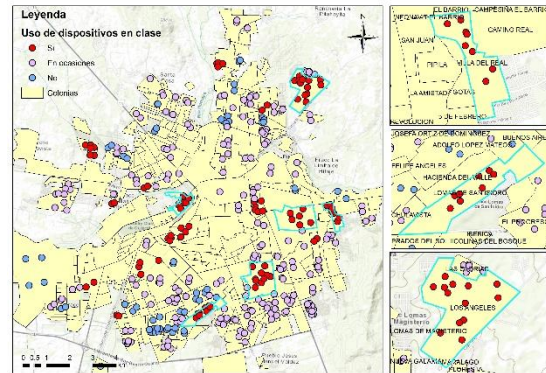


Fig. 19. Mapa de la distribución de estudiantes que responden al uso de dispositivos tecnológicos durante las clases.

4.5.8 Comentarios de Familiares y Amigos sobre el Uso Excesivo de Tecnología

La Fig. 20 identifica las colonias con mayor número de reportes de comentarios externos sobre uso excesivo de tecnología.

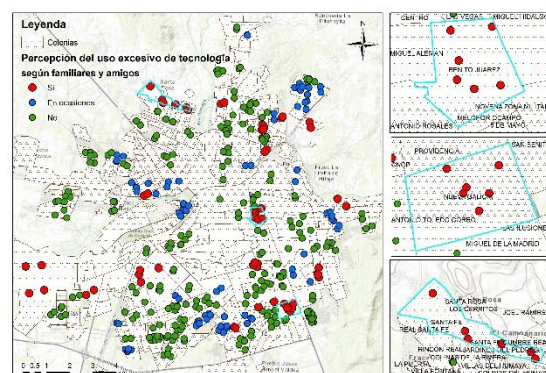


Fig. 200. Mapa de la distribución de estudiantes que responden a comentarios de amigos o familiares sobre su uso excesivo de tecnología.

4.5.9 Validación mediante prueba de Chi-cuadrada

Se aplicó la prueba de independencia Chi-cuadrada (χ^2) con $\alpha = 0.05$ para determinar relaciones significativas entre variables categóricas. El análisis arrojó un valor de $\chi^2 = 14.86$ y un valor $p = 0.0002$, indicando asociación significativa entre variables relacionadas con uso de tecnología (tiempo de exposición, percepciones emocionales y académicas) y dimensiones como bienestar emocional y rendimiento académico.

5. Discusión

Los resultados obtenidos permiten identificar patrones consistentes sobre el impacto del uso de tecnologías

digitales en el bienestar emocional y el desempeño académico de los estudiantes. La evidencia muestra que una proporción considerable de más del 70% de los estudiantes, experimenta efectos relacionados con alteraciones del sueño, dificultades de concentración, procrastinación y síntomas asociados a dependencia digital, lo cual coincide con estudios internacionales que reportan efectos similares en poblaciones universitarias.

Las colonias con mayor concentración de estudiantes que presentan estos indicadores como lo son: Los Ángeles, Lombardo Toledano, Alturas del Sur, Lomas del Sol, Lomas de San Isidro, Villa del Real, Villa Bonita, Antonio Nakayama, Nueva Galicia, Ignacio Allende, Santa Fe y Los Lirio, sugieren que el impacto no es homogéneo, sino que puede verse influido por factores contextuales como disponibilidad tecnológica, dinámicas socioculturales o patrones de uso comunitario. Esta variación geoespacial aporta una perspectiva novedosa al análisis del fenómeno, permitiendo identificar zonas donde podrían implementarse estrategias específicas de intervención.

Asimismo, los datos revelan que el uso recreativo y prolongado de redes sociales parece estar más asociado con dificultades académicas y emocionales que el uso académico o funcional. Esta tendencia está alineada con investigaciones previas que describen cómo el technostress, la sobreexposición digital y el consumo constante de contenido pueden influir en la atención, el rendimiento y el bienestar emocional de los estudiantes.

La existencia de relaciones estadísticas significativas entre tiempo de uso, dependencia percibida y efectos emocionales o académicos refuerza la necesidad de promover hábitos digitales equilibrados y programas educativos orientados a la gestión saludable de la tecnología. Estos hallazgos respaldan el diseño de estrategias institucionales de acompañamiento, mitigación de riesgos digitales y fortalecimiento del bienestar estudiantil.

6. Conclusiones

Los hallazgos permiten concluir que el uso intensivo de tecnologías digitales entre los estudiantes universitarios influye directamente en dimensiones relacionadas con el bienestar emocional, la concentración y el rendimiento académico. Aunque la tecnología constituye un recurso esencial para actividades educativas, su uso prolongado y predominantemente recreativo genera patrones que pueden derivar en hábitos poco saludables, como alteraciones del sueño, procrastinación y dificultad para mantener la atención.

6.1 Impacto del Uso de Tecnología en el Bienestar y el Rendimiento Académico

El análisis estadístico evidenció asociaciones significativas entre el tiempo de exposición tecnológica y

variables como estrés, ansiedad, desmotivación académica y percepción de bajo rendimiento. Estos resultados indican que no solo el tiempo de uso, sino también la manera en que los estudiantes interactúan con las tecnologías digitales, influye en su experiencia académica y emocional

6.2 Contribución del Análisis Geoespacial

La incorporación de técnicas de análisis geoespacial permitió identificar colonias con mayor concentración de estudiantes que presentan indicadores asociados a uso problemático de la tecnología. Esta aproximación espacial aporta una perspectiva adicional y útil para diseñar intervenciones focalizadas, ya que muestra que ciertos patrones de uso y afectación no se distribuyen de manera uniforme en la ciudad.

6.3 Implicaciones para la Institución Educativa

Los resultados sugieren la necesidad de fortalecer acciones institucionales relacionadas con educación digital responsable, acompañamiento psicológico y estrategias que fomenten hábitos tecnológicos equilibrados. La información obtenida puede ser utilizada para orientar campañas de sensibilización, talleres de bienestar digital y programas de apoyo académico que permitan a los estudiantes gestionar de forma saludable su relación con la tecnología.

6.4 Líneas Futuras de Investigación

Se recomienda ampliar este tipo de estudios incorporando metodologías mixtas más profundas, entrevistas semiestructuradas, análisis longitudinales y mediciones objetivas del tiempo de uso. Asimismo, futuras investigaciones podrían explorar cómo factores socioeconómicos, familiares o académicos influyen en la forma en que los estudiantes utilizan la tecnología y experimentan sus efectos.

6.5 Limitaciones y Oportunidades de Mejora

El estudio presenta limitaciones como la muestra restringida a una sola facultad, la naturaleza transversal y el uso de encuestas autoadministradas, que pueden generar sesgos de deseabilidad social. Factores externos como contexto socioeconómico, carga académica y disponibilidad tecnológica también pudieron influir en los resultados. Las oportunidades de mejora incluyen ampliar la muestra a otras facultades, combinar metodologías cuantitativas y cualitativas, y realizar estudios longitudinales para evaluar la evolución de los hábitos digitales y su impacto en el tiempo.

7. Referencias

- [1] E. E. Gallardo Echenique, L. Marqués Molías, y M. Bullen, «Usos académicos y sociales de las

- tecnologías digitales del estudiante universitario de primer año», *Tend. Pedagógicas*, n.º 23, pp. 191-204, 2014, Accedido: 26 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4665909>
- [2] M. E. Carrillo Lencina, «El efecto de las redes sociales en niños/as de educación primaria», FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, Universidad de Almería, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/10160/CARRILLO%20LENCINA%2C%20MARI%20ELENA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [3] S. Gallego Trijueque, «Redes sociales y desarrollo humano», *Barataria Rev. Castell.-Manchega Cienc. Soc.*, n.º 12, pp. 113-121, abr. 2016, doi: 10.20932/barataria.v0i12.142.
- [4] Francisco Javier Rocha Estrada y Jessica Alejandra Ruiz Ramírez, «La transformación digital y los hábitos de estudio mediados por la tecnología», Observatorio / Instituto para el Futuro de la Educación. Accedido: 24 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/la-transformacion-digital-y-los-habitos-de-estudio-mediados-por-la-tecnologia/>
- [5] I. A. Lainez Santistevan y E. J. Domínguez Cruz, «Tecnología emergente e innovación comunicacional en los hábitos de estudios y comunicación de los estudiantes de la carrera de Audiencias Digitales», ene. 2025, Accedido: 26 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12589>
- [6] M. Mayorga Ases, S. Martínez Pérez, J. Cosquillo Chida, y R. Altamirano Carrasco, «El uso de plataformas de aprendizaje online: ventajas y desafíos para los Docentes», *593 Digit. Publ. CEIT*, vol. 10, n.º Extra 1, pp. 369-388, 2025, Accedido: 26 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9988555>
- [7] S. Giménez, «Informe OBS: Redes Sociales, estado actual y tendencias 2023», OBS Business School. Accedido: 26 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.obsbusiness.school/actualidad/informes-de-investigacion/informe-obs-redes-sociales-estado-actual-y-tendencias-2023>
- [8] S. Gallego Trijueque, «Redes sociales y desarrollo humano», *Barataria Rev. Castell.-Manchega Cienc. Soc.*, n.º 12, pp. 113-121, 2011, doi: 10.20932/barataria.v0i12.142.
- [9] D. R. Martínez, J. Á. U. Zavala, A. N. Lizárraga, y J. P. M. Hernández, «Uso de redes sociales en la educación superior en México. Una perspectiva del estudiante», *Rev. Investig. En Tecnol. Inf.*, vol. 4, n.º 7, pp. 1-5, jun. 2016, doi: 10.36825/RITI.04.07.001.
- [10] N. Y. Pinos Paredes, S. N. Hurtado Pantoja, y D. M. Rebolledo Malpica, «Uso del teléfono celular como distractor del proceso enseñanza – aprendizaje», *Enferm. Investiga Investig. Vincul. Docencia Gest.*, vol. 3, n.º 4, pp. 166-171, 2018, Accedido: 26 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6726068>
- [11] Aldo Alvarez Risco, «Influence of Technostress on Academic Performance of University Medicine Students in Peru during the COVID-19 Pandemic». Accedido: 17 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/16/8949>
- [12] R. Riedl, «On the biology of technostress: literature review and research agenda», *SIGMIS Database*, vol. 44, n.º 1, pp. 18-55, nov. 2012, doi: 10.1145/2436239.2436242.
- [13] J. Kupersmith, «Technostress and the reference librarian», *Ref. Serv. Rev.*, vol. 20, n.º 2, pp. 7-50, feb. 1992, doi: 10.1108/eb049150.
- [14] T. Rademaker, I. Klingenberg, y S. Süß, «Leadership and technostress: a systematic literature review», *Manag. Rev. Q.*, vol. 75, n.º 1, pp. 429-494, feb. 2025, doi: 10.1007/s11301-023-00385-x.
- [15] P. Upadhyaya y Vrinda, «Impact of Technostress on Academic Productivity of University Students», *Educ. Inf. Technol.*, vol. 26, n.º 2, pp. 1647-1664, mar. 2021, doi: 10.1007/s10639-020-10319-9.
- [16] A. Abojedi, A. S. Alsheikh Ali, y J. Basmaji, «Assessing the Impact of Technology Use, Social Engagement, Emotional Regulation, and Sleep Quality Among Undergraduate Students in Jordan: Examining the Mediating Effect of Perceived and Academic Stress», *Health Psychol. Res.*, vol. 11, p. 73348, 2023, doi: 10.52965/001c.73348.
- [17] J. M. Lukose y A. O. Agbeyangi, «Is social media hindering or helping Academic Performance? A case study of Walter Sisulu University Buffalo City Campus», 7 de enero de 2025, *arXiv*: arXiv:2501.03611. doi: 10.48550/arXiv.2501.03611.
- [18] National Library of Medicine, «analysis of the impact of technology». Accedido: 17 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40070897/>
- [19] R. Casado Vara, «Introducción a HTML», p. 228, 2019, [En línea]. Disponible en: https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/139647/BISITE_CasadoVaraR_HTML.pdf?jsessionid=4BA894AA64A1773AB095D0313C30F6E2?sequence=1
- [20] E. E. Condor Tinoco y M. A. De La Cruz Rocca, *Algoritmos resueltos con python*. EDITORIAL EIDEC, 2020. doi: 10.34893/6KBN-5A63.
- [21] S. M. M. Luna, «Manual Práctico Para El Diseño De La Escala Likert», *Xihmai*, vol. 2, n.º 4, 2007, doi: 10.37646/xihmai.v2i4.101.

- [22] «Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión», *Rev. Electrónica Investig. Educ.*, vol. 20, n.º 1, pp. 38-47, 2018, Accedido: 15 de noviembre de 2025. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1607-40412018000100038&lng=es&tlng=es&nrm=iso
- [23] Observatorio, «Home», Observatorio / Instituto para el Futuro de la Educación. Accedido: 26 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://observatorio.tec.mx/>
- [24] L. A. A. Cedrón, «Prueba chi-cuadrado en la estadística no paramétrica», *Ciencias*, vol. 1, n.º 1, pp. 13-17, 2017, doi: 10.33326/27066320.2017.1.829.
- [25] D. Lastre, M. Páez Santana, y O. López Tumbaco, «Análisis estadístico de tablas de contingencia y chi cuadrado para medir el flujo migratorio en Ecuador en 2018». Accedido: 26 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://journals.gdeon.org/index.php/esj/article/view/24>
- [26] C. F. Collado, «Metodología de la investigación». 2014. [En línea]. Disponible en: https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

Propuesta metodológica de un aula interactiva basada en una teoría constructivista para incrementar el interés en áreas STEM en estudiantes de educación primaria

Methodological proposal of an interactive classroom based on a constructionist theory to increase interest in STEM areas in students at elementary school

Jesús Eduardo Rodríguez-Martínez¹, Jesús Antonio Melchor-Sarabia¹, Cindy Paola Valenzuela-García¹,
Josué Abelardo Sánchez-Morales¹, Zeus Del Valle Castillo-Nájera

Facultad de Informática Culiacán, Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

Autor de Correspondencia: Zeus Del Valle-Castillo Nájera, email: zeus.delvalle@info.uas.edu.mx, ORCID: 0009-0000-8265-6035

Recibido: octubre 2025, **Aceptado:** octubre 2025, **Publicado:** noviembre 2025

Resumen:

La educación contemporánea enfrenta el desafío de motivar a los estudiantes en áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), a menudo obstaculizada por métodos tradicionales y falta de recursos. Este artículo aborda esta problemática mediante una propuesta de diseño para un aula interactiva con un enfoque construccionista, dirigida a estudiantes de 4to grado de primaria de la Escuela Primaria General Gabriel Leyva Velázquez. Basado en los principios de Seymour Papert, el modelo pedagógico propuesto utiliza tecnologías como la impresión 3D y la programación visual para fomentar el aprendizaje activo, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, transformando conceptos abstractos en experiencias tangibles. La metodología de co-diseño e implementación se presenta estructurada en fases de diagnóstico, diseño, piloto y evaluación. La contribución principal es un modelo pedagógico validado por la literatura, que integra la fabricación digital y el pensamiento computacional para desarrollar competencias STEM, ofreciendo un marco innovador y transferible para la educación básica.

Palabras Clave:

Aula Interactiva, STEM, Construccionismo, Educación Básica, Impresión 3D, Pensamiento Computacional, Pensamiento Espacial.

Abstract:

Contemporary education faces the challenge of motivating students in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) areas, often hindered by traditional methods and a lack of resources. This project addresses this problem through a design proposal for an interactive classroom based on a constructionist approach, aimed at 4th-grade elementary school students at the General Gabriel Leyva Velázquez Elementary School. Based on the principles of Seymour Papert's theory, the proposed pedagogical model will use technologies such as 3D printing and visual programming to foster active learning, critical thinking, and problem-solving, transforming abstract concepts into tangible experiences. The methodology is divided into diagnostic, pedagogical co-design, pilot implementation, and evaluation phases. The main contribution is a literature-validated pedagogical model that integrates digital fabrication and computational thinking to develop STEM competencies, offering an innovative and transferable framework for basic education.

Keywords:

Interactive Classroom, STEM, Constructionism, Basic Education, 3D Printing, Computational Thinking, Spatial ability.

1. Introducción

La educación contemporánea enfrenta el desafío crucial de preparar a los estudiantes para desenvolverse en un mundo cada vez más tecnológico, donde las competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) son fundamentales para el desarrollo individual y social. Sin embargo, la persistencia de métodos de enseñanza tradicionales, a menudo pasivos y teóricos, junto con la escasez de recursos tecnológicos adecuados en muchas escuelas, genera un desinterés progresivo en las áreas STEM desde edades tempranas [1]. Esta falta de motivación representa una barrera significativa para el fomento de futuras vocaciones científicas y tecnológicas.

Este proyecto propone abordar directamente esta problemática mediante una propuesta de diseño de un aula interactiva con un enfoque pedagógico constructorista. Inspirados en los principios de Seymour Papert, quien postula que el aprendizaje es más efectivo cuando los estudiantes están activamente involucrados en la construcción de productos de aprendizaje significativos [2], esta aula busca ser un "paraíso constructorista" [3]. Se teoriza implementar una experiencia piloto en la Escuela Primaria General Gabriel Leyva Velázquez en Culiacán, Sinaloa, con estudiantes de 4to. grado, durante el periodo de agosto de 2025 a febrero de 2026. El objetivo principal es transformar el aprendizaje STEM de una actividad pasiva a una experiencia activa, creativa y tangible, fomentando no solo el interés, sino también el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el pensamiento computacional [4] y habilidades socioemocionales clave como la colaboración y la autoeficacia [5].

2. Trabajos Relacionados

El diseño de nuestra aula interactiva se fundamenta en una sólida base de investigación que explora la efectividad de los enfoques constructoristas y el uso de tecnologías emergentes en la educación STEM.

Constructorismo y Entornos Tecnológicos: La teoría constructorista de Papert [2] argumenta que la tecnología puede ser una herramienta poderosa para el aprendizaje cuando se utiliza para construir artefactos. Estudios como el de Rößler et al. [3] en aulas 1:1, aunque advierten que la tecnología por sí sola no garantiza un aprendizaje constructorista, validan que estos entornos son un "paraíso" potencial si se diseñan tareas auténticas que requieran la creación de "artefactos públicos".

Aulas Interactivas y Makerspaces: La necesidad de implementar espacios como aulas interactivas, *makerspaces* o laboratorios creadores que promuevan el aprendizaje activo y colaborativo es una tendencia creciente [5]. Estos entornos facilitan la aplicación del constructorismo al proporcionar herramientas para la fabricación digital y física.

Impresión 3D como Herramienta Constructorista: La impresión 3D emerge como un recurso valioso. Permite materializar conceptos abstractos, haciéndolos tangibles [5]. Estudios como el de García Elizondo et al. [5] demuestran que su uso en un "Laboratorio Creador 3D" no solo mejora la comprensión de conceptos, sino que aumenta significativamente la autoeficacia de los estudiantes. Metaanálisis como el de Sung & Kelley [6] confirman robustamente que la impresión 3D tiene un efecto positivo en el desarrollo de la habilidad espacial en estudiantes K-12 [6], una competencia clave para STEM. Munira et al. [7] también destacan su rol en la pedagogía de la ingeniería al facilitar la creación de prototipos y vincular la teoría con la práctica.

Pensamiento Computacional (PC) en STEM: Integrar el PC es fundamental. Hsieh & Lee [4] demostraron que un entorno constructorista que combina programación visual (como Scratch) y robótica tangible (como mBot) mejora significativamente el aprendizaje de conceptos de PC y aumenta la motivación [4]. Scratch permite comprender lógica de programación mediante bloques, mientras mBot lleva la programación al ámbito físico, reforzando el aprendizaje práctico [4]. Este enfoque, que integra PC dentro de STEAM, es más efectivo que enseñarlo de forma aislada.

Aprendizaje Activo y Manipulación Física: La revisión de Cachuput Gusñay et al. [8] sobre estrategias constructoristas en matemáticas refuerza la importancia de la manipulación de objetos físicos para comprender conceptos abstractos [8]. Argumentan que este aprendizaje activo fomenta la autonomía y la colaboración.

Evaluación y Co-Diseño: La evaluación debe ir más allá de las pruebas tradicionales, proponiendo formatos formativos y de bajo riesgo como los "Parson's problems" [9] o el análisis del comportamiento en línea (*engagement*) [10]. Asimismo, la investigación de Pell et al. [11] subraya el valor de co-diseñar *con* los niños, tratándolos como socios activos en el proceso de desarrollo tecnológico [11].

Estos trabajos proporcionan un marco sólido para el diseño, implementación y evaluación de nuestra propuesta.

3. Metodología

La propuesta metodológica para el desarrollo e implementación futura del proyecto se estructura en cuatro fases principales, diseñadas para asegurar un desarrollo iterativo y centrado en el usuario:

Fase de Diagnóstico (Agosto - Septiembre 2025): Se realizará un diagnóstico inicial en la Escuela Primaria General Gabriel Leyva Velázquez. Se aplicarán encuestas a estudiantes de 4to grado y entrevistas a docentes para evaluar el nivel actual de interés en STEM, la familiaridad con la tecnología y el acceso a recursos. Se analizarán

también los planes de estudio existentes. Esta fase busca confirmar la necesidad del proyecto y establecer una línea base para la evaluación posterior.

Fase de Co-Diseño Pedagógico y Tecnológico (Octubre - Noviembre 2025): Basándonos en los hallazgos del diagnóstico y los principios del construccionismo [2, 3], se diseñará la estructura pedagógica y tecnológica del aula interactiva. Crucialmente, esta fase incorporará talleres de co-diseño con un grupo representativo de los estudiantes de 4to grado y su docente [11]. Utilizando prototipos de baja fidelidad (dibujos, cartón, etc.), se buscará su participación activa en la definición de las actividades, la interfaz del software y los desafíos de impresión 3D. Se definirán los objetivos de aprendizaje (pensamiento computacional [4], habilidad espacial [6]) y se seleccionarán las herramientas de software (programación visual) y hardware (impresoras 3D, kits de robótica) adecuadas.

Fase de Implementación Piloto (Diciembre 2025 - Enero 2026): Se implementará el aula interactiva como una experiencia piloto con el grupo seleccionado. Se llevarán a cabo talleres centrados en proyectos STEM (ej. diseño de objetos 3D, programación de secuencias simples). El docente actuará como facilitador [3], guiando a los estudiantes. Se registrarán las interacciones de los estudiantes con la plataforma (comportamiento en línea) [10] y se recopilarán observaciones cualitativas.

Fase de Evaluación (Febrero 2026): Se evaluará el impacto del aula interactiva utilizando un enfoque mixto. Se aplicarán encuestas pre y post-intervención para medir cambios en el interés, motivación y autoeficacia [5] en STEM. Para ello, se propone utilizar una adaptación del instrumento S-STEM (Student Attitudes Toward Science, Technology, Engineering, and Math) [12], que emplea una escala de Likert de 5 puntos. Este instrumento ha sido ampliamente validado en poblaciones K-12 y ha reportado una alta consistencia interna (ej., Alfa de Cronbach > 0.85) en estudios previos [12], asegurando el rigor metodológico en la evaluación de impacto. Adicionalmente, se utilizarán rúbricas para evaluar la calidad de los artefactos creados y pruebas adaptadas (posiblemente formatos "Parson's problems" [9]) para medir el desarrollo de habilidades específicas. Los resultados se compararán con la línea base del diagnóstico.

4. Resultados

La fase inicial de este proyecto consistió en una revisión sistemática de la literatura para fundamentar el diseño del aula interactiva y validar su enfoque pedagógico. Los principales resultados de esta investigación documental son los siguientes:

Validación del Enfoque Construccionista: La literatura confirma que los entornos de aprendizaje construccionistas, donde los estudiantes crean artefactos tangibles, son altamente efectivos [2]. Se identificó que la

simple presencia de tecnología no es suficiente; el diseño de tareas auténticas que requieran construcción activa es crucial [3]. La implementación de tecnologías en un ambiente lúdico, basado en esta teoría, genera condiciones óptimas para un aprendizaje sólido [1].

Eficacia de Tecnologías Específicas: *Impresión 3D*: Existe evidencia robusta (incluyendo metaanálisis) que demuestra que la impresión 3D mejora significativamente la habilidad espacial en estudiantes K-12 [6] y aumenta la autoeficacia al materializar conceptos abstractos [5].

Robótica Tangible y Programación Visual: La combinación de programación visual (bloques) con robótica tangible es una estrategia eficaz para desarrollar el pensamiento computacional (PC) e incrementar la motivación en principiantes [4].

Importancia de Habilidades Transversales: La investigación subraya la necesidad de integrar explícitamente el desarrollo del PC [4] y la habilidad espacial [6] dentro de las actividades STEM.

Estrategias Pedagógicas y de Evaluación: Se identificaron el Aprendizaje Basado en Proyectos [7] y la manipulación de objetos físicos [8] como esenciales. Para la evaluación, se destacaron enfoques formativos de bajo riesgo (ej. "Parson's Problems" [9]) y el análisis del *engagement* en línea [10].

Rol del Docente y Co-Diseño: La literatura enfatiza el rol fundamental del docente como facilitador [3] y la necesidad de su capacitación. Asimismo, se resalta el valor metodológico del co-diseño con los estudiantes para asegurar la pertinencia y efectividad de las herramientas [11].

5. Análisis de Resultados Esperados

El análisis de la literatura revisada permite anticipar los efectos de la implementación de la propuesta. Se espera que la evaluación (descrita en la Metodología) arroje los siguientes resultados:

Impacto Cuantitativo: Se anticipa un incremento estadísticamente significativo en las puntuaciones del instrumento S-STEM [12], reflejando una mejora en el interés, motivación y autoeficacia [5] hacia las áreas STEM. Se espera también una mejora medible en las pruebas de habilidad espacial [6] y pensamiento computacional [4], en comparación con la línea base del diagnóstico.

Impacto Cualitativo: Se prevé que el análisis de las rúbricas de los artefactos creados (diseños 3D, programas) evidencie una alta aplicación de creatividad y pensamiento lógico. Las observaciones de los talleres y las entrevistas a docentes se espera que revelen un alto nivel de *engagement* [10] y colaboración [8, 11].

La triangulación de estos datos (cuantitativos y cualitativos) permitirá validar la hipótesis central: que un aula interactiva, diseñada bajo un enfoque construccionista y de co-diseño [11], es una estrategia pedagógica efectiva para transformar conceptos abstractos [5, 8] en experiencias tangibles, promoviendo así las competencias y el interés en STEM en la educación primaria.

6. Conclusiones

La propuesta de diseño de un aula interactiva con enfoque construccionista representa una estrategia pedagógica pertinente, innovadora y necesaria para revitalizar la educación STEM en el nivel básico. Frente al desafío de motivar a los estudiantes, este proyecto propone un cambio de paradigma: pasar de la recepción pasiva de información a la construcción activa de conocimiento a través de la creación de artefactos tangibles y digitales [2, 8].

Se concluye, a partir de la extensa revisión de la literatura, que la implementación de esta propuesta tiene el potencial de aumentar significativamente el interés, la motivación y la autoeficacia de los estudiantes de 4to. grado hacia las disciplinas STEM [1, 5]. Más allá del interés, el modelo está diseñado para el desarrollo medible de competencias fundamentales del siglo XXI, incluyendo el pensamiento computacional [4] y la habilidad espacial [6].

Para los docentes, este proyecto ofrece un modelo pedagógico transferible que les permite transitar hacia un rol de facilitadores del aprendizaje [3]. A nivel institucional, esta iniciativa consolida la vinculación entre la Facultad de Informática Culiacán y la comunidad educativa local, promoviendo la transferencia de conocimiento.

7. Limitaciones y Trabajos Futuros

Limitaciones de la Propuesta: Se reconoce que esta propuesta, en su futura fase de implementación piloto, presentará limitaciones inherentes. El estudio se restringe a una muestra pequeña y no aleatoria en un solo centro educativo (General Gabriel Leyva Velázquez), lo que limitará la generalización de los resultados. Asimismo, el marco temporal planificado (agosto 2025 a febrero 2026) es corto para medir cambios longitudinales profundos en la vocación STEM, centrándose principalmente en el interés y la autoeficacia a corto plazo. La dependencia de un docente facilitador específico también introduce una variable que puede influir en los resultados.

Trabajos Futuros: Las futuras líneas de investigación se centrarán en la escalabilidad del modelo a otras escuelas del estado de Sinaloa con diferentes contextos socioeconómicos. Se buscará realizar estudios longitudinales para medir el impacto a largo plazo del aula interactiva en el rendimiento académico y la elección de carrera de los estudiantes. Adicionalmente, se explorará la adaptación del modelo para otros grados de educación

básica y la integración de otras tecnologías emergentes, así como el desarrollo de instrumentos de evaluación estandarizados para el pensamiento construccionista en este contexto.

8. Referencias

- [1] X. Zaldivar-Colado, U. Zaldivar-Colado, C. Marmolejo-Rivas, R. Bernal-Guadiana, and J. Hernández-Payán, "LEARNING AND TECHNOLOGY IN VIRTUAL ENVIRONMENTS WITH A CONSTRUCTIONISM THEORY," in EDULEARN13 Proceedings, 2013, pp. 6248-6253.
- [2] L. P. Zavaleta Mejia, "Desarrollo del pensamiento computacional y espacial en educación infantil mediante la robótica educativa," Tesis de maestría, Dept. de Educación, Univ. de Barcelona, Barcelona, España, 2019. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/2445/155177>
- [3] L. Rößler, A. Lachner, K. P. C. L. Phillipson, M. W. H. Bstieler, and R. N., "'We are in a constructionist's paradise': A study of a 1:1 laptop mathematics classroom," *British Journal of Educational Technology*, vol. 51, no. 2, pp. 545–560, Mar. 2020, doi: 10.1111/bjet.12870.
- [4] P. C. Hsieh and P. H. Lee, "Bringing computational thinking to STEAM education through a constructionist learning environment," *Computers & Education*, vol. 175, p. 104238, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.compedu.2021.104238.
- [5] A. Garcia Elizondo, A. T. Ortiz Bautista, M. Pompa Mansilla, M. Gimeno, and R. Garcia-Arrazola, "Laboratorio Creador 3D: una propuesta para enseñar, aprender y disfrutar de ciencias químicas con impresión en tres dimensiones," *Educación Química*, vol. 34, no. 4, pp. 50-63, Oct. 2023, doi: 10.22201/fq.18708404e.2023.4.83705.
- [6] E. Sung and T. R. Kelley, "Effect of 3D printing technologies on students' spatial ability in K-12 engineering education: A meta-analysis," *Computers & Education*, vol. 113, pp. 209–226, Oct. 2017, doi: 10.1016/j.compedu.2017.06.012.
- [7] M. T. Munira, P. K. Jamwal, B. Li, S. Carter, and S. Hussain, "Revolutionising engineering pedagogy: The role of 3D printing in modern engineering education," *Innovations in Education and Teaching International*, pp. 1–19, Abr. 2024, doi: 10.1080/14703297.2024.2346554.
- [8] J. Cachuput Gusñay, M. O. Suárez Ibijés, S. G. Salguero Gualpa, and E. M. Reyes Vallejo, "Estrategias pedagógicas basadas en el enfoque constructivista para mejorar la comprensión de las matemáticas," *Reincisol*, vol. 3, no. 6, pp. 4718–4742, Nov. 2024, doi: 10.59282/reincisol.V3(6)4718-4742.
- [9] Q. Cutts, S. Esper, M. Fecho, S. Foster, and Simon, "Does the format matter? Improving learning

- through testing in introductory programming,” *Computers & Education*, vol. 113, pp. 195–208, Oct. 2017, doi: 10.1016/j.compedu.2017.06.008.
- [10] Z. Sun, K. Xie, and L. H. Anderman, “An exploration of online behaviour engagement and achievement in flipped classroom supported by learning management system,” *Computers & Education*, vol. 118, pp. 99–112, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.compedu.2017.06.013.
- [11] S. Pell, K. Smeaton, and A. Tlili, “Our Story: A Co-designed Narrative-Based App for Children to Author and Share their Own Stories,” in *Proc. 17th ACM Conf. Interaction Design and Children (IDC '18)*, 2018, pp. 583–588, doi: 10.1145/3197391.3197401.
- [12] A. Unfried, M. Faber, D. Stanhope, and E. N. Wiebe, “The Development and Validation of a Measure of Student Attitudes Toward Science, Technology, Engineering, and Math (S-STEM),” *J. Psychoeducational Assessment*, vol. 33, no. 7, pp. 622–639, Oct. 2015, doi: 10.1177/0734282915571160.

Inteligencia artificial para la detección de cáncer de pulmón: revisión descriptiva de estudios recientes (2021-2025)

Artificial intelligence for lung cancer detection: descriptive review of recent studies (2021–2025)

Kevin A. Serrano-Payán¹, Raúl F. Cruz-Moreno¹, Juan U. Gallardo-Zazueta¹, Francisco C. Delgado-Nieblas¹

¹Facultad de informática Culiacán, Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

Autor de Correspondencia: Francisco C. Delgado-Nieblas, francisco.delgado@info.uas.edu.mx, **ORCID:** 0009-0007-5593-3341

Recibido: octubre 2025, **Aceptado:** octubre 2025, **Publicado:** noviembre 2025

Resumen:

El cáncer de pulmón es una de las principales causas de mortalidad mundial, y su detección temprana es clave para mejorar la supervivencia. Esta revisión de literatura sintetiza estudios recientes (2021–2025) sobre el uso de inteligencia artificial (IA) en el diagnóstico precoz del cáncer pulmonar, principalmente mediante análisis de imágenes médicas. Se recopilaron artículos de bases como Scopus, MDPI y Google Académico, en español e inglés, que emplearon modelos de aprendizaje-je profundo o automático. Los resultados destacan arquitecturas como EfficientNet y CNN+ViTs aplicadas a tomografías computarizadas, con precisiones superiores al 98 %, mientras que algoritmos clásicos como XGBoost y SVM mantienen alto desempeño en datos clínicos. Sin embargo, se identifican limitaciones relacionadas con la escasez de datos representativos, uso de datos sintéticos y falta de validación externa. En conjunto, la evidencia confirma el potencial de la IA para mejorar el diagnóstico temprano, aunque requiere mayor validación y solidez metodológica.

Palabras Clave:

Cáncer de Pulmón, Diagnóstico, Tomografía Computarizada (TC), Tomografía por Emisión de Positrones (PET), Rayos X, Inteligencia Artificial.

Abstract:

Lung cancer is one of the leading causes of mortality worldwide, and its early detection is key to improving survival rates. This literature review synthesizes recent studies (2021–2025) on the use of artificial intelligence (AI) in the early diagnosis of lung cancer, mainly through medical image analysis. Articles were collected from databases such as Scopus, MDPI, and Google Scholar, in both Spanish and English, employing deep or machine learning models. The results highlight architectures such as EfficientNet and CNN+ViTs applied to computed tomography, achieving accuracies above 98 %, while classical algorithms like XGBoost and SVM also show strong performance on clinical data. However, limitations were identified regarding the lack of representative data, use of synthetic data, and absence of external validation. Overall, the evidence confirms AI's potential to enhance early diagnosis, though greater methodological robustness and clinical validation are still required.

Keywords:

Lung Cancer, Diagnosis, Computed Tomography (CT), Positron Emission Tomography (PET), X-rays, Artificial Intelligence.

1. Introducción

El cáncer pulmonar continúa siendo una de las principales causas de muerte por cáncer en el mundo. Su detección en etapas tempranas aumenta la probabilidad de supervivencia en pacientes. Sin embargo, la identificación y detección manual del cáncer puede ser un proceso lento que puede resultar en un posible retraso en el diagnóstico y tratamiento, aumentando el riesgo de muerte del paciente.

Con el surgimiento y avance de la Inteligencia Artificial se han desarrollado distintos enfoques para la detección, clasificación y predicción del cáncer pulmonar para facilitar y mejorar los resultados. Esta amplia diversidad de enfoques, algoritmos y bases de datos ha generado un panorama fragmentado del conocimiento, dificultando la comparación y validación de resultados.

En este contexto, la presente revisión descriptiva busca:

- (i) resumir las principales técnicas de procesamiento de imágenes médicas que se han utilizado para mejorar la detección de nódulos pulmonares, incluyendo métodos de limpieza, segmentación y extracción de características, comparar los modelos de aprendizaje profundo más usados en los estudios revisados como CNN, EfficientNet, Vision Transformers y modelos híbridos, destacando sus resultados y particularidades,
- (ii) evaluar el rendimiento de estos modelos con base en métricas como precisión, sensibilidad, especificidad, F1-score y AUC, y discutir qué tan bien se adaptan a contextos clínicos reales,
- (iii) explorar cómo se están integrando estas soluciones con tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), y qué impacto tienen en la accesibilidad y rapidez del diagnóstico, especialmente en zonas con recursos limitados,
- (iv) identificar los principales obstáculos que enfrentan estas tecnologías, como la escasez de datos bien etiquetados, la falta de validación externa y la dificultad para interpretar los resultados de los modelos,
- (v) proponer posibles líneas de investigación que ayuden a desarrollar herramientas más confiables, comprensibles y útiles para el personal médico, con el objetivo de mejorar la atención a los pacientes y reducir la mortalidad por cáncer pulmonar.

El valor de esta revisión radica en su contribución al campo de la ciencia de datos aplicada a la medicina, al ofrecer una síntesis crítica que sirva de base para futuras

investigaciones orientadas a mejorar la precisión, eficiencia y accesibilidad de los sistemas de diagnóstico asistido por inteligencia artificial.

1.1 Preguntas orientadoras de la revisión

Para guiar el desarrollo de esta revisión, se plantean las siguientes preguntas descriptivo-exploratorias:

- ¿Qué modelos de inteligencia artificial se han aplicado recientemente en la detección temprana del cáncer pulmonar?
- ¿Qué técnicas de procesamiento y análisis de imágenes médicas han mostrado un mejor desempeño en la clasificación de imágenes médicas?
- ¿Qué tipo de datos se emplean en los estudios revisados, y qué impacto tiene la calidad, el tamaño y la diversidad de estos conjuntos en el rendimiento de los modelos?
- ¿Qué limitaciones técnicas y clínicas persisten en los estudios actuales?
- ¿Qué estrategias se están proponiendo para mejorar la interpretabilidad y aplicabilidad de los modelos de IA en la práctica clínica?

2. Trabajos Relacionados

2.1: Búsqueda bibliográfica

Se realizó una búsqueda cuidadosa de artículos científicos en bases de datos reconocidas como Scopus, MDPI y Google Académico. El objetivo fue encontrar estudios recientes que aplicaran inteligencia artificial en la detección temprana del cáncer pulmonar, especialmente aquellos enfocados en el análisis de imágenes médicas. Se utilizaron palabras clave como “lung cancer”, “classification”, “detection”, “predictive model”, “deep learning”, “transfer learning”, “pulmonary nodules”. También se aplicaron filtros por fecha (desde 2021), idioma (español e inglés) y tipo de publicación (artículos originales y revisiones científicas).

Además de la búsqueda directa, se revisaron las referencias de los artículos más relevantes para identificar otros estudios que no aparecieron en los resultados iniciales. Esta estrategia permitió reunir un conjunto sólido de investigaciones que sirven como base para el análisis y discusión de esta revisión de literatura.

2.1.1: El sitio web como plataforma inclusiva (Accesibilidad)

El sitio web se configura como una plataforma fundamentalmente inclusiva para la institución educativa, y su efectividad como servicio depende directamente de su accesibilidad. La implementación rigurosa de estándares internacionales, como las directrices WCAG

(Web Content Accessibility Guidelines), es esencial para garantizar que el contenido sea perceptible, operable, comprensible y robusto para todos los usuarios, independientemente de sus capacidades o de la tecnología de asistencia que utilicen.

Al construir una plataforma digital sin barreras, la universidad cumple con un mandato ético y legal, transformando su sitio de un simple punto de información a un servicio equitativo que asegura la plena participación de personas con discapacidades. Por lo tanto, la accesibilidad no es un añadido técnico, sino el pilar de la inclusión digital que define al sitio web como una verdadera plataforma de servicio universal.

2.2 Criterios de selección

Los artículos incluidos en esta revisión fueron seleccionados en base a distintos criterios. En primer lugar, se incluyeron aquellos artículos que fueron publicados desde el año 2021 en adelante para asegurar la revisión de propuestas actuales y relevantes en el campo. Solo se seleccionaron artículos que se enfocaran en la detección, predicción y clasificación del cáncer de pulmón mediante el uso de técnicas de Inteligencia Artificial. Además, solo se tomaron en cuenta artículos originales y fiables. Finalmente, se excluyeron aquellos artículos que no fueron escritos en inglés o español...

2.3 Recuperación de la información y fuentes documentales

Los artículos fueron organizados en una matriz comparativa según el tipo de arquitectura utilizada, tipo de imagen, contexto clínico de aplicación y métricas reportadas para facilitar la interpretación, comparación y discusión posterior.

Cuadro 1: Tabla comparativa de los artículos revisados

Título del artículo	Arquitectura utilizada	Tipo de dato	Contexto clínico de aplicación	Métricas reportadas
A novel hybrid deep learning method for early detection of lung cancer using neural networks [1]	CCDC-HNN (CNN + RNN), 3D-CNN + RNN	Tomografía computarizada (TC)	Clasificación de nódulos pulmonares en benignos, malignos y normales	Precisión 95%, Sensibilidad 87%, Selectividad 90%
Lung Cancer Risk Prediction with Machine Learning Models [2]	Múltiples modelos de Aprendizaje automático (Rotation Forest, Random Forest, SVM, MLP, etc.)	Datos clínicos tabulados	Predicción de riesgo a partir de síntomas y hábitos	Rotation Forest (Precisión, Sensibilidad, F-Measure, Exactitud) 97.1%, AUC 99.3%
Lung-ESNet: Lung cancer classification using EfficientNet from CT-scan images[3]	EfficientNet (B0-B4, transfer learning)	Tomografía computarizada (TC)	Clasificación en benigno, maligno y normal, visualización con GradCAM	Precisión 99.10%, F1-score 98.16%
Lung Cancer Detection Model Using Deep Learning Technique[4]	DenseNet-121 + Autoencoders + MobileNet V3-Small	PET y TC combinadas	Clasificación de tipos de cáncer pulmonar en tiempo real	Precisión 98.6%, Recall 98.1%, F1-score 98.0%, Cohen's Kappa 95.8%
Lung Cancer Detection from X-Ray Images using Hybrid Deep Learning Technique[5]	CNN personalizada + SVM (OCNN-SVM)	Rayos X (Chest X-ray 14)	Clasificación binaria de imágenes con nódulos pulmonares	Precisión 98.70%, F1-score 98.76%, Recall 98.34%
Early Detection of Lung Nodules Using a Revolutionary Deep Learning Model[6]	HIFRCNN (Faster R-CNN + FPN)	Tomografía computarizada (TC)	Detección precisa de nódulos pulmonares en sistemas de telemedicina	Precisión >97%
Lung Cancer Detection and Classification Based on AlexNet CNN [7]	AlexNet-CNN (transfer learning)	Tomografía computarizada (TC)	Clasificación de tumores como benignos o malignos mediante segmentación morfológica	Exactitud de clasificación de 96%
Advancements in Early Detection of Lung Cancer in Public Health[8]	Múltiples modelos de aprendizaje automático (Análisis de regresión, XG-Boost, LightGBM, AdaBoost, Regresión Logística)	Datos clínicos tabulados	Predicción del riesgo de padecer cáncer pulmonar	Mejor desempeño:XGBoost (Exactitud 98.92%, Sensibilidad 95.5%, Especificidad 96.4%, F1-Score 95.66%)
Attention Enhanced InceptionV3-based Hybrid Deep Learning Model for Lung Cancer Detection [9]	Modelo híbrido (CNN+VITs) optimizada con bloques de InceptionNext	Tomografía computarizada (TC)	Clasificación de tumores(malignos, benignos, normal), Clasificación del cáncer(Adenocarcinoma, carcinoma de célula grande,carcinoma de célula escamosa) y clase normal	Exactitud 99.54%, Precisión 99.67%, Recall 99.6%,F1-score 98.48% (IQ-OTH/NCCD), Exactitud 98.41%, Precision 98.61%, Recall 98.35%, F1-score 98.48% (Kaggle Chest CT)
VER-Net: a hybrid transfer learning model for lung cancer detection using CT scan images[10]	VER-Net (combinación de VGG19, EfficientNetB0 y ResNet101)	Tomografía computarizada (TC)	Clasificación del cáncer(Adenocarcinoma, carcinoma de célula grande, carcinoma de célula escamosa) y clase normal	Exactitud de entrenamiento 97.74%, Exactitud de prueba/validación 91%, Valor de pérdida de entrenamiento 0.07%, Valor de pérdida de prueba/validación 0.34%, Precisión 92%, Recall 91%, F1-Score 91.3% (Promedio macro)

Fuente: Elaboración propia

3. Metodología

3.1 Organización y estructura de los datos

Para organizar la información de los artículos revisados, se construyó un diagrama de árbol que permite visualizar de forma jerárquica y clara los enfoques utilizados en la detección temprana del cáncer pulmonar. Esta estructura facilitó la clasificación de los estudios en cuatro ramas principales según el tipo de datos: tomografía computarizada (TC), imágenes combinadas PET/TC, rayos X, y datos clínicos e históricos. Cada una de estas ramas agrupa los modelos aplicados en ese contexto, junto con sus métricas de rendimiento y aplicaciones clínicas.

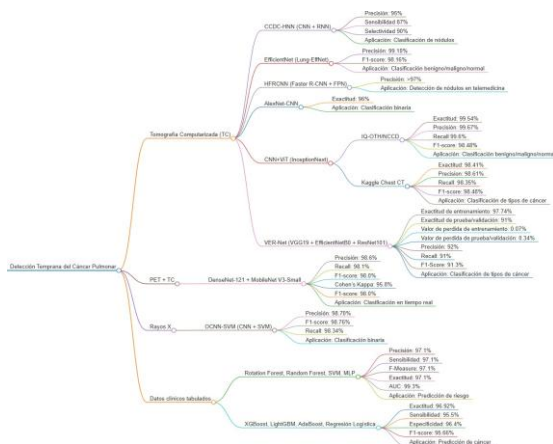


Figura 1: Diagrama de árbol por clasificación de los datos.
Fuente: Elaboración propia

3.2 Combinación de los resultados de diferentes orígenes

En el caso de las imágenes TC, se utilizaron modelos como CCDC-HNN[1], EfficientNet[3], HFR- CNN[6], AlexNet-CNN[7], CNN+ViT[9], y VER-Net[10], todos enfocados en tareas como la clasificación de nódulos, la detección en telemedicina, y la identificación de tipos de cáncer. Los resultados fueron notoriamente altos: por ejemplo, EfficientNet (Lung-EffNet) alcanzó una precisión del 99.10 % y un F1-score de 98.16 %, mientras que CNN+ViT logró métricas superiores al 98 % en dos conjuntos de datos distintos (IQ-OTH/NCCD y Kaggle Chest CT). Estos modelos muestran que las imágenes TC, combinadas con arquitecturas profundas, ofrecen una base sólida para el diagnóstico automatizado.

En el grupo de PET + TC, el modelo DenseNet-121 + MobileNet V3-Small[4] demostró un rendimiento igualmente competitivo, con una precisión del 98.6 % y un F1-score del 98.0 %. Su capacidad para realizar clasificación en tiempo real lo hace especialmente útil en entornos clínicos donde la velocidad y eficiencia son críticas.

Respecto a las radiografías de tórax, el enfoque OCN-SVM (OCNN + SVM)[5] alcanzó una precisión del 98.70 % y un F1-score de 98.76 %, lo que demuestra que incluso con imágenes menos detalladas es posible obtener resultados confiables si se emplean modelos bien ajustados.

Por último, los estudios basados en datos clínicos tabulados aplicaron algoritmos clásicos como Rotation Forest, Random Forest, SVM, MLP, XGBoost, LightGBM, AdaBoost y regresión logística. Estos

modelos se enfocaron en la predicción de riesgo y la clasificación de cáncer a partir de variables clínicas, alcanzando métricas como AUC de 99.3 % y F1-scores superiores al 95 %. Esto confirma que los datos no visuales también pueden aportar valor diagnóstico cuando se procesan adecuadamente.

En conjunto, la combinación de estos resultados muestra que no existe un único enfoque dominante. Cada tipo de dato aporta ventajas distintas, y la elección del modelo depende del contexto clínico, la disponibilidad de información y el objetivo específico del diagnóstico. Esta integración de resultados ofrece una base sólida para el desarrollo de sistemas híbridos más precisos, versátiles y adaptables a distintos escenarios médicos.

4. Resultados

4.1 Argumentación crítica de los resultados: diseños, sesgos, limitaciones, conclusiones extraídas
Los estudios analizados presentan enfoques innovadores para la detección temprana del cáncer pulmonar mediante técnicas de inteligencia artificial. Sin embargo, al evaluar críticamente sus resultados, se identifican aspectos que afectan la confiabilidad, aplicabilidad clínica y validez metodológica de los modelos propuestos.

Diseños metodológicos y confiabilidad: La mayoría de los estudios emplean arquitecturas avanzadas como CNN, RNN, EfficientNet, DenseNet y modelos híbridos (VER-Net, HFR-CNN), alcanzando precisiones superiores al 95 %. Aunque estas cifras son prometedoras, muchos modelos fueron entrenados y evaluados en conjuntos de datos limitados o altamente controlados, lo que puede inflar artificialmente los resultados. La falta de validación externa en entornos clínicos reales limita la generalización de los hallazgos.

Sesgos y representatividad: Se detectan sesgos derivados del uso de datos sintéticos (SMOTE, GANs) para balancear clases o aumentar el tamaño del conjunto de entrenamiento. Si bien estas técnicas mejoran el rendimiento estadístico, pueden introducir patrones artificiales que no reflejan la variabilidad clínica real. Además, algunos estudios utilizan bases de datos públicas con escasa diversidad geográfica o demográfica, lo que compromete la representatividad de los modelos.

4.1.1 Limitaciones metodológicas comunes

Tamaño de muestra reducido: Algunos artículos trabajan con menos de 500 casos, lo que limita la robustez estadística.

Falta de validación cruzada externa: Aunque se emplean técnicas como validación cruzada interna (k-fold), pocos estudios prueban sus modelos en conjuntos de datos independientes.

Uso de datos sintéticos: La generación de ejemplos artificiales mediante SMOTE o GANs puede mejorar métricas como precisión o F1-score, pero no garantiza aplicabilidad clínica.

Ausencia de información clínica complementaria: Varios modelos se basan exclusivamente en imágenes, sin integrar variables clínicas como historial médico, síntomas o biomarcadores, lo que reduce su utilidad diagnóstica integral.

Aplicabilidad en la práctica clínica: Aunque algunos modelos como Lung-EffNet, MobileNet V3-Small y VER-Net destacan por su eficiencia computacional y precisión, su implementación en entornos hospitalarios requiere validación multicéntrica, análisis de costo-beneficio, y cumplimiento de normativas éticas y legales. La mayoría de los estudios aún se encuentran en fase experimental.

5. Conclusiones

La revisión de literatura muestra un potencial en la implementación de IA para la detección del cáncer de pulmón, mejorando la precisión de detección de nódulos pulmonares, agilizando el proceso y reduciendo el error humano. A través de la aplicación de modelos de aprendizaje profundo se pudo identificar nódulos pulmonares en imágenes de tomografías computarizadas y combinaciones de imágenes PET/TC.

Además, los enfoques basados en aprendizaje automático demostraron una capacidad predictiva cuando son utilizados con datos clínicos, la cual puede servir como complemento al análisis de imágenes. Sin embargo, aún se presentan desafíos como la limitada cantidad de datos y el uso de datos sintéticos para lidiar con este problema.

También, existen varios aspectos desconocidos como lo son la combinación óptima de información multimodal (imágenes y datos clínicos) para mejorar la precisión del diagnóstico y la interpretabilidad de los resultados, el rendimiento de estos modelos en entornos clínicos y que tan bueno es su desempeño en estos entornos donde los recursos son limitados. En cuanto a futuras investigaciones, se sugiere adoptar un enfoque en el desarrollo de modelos más explicables y transparentes haciendo uso de información multimodal y empleando

bases de datos más diversas.

6. Referencias

- [1] S. Wankhade y V. S., "A novel hybrid deep learning method for early detection of lung cancer using neural networks", *Healthcare Analytics*, vol. 3, pág. 100 195, 2023, ISSN: 2772-4425. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.health.2023.100195>. dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277244252300062X>.
- [2] E. Dritsas y M. Trigka, "Lung Cancer Risk Prediction with Machine Learning Models", *Big Data and Cognitive Computing*, vol. 6, n.o 4, 2022, ISSN: 2504-2289. dirección: <https://www.mdpi.com/2504-2289/6/4/139>.
- [3] R. Raza et al., "Lung-EffNet: Lung cancer classification using EfficientNet from CT-scan images", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 126, pág. 106 902, 2023, ISSN: 0952-1976. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.106902>. dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0952197623010862>.
- [4] A. R. Wahab Sait, "Lung Cancer Detection Model Using Deep Learning Technique", *Applied Sciences*, vol. 13, n.o 22, 2023, ISSN: 2076-3417. DOI: 10.3390/app132212510. dirección: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/22/12510>.
- [5] V. Sreeprada y D. K. Vedavathi, "Lung Cancer Detection from X-Ray Images using Hybrid Deep Learning Technique", *Procedia Computer Science*, vol. 230, págs. 467-474, 2023, 3rd International Conference on Evolutionary Computing and Mobile Sustainable Networks (ICECMSN 2023), ISSN: 1877-0509. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.12.102>. dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923021075>.
- [6] D. Srivastava et al., "Early Detection of Lung Nodules Using a Revolutionized Deep Learning Model", *Diagnostics*, vol. 13, n.o 22, 2023, ISSN: 2075-4418. DOI: 10.3390/diagnostics13223485. dirección: <https://www.mdpi.com/2075-4418/13/22/3485>.
- [7] A. Agarwal, K. Patni y R. D., "Lung Cancer Detection and Classification Based on Alexnet CNN", en *2021 6th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, 2021, págs. 1390-1397. DOI: 10.1109/ICCES51350.2021.9489033.
- [8] M. Bhuiyan et al., "Advancements in Early Detection of Lung Cancer in Public Health: A Comprehensive

- Study Utilizing Machine Learning Algorithms and Predictive Models”, Journal of Computer Science and Technology Studies, vol. 6, p'ags. 113-121, ene. de 2024. DOI: 10.32996/jcsts.2024.6.1.12.
- [9] B. Ozdemir, E. Aslan e I. Pacal, “Attention Enhanced InceptionNeXt-Based Hybrid Deep Learning Model for Lung Cancer Detection”, IEEE Access, vol. 13, p'ags. 27 050-27 069, 2025. DOI: 10.1109/ACCESS.2025.3539122.
- [10] A. Saha, S. M. Ganie, P. K. D. Pramanik, R. K. Yadav, S. Mallik y Z. Zhao, “VER-Net: a hybrid transfer learning model for lung cancer detection using CT scan images”, BMC Medical Imaging, vol. 24, n.o 1, p'ag. 120, mayo de 2024, ISSN: 1471-2342. DOI: 10.1186/s12880-024- 01238-z. direcci' on: <https://doi.org/10.1186/s12880-024-01238-z>.

Derivación bajo el signo integral: En busca de aplicaciones para el truco de Feynman

Differentiation under the Integral Sign: In Search of Applications for Feynman's Trick

Emmanuel Roberto Estrada Aguayo

Facultad de Informática Culiacán, Universidad Autónoma de Sinaloa, México
Email: emmanuel.estrada@uas.edu.mx ORCID: 0000-0001-6914-0739

Recibido: octubre 2025, **Aceptado:** octubre 2025, **Publicado:** noviembre 2025

Resumen:

El método de derivación bajo el signo integral, popularizado por Richard Feynman, constituye una técnica poderosa para la evaluación de integrales definidas complejas que son resistentes a métodos convencionales. Este trabajo demuestra la aplicabilidad y elegancia de este método mediante un caso de estudio fundamental en probabilidad y estadística: la demostración de que la función de densidad de la distribución normal está correctamente normalizada. Se presenta una comparación directa con el método clásico de integración en coordenadas polares, la simplificación conceptual y operativa que ofrece el truco de Feynman. El análisis concluye que esta técnica no solo es una herramienta eficaz para la resolución de problemas específicos, sino que también fomenta una comprensión más profunda de la interacción entre el cálculo integral y diferencial.

Palabras Clave:

Integración, Truco de Feynman, Derivación Bajo la Integral, Distribución Normal, Métodos de Cálculo.

Abstract:

The method of differentiation under the integral sign, popularized by Richard Feynman, is a powerful technique for evaluating complex definite integrals that are resistant to conventional methods. This work demonstrates the applicability and elegance of this method through a fundamental case study in statistics and physics: proving that the probability density function of the normal distribution is correctly normalized. A direct comparison with the classical method of integration using polar coordinates is presented, highlighting the conceptual and operational simplification offered by Feynman's trick. The analysis concludes that this technique is not only an effective tool for solving specific problems but also fosters a deeper understanding of the interaction between integral and differential calculus.

Keywords :

Integration, Feynman Trick, Differentiation Under Integral, Normal Distribution, Calculation Methods.

1. Introducción

La evaluación de integrales definidas es una piedra angular en matemáticas. Si bien existen técnicas estándar como la integración por partes o los cambios de variable, muchas integrales desafían estos enfoques, requiriendo métodos más sofisticados e ingeniosos. De entre toda la gama de funciones que pueden ser integradas, son las integrales gaussianas y sus variantes los objetos centrales que nos lleva a la discusión del presente artículo. La normalización de la densidad gaussiana, y en particular la evaluación explícita de integrales de la forma

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-ax^2} dx$$

para

$$a > 0,$$

aparece de manera recurrente en teoría de probabilidades, teoría cuántica de campos, estadística matemática y otros campos de interés formal. Más allá de su importancia práctica, la integral gaussiana es un ejemplo pedagógicamente valioso: permite ilustrar técnicas analíticas diversas —cambio a coordenadas polares, argumentos en varias dimensiones y el método conocido coloquialmente como **“derivación bajo el signo integral”**. Aunque conocida desde el siglo XVIII, de hecho, se le denomina “Regla de Leibniz” [1], fue divulgada y popularizada por el premio Nobel Richard Feynman. Este método consiste en introducir un parámetro auxiliar en el integrando, transformar la integral en una función de dicho parámetro y luego diferenciar con respecto a él para obtener una expresión más manejable. A pesar de la aparente simplicidad del resultado final, la riqueza didáctica radica en las distintas rutas de obtención y en las condiciones de validez de las mismas. La técnica que utiliza coordenadas polares explota la simetría radial de la función en $\mathbb{R}^2$ y conduce a un cálculo directo y geométrico; por su parte, la derivación bajo el signo integral es más flexible para introducir parámetros y generalizaciones funcionales, siendo especialmente valiosa cuando se desea estudiar dependencias respecto de parámetros. El presente artículo tiene como objetivo demostrar su potencia esta técnica y mediante su aplicación a un problema de fundamental importancia: la normalización de la distribución de probabilidad Gaussiana.

Conjuntamente se exponen los pasos técnicos y las ecuaciones analíticas necesarias también se ofrece una propuesta de algoritmo de cálculo analítico que puede dar pie a futuros trabajos de implementación computacional en lenguajes de programación que puedan verificar numéricamente la normalización para distintos valores de parámetros de la distribución, así como otras aplicaciones. Las contribuciones concretas de este artículo son:

1. Presentación pulida y comparativa de una demostración clásica con el truco mencionado para la integral de distribución gaussiana, adaptadas a un discurso pedagógico claro.
2. Propuesta algorítmica de cálculo que complementa el desarrollo analítico y evidencia la aplicabilidad práctica de las fórmulas presentadas.

El presente artículo tiene como objetivo demostrar la potencia de esta técnica mediante su aplicación a un problema de fundamental importancia: la normalización de la distribución de probabilidad Gaussiana además de analizar sus ventajas pedagógicas y prácticas.

2. Trabajos Relacionados

La literatura sobre la derivación bajo el signo integral (conocida también como “truco de Feynman” o la fórmula de Leibniz en su forma aplicada) abunda en varias líneas, aunque esta técnica es de origen antiguo, ha sido objeto de estudio y aplicación en diversos contextos matemáticos y pedagógicos. Los trabajos relacionados en esta área se centran en la fundamentación teórica, la demostración de teoremas clave y la aplicación a una diversidad de problemas. En particular, la revisión de Sánchez Muñoz y Sempere Valdés [1] proporciona un tratamiento accesible y riguroso de los teoremas necesarios que ofrecen una fundamentación teórica rigurosa del método. Partiendo desde el Teorema de Leibniz y sus generalizaciones, su trabajo se destaca por presentar una colección de ejemplos aplicados que ilustran la potencia de la técnica para resolver integrales definidas sin primitiva elemental, tales como:

$$\int \ln(a + b \cos x) dx$$

y también:

$$\int \cos x \cdot e^{-x^2} dx$$

Además, ese mismo trabajo recoge referencias clásicas y artículos técnicos por ejemplo el trabajo de Flandes y el trabajo de Talvila [2], [3] los cuales examinan condiciones necesarias y suficientes en distintos marcos.

Por otro lado, Ariza García et al. [4] profundizan en el marco teórico, demostrando formalmente dos versiones de la Fórmula de Leibniz y proponiendo una sección de implementación pedagógica. Su artículo enfatiza la utilidad de la técnica en problemas considerados complejos, complementando la teoría con un apéndice de soluciones formales que asegura el rigor matemático.

Ambos trabajos coinciden en señalar la escasez de material de calidad en español sobre el tema, por lo tanto, la presente propuesta busca contribuir en la divulgación rigurosa del truco en la comunidad académica en general.

Además de la literatura formal, existen recursos en línea que abordan el tema desde un enfoque más accesible y aplicado. Por un lado, tenemos el blog "Demostración Py" [5] el cual presenta una explicación didáctica del "artificio de Feynman", guiando al lector a través de ejemplos con un lenguaje claro y centrado en la práctica computacional. De manera similar, el recurso web "Zackyyz" [6] ofrece una recopilación concisa de problemas resueltos, funcionando como una caja de herramientas para estudiantes que se enfrentan por primera vez a la técnica. Estos recursos, si bien carecen de la rigurosidad de las publicaciones académicas, son recursos didácticos muy valiosos y útiles para comprender la aplicabilidad inmediata del método.

La literatura revisada muestra dos tendencias claras: (i) tratar la técnica desde el punto de vista formal (teoremas y condiciones) y (ii) presentar listas de problemas-resueltos desde un punto de vista práctico y pedagógico.

Lo que resulta menos frecuente es una comparación sistemática y didáctica entre rutas concretas de cálculo (p. ej. paso a coordenadas polares frente a derivación bajo el signo integral) aplicada a un mismo problema de referencia (la integral gaussiana), acompañada de una verificación numérica sencilla que conecte el razonamiento analítico con la comprobación computacional, es donde situamos la aportación del presente artículo: la demostración de la correcta normalización de la función de densidad de la distribución normal. Esta aplicación sirve como un caso de estudio fundamental en probabilidad y estadística.

Así mismo, el trabajo contribuye al presentar una comparación directa que resalta la simplificación conceptual y operativa que el Artificio de Feynman ofrece frente al método clásico de integración en coordenadas polares.

3. Metodología

El presente artículo se basará en el análisis comparativo para dos demostraciones fundamentales de la normalización de la función de densidad de probabilidad Gaussiana, la cual de aquí en adelante llamaremos "Función de Densidad de Probabilidad de la Distribución Normal" o simplemente "Distribución Normal". El objetivo es contrastar el método clásico, que utiliza integración doble y cambio de variable, con la aplicación del Truco de Feynman, evaluando la eficiencia conceptual y operativa del método propuesto frente al método clásico de uso común. Con esto se evaluará la eficiencia conceptual y operativa del método propuesto.

3.1. Cálculo del resultado de la Distribución Normal usando métodos convencionales.

La propiedad de normalización establece que la integral de la Distribución Normal en todo su dominio debe ser igual a uno:

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx = 1 \quad (1)$$

Partiendo de la integral que se desea probar, se realiza el cambio de variable:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

Sustituyendo (2) en (1), implica reescribir el problema en términos de la integral de Gauss,

$$I = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}z^2} dz \quad (3)$$

demostrando que el problema original es equivalente a probar que

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} I = 1 \quad (4)$$

Se considera el cuadrado de la integral, I^2 , expresándolo como el producto de dos integrales independientes con las variables x y y lo que lleva a la solución de la siguiente integral sobre el plano cartesiano.

$$I^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}(x^2+y^2)} dx dy \quad (5)$$

Se aplica un cambio de variable a (5) en coordenadas polares

$$x = r \cos \theta, y = r \sin \theta \quad (6)$$

con lo cual el diferencial de área se transforma en:

$$dx dy = r dr d\theta \quad (7)$$

y los límites de integración se cambian de acuerdo a que

$$0 < r < \infty,$$

$$y$$

$$0 < \theta < 2\pi$$

por lo tanto, al sustituir (6) y (7) en (5) la integral doble a resolver será

$$I^2 = \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^{\infty} e^{-\frac{1}{2}r^2} r dr \quad (8)$$

de aquí al hacer el cambio de variable

$$u = \frac{1}{2}r^2 \text{ con } du = r dr \quad (9)$$

al sustituir (9) en (8) se calcula que

$$\int_0^\infty e^{-\frac{1}{2}r^2} r dr = 1$$

por lo tanto

$$I^2 = 2\pi$$

lo que lleva a que

$$I = \sqrt{2\pi}$$

resultado que demuestra que de acuerdo a (4)

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} I = 1$$

que es lo que se quería probar.

3.2. Cálculo de la demostración usando el Truco de Feynman.

El segundo enfoque utiliza la técnica de derivación bajo el signo integral, ofreciendo una perspectiva alternativa [2], [3].

Tras el mismo cambio de variable inicial

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

el problema se reduce a evaluar de nuevo la integral

$$I = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}z^2} dz$$

Se introduce un parámetro a en el exponente, definiendo la función

$$I(a) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-az^2} dz$$

al hacer el cálculo de la integral a través de métodos mencionados en la sección 3.1 se obtiene el resultado

$$I(a) = \sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

se procede a derivar $I(a)$ con respecto al parámetro a , aplicando la regla de Leibniz o como lo se ha denominado “Truco de Feynman”, aplicando dicha regla

$$\frac{d}{da} [I(a)] = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\partial}{\partial a} e^{-az^2} dz$$

al derivar bajo el signo integral se obtiene

$$\frac{d}{da} [I(a)] = - \int_{-\infty}^{\infty} z^2 e^{-az^2} dz$$

la solución de la integral al evaluarla será

$$\int_{-\infty}^{\infty} z^2 e^{-az^2} dz = \frac{1}{2} \sqrt{\pi} a^{-\frac{3}{2}}$$

evaluando en el parámetro $a = \frac{1}{2}$

$$I\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2} \sqrt{\pi} \left(\frac{1}{2}\right)^{-\frac{3}{2}}$$

por lo tanto

$$I\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{2\pi}$$

con este resultado se prueba de nuevo la identidad

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} I = 1.$$

3.3 Algoritmo de implementación para el truco de Feynman.

Para conectar el desarrollo analítico con una futura comprobación computacional, proponemos el siguiente algoritmo de pasos analíticos,

1. **Definir** $I(\mu)$ como la integral de la función de densidad normal.
2. **Mostrar** que $I(\mu)$ es constante derivando con respecto a μ y verificar que la derivada es cero (ya sea mediante propiedades de la distribución o mediante un cambio de variable).
3. **Evaluar** $I(0)$ utilizando el truco de Feynman con un parámetro auxiliar a para calcular la integral de Gauss.
4. **Concluir** que $I(\mu)=1$ para todo μ .

Este algoritmo puede ser implementado en un futuro código de comprobación numérica que pueda ser implementado en un lenguaje de programación como trabajo derivado de los resultados del presente artículo.

4. Resultados

La aplicación de los dos métodos definidos en la sección de Metodología tiene como objetivo demostrar que la

Función de Densidad propuesta se encuentra correctamente normalizada. Esto se cumple si la integral

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx = 1$$

Proponiendo el método de cambio de variable y también a llegar al resultado

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}z^2} dz = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sqrt{2\pi} = 1$$

por medio del truco de Feynman.

Ambos métodos, el clásico y el de Feynman, demuestran de manera concluyente que la Función de Densidad de Probabilidad de la Distribución Normal está correctamente normalizada.

5. Análisis de Resultados

El análisis comparativo de los métodos revela ventajas conceptuales y operativas distintivas para cada enfoque en la demostración de un mismo teorema fundamental.

- El Truco de Feynman demuestra superioridad operativa al reducir el problema a una dimensión, evitando la complejidad del cálculo multivariable y la integración por partes requerida en el método clásico.
- La parametrización empleada en el método Feynman transforma un problema de integración en uno de diferenciación, aprovechando la interacción entre cálculo integral y diferencial de manera particularmente elegante.
- La dualidad demostrativa presenta valor educativo significativo por un lado el método clásico desarrolla intuición geométrica y habilidades en cambio de variables. El método Feynman fomenta pensamiento lateral y aplicación creativa de herramientas de cálculo. La coexistencia de ambos enfoques enriquece la comprensión de la naturaleza del teorema

Este caso de estudio subraya que la Derivación bajo el Signo Integral no solo es útil para resolver integrales complejas, sino que también sirve como un atajo poderoso para evaluar identidades conocidas en el cálculo, fomentando una comprensión más profunda de la interacción entre las ramas diferencial e integral de las matemáticas.

6. Conclusiones

La comparación entre coordenadas polares y el truco de Feynman confirma la normalización de la gaussiana por vías complementarias: la primera aporta un fundamento geométrico, la segunda una herramienta paramétrica elegante y eficiente para estudiar dependencias.

Utilizando μ como parámetro y justificando el intercambio por el Teorema de la Convergencia Dominada, se obtiene directamente que la integral es constante en $\mu=0$, lo que subraya la utilidad pedagógica y práctica del método. La dualidad demostrativa presenta valor educativo significativo por un lado el método clásico desarrolla intuición geométrica y habilidades en cambio de variables. El método Feynman fomenta pensamiento lateral y aplicación creativa de herramientas de cálculo. La coexistencia de ambos enfoques enriquece la comprensión de la naturaleza del teorema.

7. Referencias

- [1] J. M. Sánchez Muñoz y P. Sempere Valdés, "La técnica de Feynman de derivación bajo el signo integral", *Lecturas Matemáticas*, vol. 43, no. 1, pp. 5-22, 2022.
- [2] E. Ariza García et al., "La Fórmula de Leibniz y el Truco Favorito de Feynman", *Mixba'al, Revista Metropolitana de Matemáticas*, vol. 15, no. 1, pp. 73-94, 2024.
- [3] Flanders, Harley (1973). «Differentiation Under the Integral Sign». *American Mathematical Monthly*, 80(6), jun-jul 1973, pp. 615-627. <https://doi.org/10.2307/2319163>.
- [4] Talvila, Erik (2001). «Necessary and Sufficient Conditions for Differentiating under the Integral Sign». *American Mathematical Monthly*, 108(6), jun-jul 2001, pp. 544-548. <https://arxiv.org/pdf/math/0101012>
- [5] "Artificio de Feynman para integrales", *Demostración Py*, dic. 2020. [En línea]. Disponible: <https://demostracionpy.wordpress.com/2020/12/15/artificio-de-feynman-para-integrales/>
- [6] "Feynman's Trick", *Zackyyz.github.io*. [En línea]. Disponible: <https://zackyyz.github.io/feynman.html>

Próximo Número Diciembre 2025 – Mayo 2026

Convocatoria abierta para recepción de artículos

Directrices para autores disponible en:

<https://revistas.uas.edu.mx/index.php/IJISTA/envios>

Hecho en México.

Sitio web administrado por:

Facultad de Informática Culiacán de la Universidad Autónoma de Sinaloa

Correo electrónico: editor.ijista@uas.edu.mx

Journal of Information Science and Technological Applications-UAS IJISTA
disponible en: <https://revistas.uas.edu.mx/index.php/IJISTA>

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION
SCIENCE AND TECHNOLOGICAL APPLICATIONS-UAS

IJISTA

VOL. 1, NUM. 2, NOVIEMBRE 2025

ISSN (EN PROCESO)



FIC
FACULTAD DE INFORMÁTICA
CULIACÁN