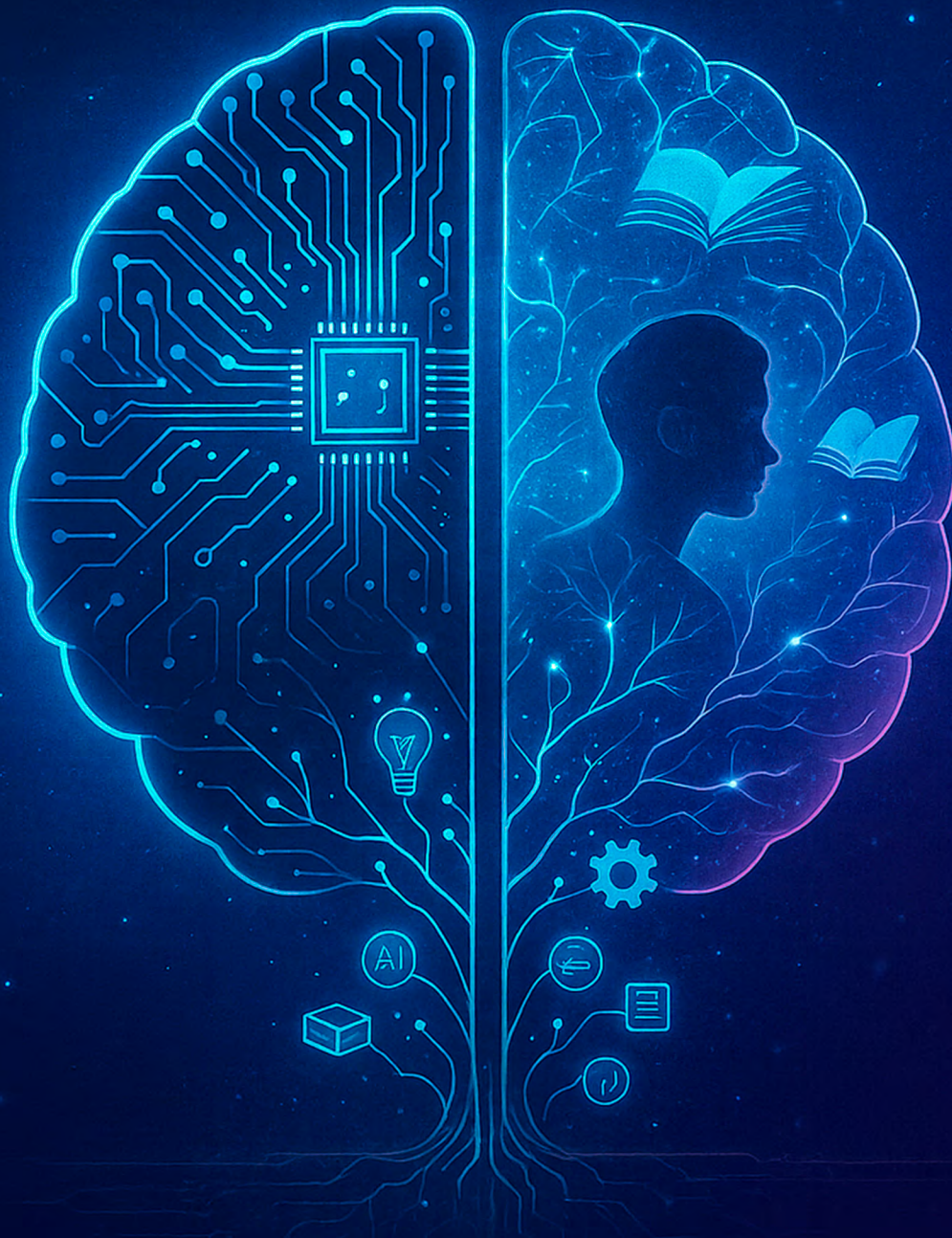


TRANSFORMACIONES EDUCATIVAS CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA



MARINA FABIOLA HERNÁNDEZ FLORES
DORICELA GUTIÉRREZ CRUZ
JOVÁN DEL PRADO LÓPEZ
COORDS.

Transdigital[®]
editorial

TRANSFORMACIONES EDUCATIVAS CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

MARINA FABIOLA HERNÁNDEZ FLORES

DORICELA GUTIÉRREZ CRUZ

JUAN DEL PRADO LÓPEZ

COORDS.

PATRICIA SERNA GONZÁLEZ, CLAUDIA IVETTE MUÑOZ PÉREZ, JESÚS RAMOS GARCÍA, JAIME DÍAZ PONCE, CLAUDIA MARGARITA ROMERO LEALDE, ABIGAIL VELÁZQUEZ MARTÍNEZ, ULISES MERCADO VALENZUELA, FLÉRIDA MORENO-ALCARAZ, HÉCTOR IGNACIO CASTAÑEDA GARCÍA, JUAN CARLOS PUGA VILLARREAL, MARTÍN GABRIEL DE LOS HEROS RONDENIL, SANDRA CARMEN MURILLO LÓPEZ, HÉCTOR ABELARDO SOLIS BAUTISTA, ANABELEM SOBERANES MARTÍN, MAGALLY MARTÍNEZ REYES, GEORGINA CONTRERAS-SANTOS, MARÍA DEL ROCÍO SANTAMARÍA-CUELLAR, IXCHEL PAROLA-CONTRERAS, MARINA FABIOLA HERNÁNDEZ FLORES, DORICELA GUTIÉRREZ CRUZ Y JUAN DEL PRADO LÓPEZ

AUTORES Y AUTORAS

Transdigital[®]
editorial

Título original: Transformaciones educativas con inteligencia artificial generativa / Marina Fabiola Hernández Flores, Doricela Gutiérrez Cruz y Jovan del Prado López (Coords.) — Ciudad de Querétaro, México: Editorial Transdigital, 2025 — 139 páginas.

International Standard Book Number (ISBN): 978-968-9724-03-2.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.56162/transdigitalb60>

Clasificación DEWEY. Materia: 006.3 - Inteligencia artificial. Tipo de Contenido: Libros universitarios. Clasificación thema: JN-Educación. Tipo de soporte: libro digital gratuito descargable. Formato: PDF. Tamaño: 3.3 Mb.



Este libro es una publicación de acceso abierto con los principios de Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY-NC-SA). Esta licencia permite a los reutilizadores distribuir, remezclar, adaptar y desarrollar el material en cualquier medio o formato únicamente con fines no comerciales y siempre que se otorgue la atribución al creador. Si remezcla, adapta o construye sobre el material, debe licenciar el material modificado bajo términos idénticos.

Esta obra ha sido dictaminada por pares académicos expertos con el método de doble ciego. Los dictámenes están resguardados en los archivos de la Editorial *Transdigital*.

D.R. 2025 Marina Fabiola Hernández Flores, Doricela Gutiérrez Cruz y Jovan del Prado López (Coords.).

D.R. 2025 Patricia Serna González, Claudia Ivette Muñoz Pérez, Jesús Ramos García, Jaime Díaz Ponce, Claudia Margarita Romero Lealde, Abigail Velázquez Martínez, Ulises Mercado Valenzuela, Flérida Moreno-Alcaraz, Héctor Ignacio Castañeda García, Juan Carlos Puga Villarreal, Martín Gabriel De Los Heros Rondenil, Sandra Carmen Murillo López, Héctor Abelardo Solís Bautista, Anabelem Soberanes Martín, Magally Martínez Reyes, Georgina Contreras-Santos, María del Rocío Santamaría-Cuellar, Ixchel Parola-Contreras, Marina Fabiola Hernández Flores, Doricela Gutiérrez Cruz y Jovan del Prado López.

D.R. 2025 Sello Editorial *Transdigital*.



Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales, S. C. Nombre de marca: *Transdigital*. Dirección: Circuito Altos Juriquilla 1132. Colonia Altos Juriquilla. C. P. 76230, Juriquilla, Querétaro, México. +52 (442) 301 32 38. editorial@transdigital.mx www.editorial-transdigital.org



Registro en el Padrón Nacional de Editores como agente editor Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales, S. C., con el Dígito Identificador 978-607-99594.



Afiliación a la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana (CANIEM) con el número 4069, de conformidad con el artículo 17 de la Ley de Cámaras Empresariales y sus Confederaciones en vigor.

Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) de México con el folio: RENIECYT 2400068.



Sugerencia de referencia en APA 7a. edición:

Hernández Flores, M. F., Gutiérrez Cruz, D., y del Prado López, J. (2025) (Coords.). *Transformaciones educativas con inteligencia artificial generativa*. Editorial Transdigital. <https://doi.org/10.56162/transdigitalb60>

CONTENIDO

- 01.**
INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS PARA EL FUTURO DEL APRENDIZAJE7
MARINA FABIOLA HERNÁNDEZ FLORES, DORICELA GUTIERREZ CRUZ Y JOVAN DEL PRADO LÓPEZ
- 02.**
COMPETENCIAS DOCENTES AL USAR INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ESCENARIOS DE APRENDIZAJE 23
PATRICIA SERNA GONZÁLEZ, CLAUDIA IVETTE MÚÑOZ PÉREZ Y JESÚS RAMOS GARCÍA
- 03.**
DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA: CÓMO LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL ESTÁ TRANSFORMANDO LA EDUCACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN 39
JAIME DÍAZ PONCE, CLAUDIA MARGARITA ROMERO LEALDE Y ABIGAIL VELÁZQUEZ MARTÍNEZ
- 04.**
DESARROLLO DE COMPETENCIAS DIGITALES EN ESTUDIANTES Y DOCENTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO CON EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL51
ULISES MERCADO VALENZUELA
- 05.**
LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN EL ÁREA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN 67
FLÉRIDA MORENO-ALCARAZ, HÉCTOR IGNACIO CASTAÑEDA GARCÍA Y JUAN CARLOS PUGA VILLARREAL

| | | |
|------------|--|------------|
| 06. | TRANSICIÓN DE LA ENSEÑANZA DEL ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS PARA CIENCIAS SOCIALES: DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA | 81 |
| | MARTÍN GABRIEL DE LOS HEROS RONDENIL Y SANDRA CARMEN MURILLO LÓPEZ | |
| 07. | EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA PARA EL SEGUIMIENTO ACADÉMICO Y LA PERSONALIZACIÓN DEL APRENDIZAJE..... | 101 |
| | HÉCTOR ABELARDO SOLIS BAUTISTA Y ANABELEM SOBERANES MARTÍN Y MAGALLY MARTÍNEZ REYES | |
| 08. | EVALUACIÓN AUTOMATIZADA DE PROYECTOS ACADÉMICOS EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR MEDIANTE TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN ESTUDIO DE CASO CON ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES | 117 |
| | MARÍA DEL ROCÍO SANTAMARÍA-CUELLAR, GEORGINA CONTRERAS-SANTOS E IXCHEL PAROLA-CONTRERAS* | |
| | SEMBLANZAS DE COORDINADORAS Y COORDINADOR..... | 136 |
| | MARINA FABIOLA HERNÁNDEZ FLORES, DORICELA GUTIERREZ CRUZ Y JOVAN DEL PRADO LÓPEZ | |

01.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS PARA EL FUTURO DEL APRENDIZAJE

MARINA FABIOLA HERNÁNDEZ FLORES

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE NEZAHUALCÓYOTL, MÉXICO

ORCID: 0000-0002-3215-6144

DORICELA GUTIERREZ CRUZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

ORCID: 0000-0003-2843-3273

JOVAN DEL PRADO LÓPEZ

ESCUELA SUPERIOR DE COMERCIO Y ADMINISTRACIÓN, MÉXICO

ORCID: 0009-0003-3462-4989

INTRODUCCIÓN

En el contexto de la transformación digital global, la inteligencia artificial (IA) ha dejado de ser una tecnología emergente para convertirse en una realidad presente en múltiples dimensiones de la vida cotidiana; la educación no es la excepción: en aulas, plataformas digitales, procesos administrativos y modelos de evaluación, la IA comienza a ocupar un lugar estratégico en la forma en que se enseña y se aprende; esta transformación, aunque aún incipiente en muchos contextos, apunta a un cambio profundo que cuestiona las estructuras tradicionales del sistema educativo y plantea nuevas formas de pensar el conocimiento, el rol del docente y la experiencia de aprendizaje.

En México y América Latina, el interés por integrar la IA en las políticas y prácticas educativas ha crecido con rapidez, aunque no sin tensiones; las autoridades educativas, universidades, centros de innovación y empresas tecnológicas exploran su potencial, mientras que docentes y estudiantes enfrentan la necesidad de adaptarse a nuevos entornos, nuevas herramientas y preguntas.

Hablar de inteligencia artificial en la educación, es sin duda una disrupción en los procesos de aprendizaje en los distintos niveles de enseñanza puesto que no es simplemente seguir una tendencia tecnológica, como lo señalan Flores-Vivar y García-Peñalvo (2023); se

percibe más como una necesidad que toca aspectos como el pedagógico, ético y el social, ya que las promesas de hacer el aprendizaje más personalizado, ágil y accesible son reales, pero también traen consigo preocupaciones importantes como la brecha digital, los posibles prejuicios de los algoritmos, la pérdida de autonomía del profesorado y los riesgos para la privacidad del alumnado; de tal manera que, en escenarios donde la novedad tecnológica suele deslumbrar, resulta urgente abrir un debate informado, abierto y comprometido con el verdadero propósito de educar.

A través de la historia, la educación ha experimentado múltiples transformaciones impulsadas por la tecnología, desde la invención de la imprenta hasta la llegada del internet; sin embargo, la IA representa algo distinto, no solo extiende capacidades humanas, sino que toma decisiones, predice comportamientos y automatiza procesos tradicionalmente reservados a la acción pedagógica. De tal manera que estas características plantean un cambio no solo de escala sino de naturaleza, entonces: *¿Estamos ante una herramienta que potenciará el aprendizaje y liberará tiempo para lo humano, o frente a una tecnología que puede fragmentar aún más el acceso justo al conocimiento? ¿Aliado o riesgo?*

La tensión entre oportunidad y amenaza no es nueva, pero con la IA se intensifica. Quienes celebran su llegada destacan su capacidad para adaptar contenidos al perfil de cada estudiante, generar retroalimentación inmediata, liberar al docente de tareas mecánicas y aumentar la eficiencia institucional; por el contrario, las voces críticas alertan sobre la automatización acrítica de decisiones, la reproducción de sesgos en los algoritmos y la pérdida de autonomía pedagógica. Ambas perspectivas, aunque opuestas, coinciden en algo: la IA no puede ser ignorada.

De esta manera, este capítulo propone una lectura crítica de las oportunidades y desafíos que la IA plantea al mundo educativo; lejos de adoptar una postura definitiva, el texto invita a examinar de forma integral los principales dilemas que emergen con su incorporación, desde las transformaciones en las prácticas pedagógicas, con especial énfasis en el uso de IA generativa, las brechas estructurales que limitan su implementación en contextos como el mexicano, hasta los riesgos éticos asociados al uso automatizado de datos, decisiones y evaluaciones. A partir de este análisis, se formulan propuestas para avanzar hacia una integración ética, situada y orientada al fortalecimiento del sentido educativo.

Además de trazar un mapa general de los principales debates en torno al uso educativo de la IA, este capítulo cumple una función estructural dentro del libro: ofrecer un

marco introductorio que oriente la reflexión, contextualice los casos que se presentan en los capítulos siguientes, y ayude a visibilizar los temas clave que las instituciones educativas deben considerar para un uso ético, consciente y significativo de esta tecnología, ya que el futuro del aprendizaje no depende solo de los avances tecnológicos, sino de las decisiones pedagógicas, institucionales y políticas que tomemos en el presente.

MARCO CONCEPTUAL

La IA se ha convertido en una de las transformaciones tecnológicas más relevantes de nuestro tiempo, con un impacto que atraviesa sectores tan diversos como la salud, la economía y, por supuesto, la educación; en este último, su presencia no se limita al uso de nuevas herramientas, sino que implica cambios profundos en las formas de enseñar, de aprender y de tomar decisiones dentro de las instituciones (Bernilla, 2024). Para comprender la magnitud de este fenómeno y en particular el papel creciente de la IA generativa es necesario contar con un marco que explique qué es la IA, cómo funciona y de qué manera está reconfigurando las prácticas pedagógicas y los procesos de aprendizaje.

¿QUÉ ES LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL?

La IA se entiende como el conjunto de tecnologías y enfoques orientados a desarrollar sistemas capaces de realizar tareas que, hasta hace poco, requerían inteligencia humana: comprender lenguaje, resolver problemas, tomar decisiones o generar contenidos; más allá de su definición técnica, la IA representa una forma de delegar procesos cognitivos a máquinas que aprenden, predicen y actúan en función de grandes volúmenes de datos (Uzcátegui Pacheco & Ríos Colmenárez, 2024).

Esta tecnología ha evolucionado de simples sistemas basados en reglas explícitas a modelos complejos de aprendizaje automático y, recientemente, a IA generativa, la cual es capaz de crear textos, imágenes o simulaciones con una autonomía creciente. En el ámbito educativo, esta capacidad no solo amplía las herramientas disponibles, sino que reconfigura el sentido mismo del aprendizaje, la mediación docente y la toma de decisiones pedagógicas.

Para este mismo contexto, los enfoques de IA más relevantes se agrupan en tres grandes categorías:

- IA basada en datos (*Machine learning*): sistemas que aprenden de datos históricos o en tiempo real para realizar predicciones sobre rendimiento estudiantil, generar

alertas tempranas de abandono o sugerir contenidos personalizados (Ouyang et al., 2023)

- Procesamiento del lenguaje natural (PLN): esta rama de la IA permite a las máquinas comprender, interpretar y generar lenguaje humano, sus aplicaciones educativas incluyen desde *chatbots* y asistentes virtuales hasta sistemas que corrigen textos escritos por estudiantes o generan actividades de evaluación automatizadas (Lan et al., 2024).
- IA generativa: Esta nueva generación de inteligencia artificial, representada por modelos como *ChatGPT*, *Bard*, *Claude* o *Gemini*, se sustenta en redes neuronales profundas entrenadas con enormes volúmenes de datos textuales y multimodales; a diferencia de los sistemas tradicionales de IA que operan bajo parámetros fijos y tareas delimitadas, la IA generativa tiene la capacidad de producir contenido original en tiempo real: textos, imágenes, líneas de código, simulaciones y explicaciones adaptadas al contexto de cada consulta.

Este último concepto merece una atención especial por su capacidad de transformar e incluso democratizar la producción de conocimiento ya que, por ejemplo, herramientas como *ChatGPT* permiten a estudiantes y docentes generar, en segundos, ideas, esquemas, explicaciones, resúmenes, ejercicios o simulaciones adaptadas a distintos contextos o simulaciones personalizadas; de tal manera que este acceso inmediato a contenidos personalizados, no solo amplía las posibilidades de apoyo al aprendizaje, sino que también cuestiona los modelos tradicionales centrados exclusivamente en la transmisión de contenidos a través del docente, dando paso a nuevas formas de construcción del conocimiento más interactivas, flexibles, colaborativas y autónomas. Como señala Caldeiro (2024), esta tecnología no solo amplía las posibilidades técnicas en educación, sino que introduce un nuevo paradigma pedagógico, donde la interacción con sistemas inteligentes puede dinamizar la enseñanza, favorecer la personalización del aprendizaje y transformar la producción del conocimiento dentro del aula.

Desde una perspectiva pedagógica, estas herramientas pueden ser muy útiles para apoyar el aprendizaje personalizado, ya que permiten ajustar el contenido según el nivel de dificultad, el estilo de aprendizaje o la profundidad requerida por cada estudiante. De igual manera, para los docentes representan una oportunidad para optimizar el tiempo invertido en tareas repetitivas como diseñar rúbricas, elaborar guías o preparar evaluaciones y enfocarse en lo esencial: acompañar con mayor calidad el proceso formativo.

Para analizar de forma integral el papel de la IA en educación, es necesario vincularla con marcos teóricos del aprendizaje; por ejemplo, el constructivismo sostiene que el conocimiento se construye activamente a través de la experiencia y la interacción con el entorno (Piaget, Vygotsky), y desde esta mirada, la IA puede ser una herramienta útil si se utiliza para generar entornos de aprendizaje ricos, donde el estudiante no se limite a recibir información, sino que participe en su construcción y análisis.

Por su parte, el conectivismo propuesto por Siemens (2005), plantea que el aprendizaje ocurre a través de redes distribuidas de información, tecnologías y personas; en este modelo, la IA, y en especial la generativa, puede verse como un nodo adicional que facilita el acceso, la organización y la síntesis del conocimiento, sin embargo, también obliga a repensar el rol del docente, quien debe guiar al estudiante, no solo en *qué aprender*, sino en *cómo discernir, evaluar y construir sentido* a partir de la información disponible.

Además de los enfoques constructivistas y conectivistas, resulta pertinente considerar el modelo de aprendizaje personalizado y adaptativo, cuya base teórica se remonta a Bloom (1984) y ha evolucionado con aportes como la instrucción diferenciada de Tomlinson (2001), quien sostiene que los procesos de enseñanza deben ajustarse al ritmo, los intereses y las necesidades particulares de cada estudiante. En este sentido, con la llegada de la IA, especialmente la IA generativa, esta aspiración se vuelve técnicamente posible, ya que permite ofrecer contenidos, actividades y retroalimentación ajustados al perfil del usuario (Luckin et al., 2016). No obstante, también es necesario considerar los límites de esta personalización automatizada, si se implementa sin una visión pedagógica clara, existe el riesgo de que el aprendizaje se fragmente y se pierdan elementos esenciales como el diálogo, la colaboración o la reflexión crítica; por ello, cualquier integración de IA debe estar guiada por principios educativos que prioricen la formación integral por encima de la simple eficiencia tecnológica.

En resumen, este marco conceptual no solo define qué es la IA ni solo describe sus principales enfoques, sino que invita a comprenderla como un fenómeno complejo que atraviesa dimensiones técnicas, pedagógicas, éticas y sociales. En particular para la educación, la IA, y en especial la IA generativa, puede ampliar las posibilidades del aprendizaje, diversificar los medios de enseñanza y liberar tiempo para tareas pedagógicas más significativas, sin embargo, su implementación debe estar guiada por principios educativos claros, que prioricen la formación integral, la inclusión y el pensamiento crítico por encima de la simple eficiencia operativa, de tal manera que comprender sus alcances y límites es el primer paso para integrarla de forma consciente y responsable en los procesos educativos.

DESARROLLO ARGUMENTATIVO

En el fondo del debate educativo actual, el impacto de la IA representa una transformación profunda que atraviesa prácticas pedagógicas, estructuras institucionales y relaciones de poder dentro del sistema educativo, no se trata únicamente de incorporar nuevas herramientas, sino de repensar cómo se construye el conocimiento, quién lo media y bajo qué lógicas se organiza el aprendizaje. De alguna manera, esta revolución silenciosa obliga a cuestionar los modelos tradicionales y a dar paso a nuevas formas de enseñanza más flexibles, adaptadas a cada estudiante y apoyadas en herramientas que usan inteligencia artificial para proponer nuevos contenidos, ejercicios o formas de enseñanza y aprendizaje.

Este apartado examina cinco efectos principales que la IA está generando en el ámbito educativo; las transformaciones en las estructuras del sistema educativo; el impacto de la IA generativa en las prácticas pedagógicas; la profundización de la desigualdad digital; los dilemas éticos asociados a su uso; y las condiciones para una integración responsable en los contextos educativos, especialmente en México.

TRANSFORMACIONES EN EL SISTEMA EDUCATIVO POR LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La incursión de la IA en el ámbito educativo no ha sido neutral ni superficial, en poco tiempo ha comenzado a redefinir procesos fundamentales como el aprendizaje, la enseñanza, la evaluación, la gestión institucional y la producción del conocimiento; de tal manera, que aunque muchas de estas transformaciones están en una etapa exploratoria, su velocidad y alcance obligan de manera urgente a repensar las bases sobre las que se ha construido históricamente el sistema educativo.

Uno de los cambios más visibles es la transformación del rol docente, ya que las plataformas basadas en IA comienzan a asumir tareas tradicionalmente atribuidas solo al profesorado, como la explicación de contenidos, la generación de materiales o la evaluación de aprendizajes; cabe aclarar que esto no significa que el docente esté siendo reemplazado, pero sí que su función se está desplazando hacia roles más estratégicos: diseño pedagógico, acompañamiento personalizado y gestión ética del uso tecnológico (Luckin et al., 2016).

Desde la perspectiva del estudiante, la IA facilita el acceso al conocimiento al ofrecer respuestas inmediatas y recursos personalizados, sin embargo, este acceso rápido puede disminuir el esfuerzo cognitivo, generar dependencia o fomentar una comprensión superficial, especialmente si no se acompaña de una guía pedagógica crítica; por ello, es fundamental

fortalecer habilidades metacognitivas y éticas que permitan a los estudiantes interactuar con estas herramientas de forma consciente, reflexiva y con criterio propio (Selwyn, 2019).

Por otro lado, a nivel institucional, la IA comienza a transformar los procesos de toma de decisiones en los sistemas educativos: desde sistemas de análisis predictivo que intentan anticipar el abandono escolar, hasta plataformas automatizadas que monitorean el desempeño docente. Estas tecnologías prometen mejorar la eficiencia y fortalecer la gestión basada en datos, no obstante, también plantean riesgos significativos: decisiones deshumanizadas, reproducción de sesgos invisibles en los algoritmos y una preocupante opacidad respecto a los criterios que sustentan sus recomendaciones o evaluaciones. Tal como advierten Williamson y Eynon (2020), el despliegue de la IA en educación requiere una vigilancia crítica constante para evitar que la lógica algorítmica sustituya el juicio pedagógico y se consoliden formas de control tecnocrático sin rendición de cuentas.

En resumen, más allá de su dimensión técnica en la transformación, la IA desafía las lógicas, valores y estructuras sobre las que se ha construido el sistema educativo, de tal manera que comprender su impacto requiere mirar más allá del entusiasmo tecnológico e interrogar críticamente las tensiones pedagógicas, sociales y políticas que acompañan su adopción.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA Y EL REDISEÑO DE PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS

El avance de la IA generativa está transformando radicalmente el escenario educativo, especialmente en lo que respecta a las prácticas pedagógicas; herramientas como *ChatGPT*, *Gemini* o *Copilot* no solo ofrecen acceso inmediato a información, sino que también permiten generar explicaciones, resolver dudas, sugerir actividades o incluso evaluar trabajos en tiempo real.

Este tipo de tecnologías, que simulan la interacción con un tutor virtual, han comenzado a integrarse en procesos formativos tanto formales como no formales, reconfigurando el rol docente y el diseño instruccional; según Ayuso del Puerto y Gutiérrez Esteban (2022), el uso de la IA como recurso en la formación inicial del profesorado abre nuevas posibilidades para personalizar el aprendizaje, adaptarlo al ritmo del estudiante y ofrecer acompañamiento permanente.

Sin embargo, también exige una profunda revisión de las metodologías didácticas y de los principios éticos que deben guiar su implementación; en este contexto, la IA generativa

marca un punto de inflexión: no se trata solo de automatizar tareas, sino de repensar cómo se enseña y se aprende en la era digital.

Desde una perspectiva funcional, la IA generativa puede actuar como un asistente cognitivo que acompaña al estudiante en distintas etapas del aprendizaje, facilitando la exploración de ideas, la redacción de textos, la traducción de contenidos complejos o la síntesis de conceptos clave; especialmente en contextos como el mexicano, donde el acompañamiento docente suele ser limitado por factores como la carga laboral, la distancia o la falta de recursos, estas herramientas pueden representar una forma de equidad compensatoria, al ofrecer una especie de tutor virtual accesible que no depende de horarios, ni del nivel socioeconómico ni de la ubicación geográfica del usuario.

En el caso del profesorado, la IA generativa puede ser una aliada efectiva para reducir la carga laboral, asistiendo en tareas extensas como la planificación didáctica, la generación de actividades diferenciadas, la adaptación de contenidos según niveles de dificultad, e incluso la producción de materiales en varios idiomas, estas capacidades suponen una oportunidad para avanzar hacia una enseñanza más flexible, personalizada y centrada en el estudiante; no obstante, esta ventaja debe abordarse con una mirada crítica, si se utiliza sin una mediación pedagógica consciente, la IA generativa podría disminuir la autonomía cognitiva del estudiante, especialmente si se convierte en una fuente de respuestas que se aceptan sin mayor reflexión. Por ello, no basta con habilitar o prohibir su uso, sino que es esencial formar al profesorado y al alumnado en competencias que promuevan una interacción consciente, crítica y fundamentada con estas herramientas (Hashem et al., 2024).

De igual manera, es importante recordar que los modelos generativos no están exentos de errores o sesgos, ya que aunque muchas veces producen respuestas plausibles, pueden generar información imprecisa o reproducir estereotipos presentes en los datos con los que fueron entrenados. De esta manera se plantea una pregunta importante: ¿qué tipo de conocimiento estamos validando cuando una herramienta genera textos que parecen confiables, pero pueden estar equivocados?

Otro aspecto clave es el impacto emocional y motivacional que puede tener el uso de IA generativa en el aula, ya que algunos estudiantes se sienten desmotivados al percibir que su esfuerzo personal no se valora frente a una herramienta que produce resultados más rápidos o *mejor presentados*; otros experimentan ansiedad al compararse con textos generados artificialmente que parecen impecables. Estas emociones no solo afectan la confianza del

estudiante, sino también su proceso de aprendizaje, por ello, se vuelve necesario también repensar cómo se valora el aprendizaje. Si la evaluación se enfoca únicamente en el producto final, sin considerar el proceso, el pensamiento crítico o el esfuerzo invertido, se corre el riesgo de profundizar esa sensación de desigualdad; de tal manera que, entonces, avanzar hacia modelos de evaluación más formativos, que reconozcan la trayectoria del estudiante y no solo el resultado, es una condición clave para un uso pedagógico justo de la IA.

En conclusión, la integración de la IA generativa obliga a replantear el modelo pedagógico tradicional, ya que si el aprendizaje se limita a tareas que pueden ser automatizadas, la función educativa corre el riesgo de vaciarse de sentido. En cambio, si se orienta hacia el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración, la IA puede convertirse en una aliada estratégica para enriquecer los procesos formativos y potenciar *lo humano*.

LA DESIGUALDAD DIGITAL

Aunque la IA promete personalizar el aprendizaje y ampliar el acceso al conocimiento, su implementación en contextos como el mexicano, revela una paradoja: puede tanto cerrar como ampliar las brechas educativas existentes. En un país donde coexisten escuelas con laboratorios de cómputo avanzados y comunidades sin electricidad ni conectividad básica, la IA corre el riesgo de profundizar la exclusión, esta desigualdad se manifiesta en tres niveles: el primero, el acceso material, donde no todos los estudiantes ni docentes cuentan con internet estable ni dispositivos adecuados; el segundo, la alfabetización digital crítica, ya que muchos usuarios no poseen las habilidades necesarias para utilizar estas herramientas de forma significativa; y el tercero, la brecha de impacto, que evidencia cómo los beneficios de la IA tienden a concentrarse en quienes ya poseen ventajas previas, como capital cultural o acompañamiento pedagógico.

En efecto, estudiantes de contextos más favorecidos pueden aprovechar herramientas como *ChatGPT* para profundizar su aprendizaje, mientras que otros se limitan a copiar respuestas, reproduciendo nuevas formas de dependencia. Así, la promesa de una IA para todos podría convertirse en un eslogan vacío si no se acompaña de políticas públicas robustas que garanticen infraestructura, formación docente e inclusión digital real. Como lo plantea Martínez Tessore (2021, p. 24):

...requieren diseñar, además, estrategias que apunten al uso, a la apropiación y la participación equitativa en las oportunidades de aprender, educarse y también de participar en la vida social, cultural y laboral, atendiendo a las nuevas estructuras de oportunidades y de riesgos de profundización de exclusiones en el nuevo escenario educativo.

DILEMAS ÉTICOS EN LA ADOPCIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La incorporación de la IA en la educación abre múltiples dilemas éticos que van más allá de lo meramente técnico; inciden directamente en los derechos fundamentales, la equidad y la integridad del proceso educativo; uno de los principales desafíos es la privacidad de los datos, ya que las plataformas de IA recopilan grandes cantidades de información personal, frecuentemente sin que los usuarios sean conscientes de qué se recopila, con qué finalidad o quién accede a ella. Esta situación se complica en instituciones educativas mexicanas que, pese a contar con un marco general de protección de datos, carecen de protocolos claros para garantizar su aplicación ética.

Otro desafío crítico es el de los sesgos algorítmicos, ya que al entrenarse con datos históricos, los sistemas de IA pueden perpetuar desigualdades sociales ya existentes, generando decisiones aparentemente neutrales, pero que discriminan a quienes se desvían de la norma educativa estándar, como estudiantes con estilos lingüísticos no convencionales. A lo anterior se añade la falta de transparencia: muchos modelos de IA actúan como *cajas negras*, procesando y produciendo resultados sin permitir que los docentes o estudiantes comprendan o cuestionen cómo llegaron a esas respuestas; esta opacidad limita la capacidad de supervisión, la rendición de cuentas y la intervención informada. Como alerta Álvarez Herrero (2024, p. 14): “estos dilemas éticos no se resuelven con prohibiciones simplistas ni con una aceptación acrítica de la tecnología; requieren marcos normativos explícitos, alfabetización ética, y un acompañamiento institucional consistente”.

En atención a lo anterior, ya se han creado documentos como la *Recomendación sobre la ética de la IA*, de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura ([UNESCO], por sus siglas en inglés, 2021), la cual ofrece una guía práctica para enfrentar estos dilemas, subrayando valores esenciales como la transparencia, la protección de datos, la inclusión, la no discriminación y la supervisión humana, brindando un punto de partida ético sólido para su aplicación en contextos educativos

VACÍOS EN LA INTEGRACIÓN INSTITUCIONAL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EDUCATIVA

Aunque el interés por integrar IA en el ámbito educativo ha crecido exponencialmente, su incorporación continúa siendo fragmentada, desigual y carente de un marco ético y pedagógico robusto que guíe su aplicación, en muchas instituciones de México y América Latina, el entusiasmo tecnológico no se ha traducido en políticas formales, esquemas de formación docente ni mecanismos participativos que permitan una adopción crítica y contextualizada.

Uno de los vacíos más evidentes es la ausencia de lineamientos institucionales claros. Numerosas escuelas han comenzado a utilizar herramientas basadas en IA sin contar con protocolos que definan criterios de uso, límites pedagógicos o responsabilidades. Esto favorece prácticas improvisadas o centradas únicamente en la eficiencia operativa, desatendiendo el propósito formativo que debería orientar toda innovación educativa y que, en lugar de mejorar la experiencia de aprendizaje, puede terminar operando como una solución técnica desarticulada del contexto escolar.

Otro obstáculo clave es la falta de formación docente especializada, si bien se espera que el profesorado incorpore estas tecnologías en sus prácticas, en la mayoría de los casos no recibe acompañamiento técnico ni orientación crítica, lo que no solo genera resistencias legítimas, sino también temores reales: miedo a ser superados por la tecnología o incluso reemplazados por ella. En este clima de incertidumbre, la IA puede ser integrada de forma superficial, descontextualizada o motivada por presiones institucionales externas, más que por una convicción pedagógica informada.

Adicionalmente, persiste una escasa participación de las comunidades educativas en las decisiones sobre qué tecnologías se adoptan y cómo se utilizan. La falta de espacios de diálogo con docentes, estudiantes y especialistas en ética conlleva el riesgo de que la IA se imponga como una solución externa, diseñada desde lógicas ajenas a las realidades locales que en lugar de enriquecer la práctica educativa, puede terminar reproduciendo desigualdades existentes.

Ignorar estos vacíos sería ingenuo, ya que distintos estudios advierten que la integración de la inteligencia artificial en la educación superior requiere más que entusiasmo tecnológico: exige planificación institucional, participación de la comunidad educativa y una revisión crítica del papel docente en entornos mediados por algoritmos (Acevedo Carrillo

et al., 2025). De tal modo que reconocer estas limitaciones es el primer paso para avanzar hacia un modelo de integración que no imponga tecnologías desde arriba, sino que ponga la IA al servicio de un proyecto educativo justo, crítico y transformador.

DISCUSIÓN Y REFLEXIÓN

La IA ha cobrado un protagonismo creciente en el ámbito educativo, los docentes perciben que su implementación puede optimizar procesos y enriquecer las estrategias didácticas (Puche-Villalobos, 2024). Organismos como la UNESCO (2021) afirman que puede contribuir al cumplimiento del ODS 4, promoviendo una educación inclusiva, equitativa y de calidad. Sin embargo, esta visión optimista no debe ocultar los desafíos estructurales, culturales y éticos que plantea su integración en contextos como el mexicano.

No obstante, el sistema educativo nacional es profundamente desigual, mientras algunas universidades experimentan con modelos generativos como *ChatGPT*, otras instituciones particularmente en niveles básicos y comunidades marginadas enfrentan carencias graves: falta de conectividad, dispositivos inadecuados, poca formación docente especializada; esta *brecha tecnológica* compromete no solo el acceso, sino la posibilidad de integrar la IA de forma crítica y pertinente.

Más allá del acceso, el reto fundamental es pedagógico, la adopción tecnológica en México ha seguido históricamente una lógica instrumental: repartir dispositivos sin transformar prácticas; con la IA podría repetirse este patrón si no se redefine el propósito educativo que guíe su uso. Actualmente, los esfuerzos institucionales son dispersos y voluntaristas, algunos docentes han comenzado a explorar el uso de IA en el aula, generando experiencias valiosas pero aisladas; esto evidencia la necesidad de crear comunidades de práctica y espacios colaborativos que permitan compartir aprendizajes, dilemas y metodologías desde una visión pedagógica.

En el plano de las políticas públicas, la inclusión de contenidos de IA en el nuevo marco de la educación es un avance incipiente, pero aún insuficiente, se requiere una estrategia nacional coherente que articule la formación docente, infraestructura tecnológica, inclusión digital y gobernanza ética; sin estos elementos, la integración corre el riesgo de ser improvisada, fragmentada y desigual.

En definitiva, la integración de la IA en la educación no debe quedar en manos del mercado ni responder a modas tecnológica; es, ante todo, una responsabilidad compartida entre el Estado, las instituciones educativas y diversos sectores sociales, quienes deben construir una política pública participativa, con visión crítica, inversión sostenida y principios pedagógicos sólidos, solo así será posible transformar la IA en una herramienta que fortalezca un proyecto educativo justo, inclusivo y humanista.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La IA ya no es una promesa futura, sino una realidad que redefine funciones clave del sistema educativo, no obstante, su integración no es automática ni neutra: implica decisiones éticas, pedagógicas y políticas que deben asumirse de forma consciente, de tal manera que, adoptar la IA sin reflexión puede acentuar desigualdades, tecnificar procesos sin sentido formativo y debilitar principios fundamentales de la educación.

Su potencial es indiscutible: personalización del aprendizaje, mejora en la gestión, generación de contenidos y apoyo docente, pero su adopción ocurre en un contexto desigual, marcado por brechas digitales, limitada formación docente y ausencia de lineamientos institucionales, lo que limita su impacto y puede generar nuevas formas de exclusión. Frente a este escenario, proponemos:

- Diseñar una estrategia nacional de IA educativa, con enfoque ético y contextualizado, que incluya a docentes, estudiantes, comunidades y expertos en tecnología.
- Fortalecer la formación docente, no solo en herramientas, sino en criterios pedagógicos, evaluación crítica y diseño de experiencias significativas con IA.
- Reducir brechas digitales con conectividad, equipos y recursos adaptados a contextos rurales, indígenas y marginados.
- Incorporar la alfabetización digital crítica en los planes de estudio, para formar estudiantes capaces de usar la IA con conciencia, sin sustituir su pensamiento.
- Establecer marcos de regulación ética y transparencia, que protejan datos personales y garanticen rendición de cuentas.
- Impulsar investigación educativa sobre IA, desde las realidades locales, para orientar su uso con evidencia.

En suma, integrar la IA en la educación no es simplemente adaptarse a los tiempos que vienen, sino ejercer el derecho a imaginar y construir el futuro que queremos, no se trata de correr detrás de la tecnología, sino de ponerla al servicio de una visión educativa centrada en la justicia, la inclusión y la dignidad humana.

Si asumimos el desafío con mirada crítica, vocación transformadora y compromiso colectivo, la IA puede ser más que una herramienta: puede ser una aliada para *rehumanizar* la educación en la era digital.

REFERENCIAS

- Acevedo Carrillo, M., Cabezas Torres, N. M., La Serna La Rosa, P. A., & Araujo Rossel, S. A. (2026). Desafíos y oportunidades de la inteligencia artificial en la educación superior latinoamericana: una revisión sistemática de la literatura. *Revista InveCom*, 6(1), e601074. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15508755>
- Álvarez Herrero, J.-F. (2024). Dilemas, retos y riesgos éticos sobre el uso de la inteligencia artificial en educación. *Libro de Actas del Congreso Internacional para la Difusión de la Producción Científica e Innovadora* (pp. 14-15). AMEC Ediciones.
- Ayuso del Puerto, D., y Gutiérrez Esteban, P. (2022). La inteligencia artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. *RIED – Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 347–362. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332>
- Bernilla, E. (2024). Docentes ante la inteligencia artificial en una universidad pública del norte del Perú. *Educación*, XXXIII(64), 8-28. <https://doi.org/10.18800/educacion.202401.M001>
- Bloom, B. S. (1984). The 2 Sigma Problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4–16. <https://doi.org/10.3102/0013189X013006004>
- Caldeiro, G. (2024). Inteligencia Artificial Generativa y educación: hacia un nuevo paradigma. *El Faro. Revista Digital de Docencia Universitaria*, 1(1), 22-43. <https://revistael-faro.uflo.edu.ar/index.php/elfaro/article/view/15/4>
- Flores-Vivar, J., y García-Peñalvo, F. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la Inteligencia Artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS4). *Comunicar*, 74(30), 37-47. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- Hashem, R., Ali, N., El Zein, F., Fidalgo, P., & Abu Khurma, O. (2024). AI to the rescue: Exploring the potential of ChatGPT as a teacher ally for workload relief and burnout prevention. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 19(23). <https://doi.org/10.58459/rptel.2024.19023>

- Lan, Y., Li, X., Du, H., Lu, X., Gao, M., Qian, W., & Zhou, A. (2024). Survey of Natural Language Processing for Education: Taxonomy, Systematic Review, and Future Trends. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/pdf/2401.07518>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*. Pearson Education. <https://oro.open.ac.uk/50104/>
- Martínez Tessore, A. L. (2021). Brechas digitales y derecho a la educación durante la pandemia por COVID-19. *Propuesta Educativa*, 30(56), 11-27. <https://propuestaeducativa.flacso.org.ar/wp-content/uploads/2022/04/REVISTA-56-COMPLETA.pdf>
- Ouyang, F., Wu, M., Zheng, L., Zhang, L., & Jiao, P. (2023). Integration of artificial intelligence performance prediction and learning analytics to improve student learning in online engineering course. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(4). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00372-4>
- Puche-Villalobos, D. J. (2024). Inteligencia artificial como herramienta educativa: ventajas y desventajas desde la perspectiva docente. *Areté, Revista Digital del Doctorado en Educación*, 10(especial), 85-100.
- Selwyn, N. (2019). *Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education*. Polity.
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1). https://jotamac.typepad.com/jotamacs_weblog/files/connectivism.pdf
- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixedability classrooms* (2.^a ed.). Association for Supervision and Curriculum Development.
- UNESCO. (2021). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa
- Uzcátegui Pacheco, R. A., y Ríos Colmenárez, M. J. (2024). Inteligencia artificial para la educación: formar en tiempos de incertidumbre para adelantar el futuro. *Areté, Revista Digital del Doctorado en Educación*, 10(ee), 1–21. https://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_arete/article/view/29445
- Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 223–235. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995>

02.

COMPETENCIAS DOCENTES AL USAR INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ESCENARIOS DE APRENDIZAJE

PATRICIA SERNA GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, MÉXICO

ORCID: 0000-0002-0882-1538

CLAUDIA IVETTE MUÑOZ PÉREZ

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, MÉXICO

ORCID: 0009-0005-8722-1571

JESÚS RAMOS GARCÍA

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, MÉXICO

ORCID: 0009-0000-4504-2536

ETIMOLOGÍA Y EVOLUCIÓN CONCEPTUAL DE LAS COMPETENCIAS DOCENTES PARA EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SU DIFERENCIA Y COMPLEMENTO CON LAS COMPETENCIAS DIGITALES

La etimología del término *competencia* proviene del latín *competentia*, que hace referencia a la capacidad de desempeñar una función o tarea de manera eficiente y adecuada. Este concepto ha evolucionado a lo largo del tiempo, especialmente en el ámbito educativo, para referirse a un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para desempeñar diversas tareas o funciones dentro de un contexto determinado (Delors, 1996). En el contexto de la educación, las competencias docentes se refieren a las habilidades y conocimientos que los docentes deben poseer para llevar a cabo su labor pedagógica de manera eficaz, especialmente en relación con el uso de nuevas tecnologías como la Inteligencia Artificial (IA). Es ese conjunto de integración del saber conceptual o teórico, el *saber hacer* o procedimental y el *saber ser* que incluye valores, actitudes, emociones, entre otros.

EVOLUCIÓN CONCEPTUAL DE LAS COMPETENCIAS DOCENTES PARA EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La incorporación de la IA en la educación ha transformado las competencias docentes, especialmente aquellas relacionadas con el uso de tecnologías digitales. El concepto de competencias docentes en el uso de IA ha evolucionado desde un enfoque tecnológico hacia una dimensión más pedagógica, donde el docente no solo debe conocer las herramientas tecnológicas, sino también cómo integrarlas adecuadamente en sus prácticas pedagógicas (García y Hernández, 2020).

En los primeros estudios, la IA se asoció principalmente con herramientas de automatización y procesamiento de datos. Sin embargo, a medida que las tecnologías avanzaron, la IA comenzó a jugar un papel central en la personalización del aprendizaje y la automatización de la retroalimentación (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2019). Por lo tanto, las competencias docentes para el uso de IA incluyen, no solo la capacidad de manejar herramientas tecnológicas, sino también de interpretar y aplicar los resultados generados por los algoritmos para mejorar la enseñanza y aprendizaje. Estas competencias implican habilidades en el análisis de datos educativos, la creación de contenidos interactivos y la integración de tecnologías de IA en la enseñanza personalizada (Redecker, 2017), entre muchas otras.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura ([UNESCO], por sus siglas en inglés, 2021) resalta que las competencias docentes para la IA deben abarcar tres dimensiones: el conocimiento de las herramientas, la capacidad pedagógica para integrarlas de manera efectiva, y la ética en su uso. Esto incluye un enfoque en la protección de datos y la gestión de la privacidad de los estudiantes, lo que representa un aspecto esencial en el contexto educativo actual, donde los datos personales son una preocupación central.

DIFERENCIAS Y COMPLEMENTACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DIGITALES

Las competencias digitales son una categoría que abarca todas las habilidades necesarias para interactuar de manera efectiva con la tecnología digital. Según el marco *DigCompEdu* de la Comisión Europea (Redecker, 2017), las competencias digitales incluyen habilidades como la navegación por internet, el uso de herramientas digitales para la creación de contenidos, y la capacidad para comunicarse y colaborar en entornos digitales. Estas compe-

tencias son fundamentales para todos los docentes en la era digital y forman la base sobre la cual se desarrollan las competencias más específicas, como las competencias docentes para el uso de la IA.

Mientras que las competencias digitales se centran en el manejo de herramientas y plataformas tecnológicas en general, las competencias docentes para la IA están más orientadas a la aplicación pedagógica de estas herramientas. Esto incluye el uso de sistemas de IA para personalizar el aprendizaje, analizar el rendimiento de los estudiantes, y crear contenidos educativos adaptativos (García y Hernández, 2020). Las competencias digitales son, por lo tanto, un prerrequisito para desarrollar competencias docentes en IA, pero no son suficientes por sí solas para garantizar una implementación efectiva de la IA en el aula.

Una diferencia clave radica en que las competencias digitales son más generales y se aplican a una variedad de contextos, desde el uso personal de la tecnología hasta el ámbito laboral. En cambio, las competencias docentes en IA están específicamente dirigidas a la enseñanza y aprendizaje, y requieren un entendimiento profundo de las tecnologías emergentes, así como de los procesos pedagógicos. Además, la formación en IA involucra una comprensión de los principios éticos y las implicaciones sociales del uso de algoritmos en la educación, algo que no está necesariamente presente en las competencias digitales.

DEFINICIÓN DE ESCENARIOS DE APRENDIZAJE, TIPOS Y CARACTERÍSTICAS

El uso de la IA en los escenarios de aprendizaje representa una evolución significativa en la educación, permitiendo personalización, retroalimentación inmediata, y aprendizaje autónomo. Estos avances, sin embargo, requieren que los docentes y diseñadores instruccionales comprendan cómo integrar estas herramientas de manera efectiva en los entornos educativos. La teoría del aprendizaje conectivista de Siemens (2013), el modelo de retroalimentación predictiva de Luckin et al. (2016), y el enfoque colaborativo ofrecen marcos valiosos para la comprensión y el diseño de estos escenarios.

El escenario de aprendizaje se refiere al entorno en el cual los estudiantes interactúan para desarrollar sus habilidades y conocimientos. Este entorno puede ser físico o virtual, y se caracteriza por los elementos que facilitan o restringen el aprendizaje, como los recursos disponibles, las actividades propuestas, y las interacciones entre los participantes (Coll,

2014). Un escenario de aprendizaje debe ser flexible, inclusivo y capaz de adaptarse a las necesidades diversas de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje activo y participativo.

Con la incorporación de la IA, los escenarios de aprendizaje han adquirido una nueva dimensión, transformándose en espacios inteligentes que ofrecen personalización, retroalimentación instantánea y adaptabilidad. Un escenario de aprendizaje con el uso de IA se caracteriza por la integración de tecnologías que permiten personalizar el aprendizaje según el ritmo, estilo y necesidades de cada estudiante. La IA puede proporcionar sistemas de tutoría inteligente, adaptaciones automáticas en el contenido de aprendizaje y análisis predictivos sobre el rendimiento del estudiante, lo que optimiza, tanto la experiencia educativa, como los resultados académicos (Luckin et al., 2016).

CARACTERÍSTICAS DE UN ESCENARIO DE APRENDIZAJE CON USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Un escenario de aprendizaje que incorpora IA presenta varias características clave que lo diferencian de los escenarios tradicionales:

1. Personalización del aprendizaje: La IA permite adaptar los contenidos y actividades a las necesidades individuales de los estudiantes, proporcionando una experiencia más centrada en el alumno (Siemens, 2013). Esto incluye la capacidad de ajustar el nivel de dificultad del material según el progreso del estudiante.
2. Retroalimentación instantánea: Los sistemas basados en IA pueden ofrecer retroalimentación en tiempo real, permitiendo a los estudiantes corregir errores y mejorar su comprensión de los temas de manera inmediata, sin la necesidad de intervención humana (Holmes et al., 2019).
3. Aprendizaje autónomo: La IA fomenta la autonomía de los estudiantes, permitiéndoles aprender a su propio ritmo y accediendo a recursos en cualquier momento (Baker & Inventado, 2014).
4. Interactividad: Los escenarios de aprendizaje con IA suelen incorporar sistemas interactivos, como *chatbots* o asistentes virtuales, que facilitan la interacción constante entre el estudiante y el entorno de aprendizaje, promoviendo la participación activa.
5. Análisis predictivo: La IA puede analizar grandes volúmenes de datos sobre el des-

empeño de los estudiantes, utilizando algoritmos para prever el rendimiento futuro y ofrecer sugerencias para mejorar el aprendizaje (Siemens, 2013).

TIPOS DE ESCENARIOS DE APRENDIZAJE CON USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Existen varios tipos de escenarios de aprendizaje que integran la IA, dependiendo del enfoque y las herramientas utilizadas. Entre los tipos más destacados se encuentran:

1. Escenarios de aprendizaje adaptativos: Son aquellos que utilizan IA para modificar el contenido y la secuencia del aprendizaje según las respuestas y necesidades del estudiante. Estos sistemas ajustan las actividades de aprendizaje basándose en el análisis continuo del rendimiento del estudiante (Baker & Inventado, 2014).
2. Escenarios de aprendizaje personalizados: En este tipo de escenario, la IA se utiliza para crear experiencias de aprendizaje únicas para cada estudiante, proporcionando recomendaciones de contenido que se alinean con sus intereses, habilidades y estilo de aprendizaje (Baker & Inventado, 2014).
3. Escenarios de aprendizaje colaborativos: Utilizan herramientas basadas en IA para facilitar la colaboración entre estudiantes, creando redes de aprendizaje y permitiendo la interacción entre pares a través de plataformas inteligentes que analizan y promueven el intercambio de ideas y recursos.
4. Interactividad: se refiere a la capacidad de los usuarios para modificar el curso de la información presentada, lo que les permite crear una experiencia personalizada y dinámica.

ESTADO DEL ARTE

Varios teóricos han analizado y propuesto teorías sobre los escenarios de aprendizaje, tanto tradicionales como con el uso de IA. Entre los más relevantes se encuentran: Siemens (2013), quien, en su teoría del aprendizaje conectivista, argumenta que los escenarios de aprendizaje deben adaptarse a las nuevas formas de interconexión que permiten las tecnologías digitales, incluida la IA. Según Siemens, la IA facilita la creación de redes de conocimiento personalizadas y distribuidas, esenciales para el aprendizaje en el siglo XXI.

Luckin et al. (2016), quienes han investigado el uso de la IA en la educación, destacan que los escenarios de aprendizaje basados en IA deben centrarse en las necesidades individuales del estudiante y ofrecer una retroalimentación inmediata para fomentar el aprendizaje autónomo. Coll (2014) propone que los escenarios de aprendizaje deben ser considerados como entornos interactivos y dinámicos que permitan la colaboración y la resolución de problemas. La IA puede optimizar estas características, haciendo que los entornos educativos sean más personalizados y accesibles. Baker & Inventado (2014), quienes han explorado el papel de la IA en la personalización del aprendizaje, sugieren que los sistemas inteligentes pueden proporcionar experiencias de aprendizaje más inclusivas y adaptadas a los estilos de aprendizaje individuales.

La integración de la IA en los entornos educativos ha generado un creciente interés en las últimas décadas, particularmente en el ámbito docente. El estudio de las competencias docentes necesarias para utilizar estas tecnologías de manera efectiva es crucial para mejorar la calidad educativa en diversos niveles. Este documento realiza una revisión sistemática de investigaciones sobre el uso de la IA en escenarios de aprendizaje, centrándose en las competencias que deben desarrollar los docentes para utilizar estas tecnologías en sus metodologías.

El primer estudio de referencia, realizado en España aborda el problema de la falta de competencias adecuadas entre los docentes para integrar la IA en sus metodologías pedagógicas. La pregunta de investigación de este trabajo fue: ¿Cuáles son las competencias esenciales que los docentes deben desarrollar para utilizar la IA en sus aulas? Los objetivos planteados por los autores fueron identificar las competencias docentes necesarias para integrar la IA en el aula, analizar el impacto de la IA en las competencias docentes y evaluar la percepción de los docentes sobre las herramientas de IA. Este estudio se llevó a cabo en universidades españolas en el contexto de la transformación digital en la educación superior, con la participación de 150 docentes universitarios que habían tomado programas de formación sobre IA. La metodología utilizada fue cuantitativa y cualitativa, con encuestas y entrevistas semiestructuradas. Los instrumentos utilizados fueron una encuesta estructurada y entrevistas semiestructuradas. Las teorías aplicadas fueron el marco *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) y el modelo DigCompEdu. Los resultados mostraron que los docentes tienen competencias básicas en el uso de la IA, pero carecen de formación pedagógica adecuada para integrarla de manera efectiva en sus métodos de enseñanza. Las conclusiones del estudio sugieren que es necesario implementar programas

de formación docente específicos para el uso pedagógico de la IA, con un enfoque en la integración pedagógica de las herramientas tecnológicas.

El segundo estudio, realizado en México, explora el desarrollo de competencias docentes para el uso de la IA en la educación secundaria. Este estudio parte del problema de la falta de capacitación adecuada de los docentes en el uso de la IA y su impacto en los resultados académicos. La pregunta de investigación planteada fue: ¿Qué competencias son necesarias para que los docentes de secundaria puedan integrar eficazmente la IA en sus prácticas pedagógicas? Los objetivos del estudio fueron comparar las competencias digitales de los docentes en el uso de IA en distintas escuelas secundarias y examinar las diferencias en la adopción de IA según las competencias de los docentes. El contexto de la investigación fue en escuelas secundarias mexicanas, en el marco de la transición digital que vive el sistema educativo en el país. El estudio involucró a 200 docentes de secundaria, principalmente de áreas de ciencias y matemáticas. La metodología empleada fue un enfoque cuantitativo con una encuesta y grupos focales para explorar las percepciones de los docentes sobre el uso de IA. Los instrumentos utilizados fueron una encuesta sobre competencias digitales, adaptada del modelo DigComp, y guías para los grupos focales. Las teorías utilizadas en este estudio fueron el modelo DigCompEdu y la teoría de la acción razonada (TRA). Los resultados mostraron que los docentes con mayor formación digital eran más propensos a adoptar herramientas de IA en sus prácticas pedagógicas, aunque algunos mostraron reticencias debido a cuestiones éticas y pedagógicas. Las conclusiones apuntaron a la necesidad de ofrecer una formación continua y práctica en el uso de la IA, que no solo aborde la competencia tecnológica, sino también las implicaciones pedagógicas y éticas que esta tecnología conlleva. En conclusión, ambos estudios destacan la importancia de una formación docente integral en el uso de la inteligencia artificial, que contemple tanto las competencias tecnológicas como las pedagógicas, y que permita a los docentes integrar de manera efectiva estas herramientas en sus prácticas educativas para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

PREGUNTA Y OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las competencias docentes que se requieren para el uso de la IA en escenarios de aprendizaje?

OBJETIVO GENERAL

Identificar y analizar las competencias docentes necesarias para integrar de forma efectiva la inteligencia artificial en escenarios de aprendizaje, considerando aspectos tecnológicos, pedagógicos, éticos y contextuales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir las competencias docentes genéricas y específicas para el uso de la IA en contextos educativos, a partir del análisis del marco DigCompEdu, UNESCO y otras organizaciones internacionales y nacionales.
2. Explorar las percepciones sobre la posesión de competencias docentes relacionadas con la IA en un grupo de docentes capacitados en escenarios de aprendizaje con IA.
3. Examinar las diferencias conceptuales y funcionales entre las competencias digitales generales y las competencias docentes específicas para el uso pedagógico de la IA.
4. Considerar en las competencias docentes los elementos éticos, socioemocionales y de evaluación que conlleva el uso de herramientas de IA en el aula.

CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación tuvo lugar con profesores e investigadores de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), como institución pública de educación superior en México, que ha impulsado la transformación digital y la innovación pedagógica mediante la incorporación de tecnologías emergentes, incluida la IA, en sus procesos de enseñanza-aprendizaje. Donde, en el marco de sus programas de formación docente, se han desarrollado iniciativas orientadas al fortalecimiento de competencias digitales y tecnológicas, que preparan a los docentes para enfrentar los retos del siglo XXI con una visión crítica, ética y adaptativa.

PARTICIPANTES

Se les aplicó la lista de cotejo a 30 docentes de las siguientes facultades: Psicología, Contaduría, Químico Farmacobiología, Derecho y Odontología. Las edades fluctuaron entre 26 a 72 años, de los cuáles 12 eran mujeres docentes, que representan el 40%; el resto eran

18 docentes hombres, que representan el 60%. Participaron seis docentes por facultad. El objetivo fue determinar qué competencias consideraban poseer.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se utilizó un método de investigación cuantitativa, descriptiva. Se aplicó una lista de cotejo, en la cual se les preguntaba a los docentes participantes si tenían desarrollada una lista de competencias docentes para el uso de la IA con la respuesta binomial *sí* o *no*. Para el desarrollo de dicho instrumento, se enlistaron en un primer momento las competencias requeridas para el cursamiento del *Diplomado en integración de Inteligencia artificial en escenarios de aprendizaje*, del Tecnológico Nacional de México, mismo que cursaron y concluyeron en mayo del 2025, los y las autoras de este capítulo.

Enseguida se enriqueció y completó dicha lista con docentes expertos de la UMSNH que han dado cursos de IA, tanto para docentes como para estudiantes en diferentes facultades. Posteriormente, se complementaron con la indagatoria teórica respectiva, tanto de libros, teóricos de la IA, como de organismos internacionales y nacionales, promotores del uso de la IA en educación. Se quitaron los documentos repetidos o parecidos.

En todo momento se organizaron en dos niveles: las genéricas y las específicas. Y para ambos casos, en cuatro dimensiones: tecnológica, pedagógica, ética y contextuales, las cuales en la lista final, se mezclaron.

RESULTADOS Y ANÁLISIS DETALLADO

Se encontró como primer resultado, que las competencias docentes para el uso de la IA en escenarios de aprendizaje se dividen en dos: genéricas y específicas. En las primeras caben las también llamadas competencias digitales. La lista definitiva quedó como se muestra a continuación:

A. COMPETENCIAS DOCENTES GENÉRICAS PARA EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (DIGITALES)

Estas competencias son fundamentales para todos los docentes en la era digital y forman la base sobre la cual se desarrollan las competencias más específicas, como las competencias docentes para el uso de la IA. Aunque las competencias digitales se centran en el manejo de herramientas y plataformas tecnológicas en general, las competencias do-

centes para la IA están más orientadas a la aplicación pedagógica de estas herramientas. Esto incluye el uso de sistemas de IA para personalizar el aprendizaje, analizar el rendimiento de los estudiantes, y crear contenidos educativos adaptativos:

1. Navega por internet de manera crítica, segura y eficiente para acceder, seleccionar y utilizar información relevante en diversos contextos educativos.
2. Utiliza herramientas digitales para crear contenidos educativos pertinentes, originales y adecuados a distintos propósitos comunicativos y pedagógicos.
3. Se comunica y colabora efectivamente en entornos digitales, mediante el uso adecuado de plataformas tecnológicas, promoviendo la interacción respetuosa, inclusiva y orientada al logro de objetivos comunes.
4. Maneja herramientas y plataformas tecnológicas en diversos entornos educativos para facilitar procesos de enseñanza y aprendizaje.
5. Integra pedagógicamente herramientas digitales y tecnologías emergentes en el diseño, implementación y evaluación de estrategias didácticas pertinentes.

B. COMPETENCIAS DOCENTES ESPECÍFICAS PARA EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

1. Utiliza sistemas de inteligencia artificial para personalizar el aprendizaje, adaptando los contenidos, ritmos y estilos de los estudiantes a sus necesidades individuales.
2. Analiza el rendimiento académico de los estudiantes mediante el uso de datos generados por sistemas de IA, con el fin de retroalimentar y mejorar su aprendizaje.
3. Diseña y crea contenidos educativos adaptativos apoyados en IA, considerando la diversidad, accesibilidad y pertinencia pedagógica.
4. Proporciona retroalimentación inmediata mediante herramientas digitales o sistemas de IA, para mejorar la comprensión y el desempeño del estudiante en tiempo real.
5. Fomenta el aprendizaje autónomo en los estudiantes mediante el uso de tecnologías educativas, promoviendo la autorregulación, la iniciativa personal y el acceso libre a recursos digitales.
6. Maneja herramientas digitales, plataformas de aprendizaje en línea y software educativo para facilitar la integración de la IA en los procesos de enseñanza (UNESCO, 2018 p. 23).

7. Diseña e implementa estrategias pedagógicas inclusivas y personalizadas mediante el uso de tecnologías de IA.
8. Interpreta y utiliza los datos generados por la IA para mejorar la calidad del aprendizaje y monitorear el progreso académico de los estudiantes (Redecker, 2017).
9. Actúa con responsabilidad ética y protege la privacidad de los estudiantes al emplear tecnologías de inteligencia artificial en contextos educativos (UNESCO, 2021).
10. Emplea sistemas de IA para identificar necesidades socioemocionales y promover el bienestar integral de los estudiantes (OECD, 2020).
11. Se capacita continuamente en el uso de herramientas específicas de IA aplicadas a la educación, como tutorías inteligentes, asistentes virtuales y sistemas de retroalimentación automática (García, 2020, p. 54).
12. Crea contenidos educativos interactivos y personalizados mediante herramientas basadas en IA, favoreciendo el aprendizaje significativo.
13. Innova en sus prácticas pedagógicas mediante la experimentación con herramientas de IA y adapta su enseñanza a contextos cambiantes (Redecker, 2017).
14. Colabora con especialistas en IA y otros profesionales educativos para integrar eficazmente la IA en los procesos formativos.
15. Implementa modelos de evaluación basados en IA que ofrecen retroalimentación precisa, oportuna y personalizada.
16. Domina la arquitectura de elaboración de *prompts* y su iteración para interactuar eficazmente con sistemas de IA generativa, optimizando la producción de contenidos, la resolución de problemas y los procesos de enseñanza-aprendizaje.
17. Implementa de manera ética, crítica y profesional *ChatGPT* y otras herramientas de IA generativa en escenarios de aprendizaje.
18. Diseña, aplica y evalúa planes de trabajo basados en aprendizaje basado en problemas (ABP) y aprendizaje orientado a proyectos (AOP) y otras metodologías activas, con el uso responsable, ético e inclusivo de herramientas de IA, comprendiendo de manera crítica sus beneficios y riesgos asociados con los escenarios de aprendizaje.

19. Domina los fundamentos de la IA generativa y su uso en el diseño de escenarios de aprendizaje.
20. Promueve el uso de IA generativas entre sus estudiantes de forma cuidadosa, ética.
21. Diseña estrategias para enseñar con herramientas de IA, de forma creativa, congruente con los programas de estudio y el fomento de habilidades de pensamiento crítico, reflexivo.
22. Crea y adapta diferentes rutas de aprendizaje, a la vez que identifica, al evaluarlas, los retos, indicadores de impacto, beneficios, limitaciones y proyección futura en diversos escenarios de aprendizaje.
23. Innova en las formas de aprender y enseñar en diferentes escenarios de aprendizaje, implementando éticamente y de forma controlada el manejo de IA.
24. Analiza los sesgos, riesgos y mitos del uso de la IA en diferentes escenarios de aprendizaje
25. Identifica y conoce las diferentes políticas de regulación y desigualdad del uso de las IA en diferentes escenarios de aprendizaje.

A continuación, a la lista anterior se le desarrollaron los atributos respectivos: Ejemplo de la competencia 16. Elaboración de prompts y su iteración para interactuar eficazmente con sistemas de IA, optimizando la producción de contenidos, la resolución de problemas y los procesos de enseñanza-aprendizaje.

ATRIBUTOS

- Comprende la estructura lógica y sintáctica de un prompt efectivo para IA generativa.
- Redacta, ajusta y mejora *prompts* de manera iterativa para obtener resultados precisos y contextualmente relevantes.
- Aplica *prompts* en escenarios educativos con fines de retroalimentación, personalización de contenido y evaluación automatizada.
- Identifica los sesgos, límites y potenciales éticos en el uso de *prompts* con modelos generativos.

DISCUSIÓN O DESARROLLO CON IMPLICACIONES EN LA EDUCACIÓN

La irrupción de la IA en los escenarios educativos ha significado una transformación profunda en los roles docentes y en la naturaleza misma de la enseñanza y el aprendizaje. Las competencias docentes identificadas en este estudio no solo se limitan a la alfabetización digital, sino que exigen habilidades altamente especializadas que integren la dimensión tecnológica con la pedagógica, ética y contextual. Esta integración revela un nuevo paradigma donde el docente ya no es únicamente transmisor de conocimientos, sino diseñador de experiencias de aprendizaje inteligentes, facilitador de rutas personalizadas y garante de una educación humanizada en un entorno automatizado (UNESCO, 2021).

Uno de los principales aportes de este trabajo reside en diferenciar las competencias digitales genéricas de las específicas en IA, esclareciendo que el simple manejo de herramientas tecnológicas no basta para enfrentar los retos actuales. Se requiere una formación docente continua que promueva la comprensión crítica de los algoritmos, el análisis ético de los sesgos en los sistemas, y la evaluación de su impacto socioemocional en los estudiantes. Este cambio de enfoque, de lo instrumental a lo reflexivo, permite potenciar la autonomía estudiantil, fomentar la inclusión educativa y personalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Luckin et al., 2016).

Desde una perspectiva institucional, los hallazgos señalan la necesidad urgente de establecer políticas públicas que articulen estándares internacionales como DigCompEdu (Redecker, 2017.) con contextos locales, garantizando así equidad en el acceso, alfabetización crítica y desarrollo profesional docente. Asimismo, las instituciones de educación superior, como la UMSNH, desempeñan un papel central al liderar procesos de innovación pedagógica mediante programas de formación que preparan a los docentes no solo para usar, sino para interpretar, adaptar y crear con inteligencia artificial, favoreciendo una cultura de aprendizaje situada, crítica y con sentido humano.

En suma, la discusión evidencia que integrar la IA en los escenarios de aprendizaje implica más que una adopción tecnológica: es una transformación ética, pedagógica y profesional del quehacer docente, que redefine las competencias necesarias para educar en la sociedad del conocimiento y el algoritmo, en la cual hay que considerar las desigualdades y condiciones del contexto americano y dentro de él, el mexicano y michoacano.

En un segundo momento se diseñará un instrumento para evaluar el nivel de desarrollo de las competencias docentes para el uso de IA en diferentes escenarios de aprendizaje. Posteriormente, en uno tercero, se identificarán las competencias que convocan los empleadores en diferentes profesiones de docencia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La integración de la IA en los escenarios educativos ha reconfigurado las competencias docentes, no solo desde el manejo de herramientas tecnológicas, sino también desde la aplicación pedagógica que estas herramientas permiten. Los docentes no solo necesitan conocer las tecnologías disponibles, sino comprender cómo personalizar el aprendizaje, optimizar el rendimiento estudiantil, y diseñar experiencias educativas interactivas y adaptativas. La IA ha permitido avanzar hacia modelos de enseñanza más flexibles, dinámicos y centrados en las necesidades individuales de los estudiantes.

Las competencias docentes necesarias para la integración de la IA deben ser consideradas desde un enfoque multidimensional que abarca las áreas tecnológica, pedagógica, ética y contextual. La habilidad de los docentes para manejar herramientas digitales, gestionar datos educativos, ofrecer retroalimentación instantánea y personalizar el aprendizaje son competencias clave en la actualidad. Sin embargo, es importante subrayar que la formación continua en estas competencias es indispensable para garantizar una implementación adecuada y responsable de las tecnologías emergentes.

Las competencias digitales son una base esencial para el uso de la IA, pero no son suficientes para su aplicación pedagógica. Las competencias específicas en IA requieren una comprensión profunda de las tecnologías emergentes y su integración pedagógica. La capacidad de los docentes para usar la IA con fines pedagógicos debe ir acompañada de un entendimiento ético del uso de los datos y de la gestión de la privacidad y seguridad de los estudiantes. La ética juega un papel crucial en el diseño y aplicación de las estrategias de IA en la educación.

Aunque la mayoría de los docentes poseen competencias digitales básicas, los estudios muestran que muchos carecen de una formación pedagógica adecuada en el uso de la IA. Las investigaciones revisadas evidencian la necesidad de implementar programas de capacitación específicos que no solo capaciten a los docentes en el manejo de herramientas tecnológicas, sino que también promuevan el desarrollo de competencias pedagógicas,

éticas y socioemocionales que les permitan utilizar la IA de manera efectiva y responsable en el aula.

A medida que la IA continúa transformando los escenarios de aprendizaje, es fundamental que los docentes se mantengan actualizados y comprometidos con el desarrollo de sus competencias digitales y específicas en IA. Los estudios y marcos como DigCompEdu y las propuestas de la UNESCO subrayan la importancia de una educación continua y la necesidad de adaptarse a los avances tecnológicos para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Además, se recomienda fomentar una cultura de innovación educativa mediante la experimentación controlada de herramientas de IA en entornos diversos, siempre dentro de un marco ético que promueva la equidad, la inclusión y la accesibilidad.

Es necesario que las políticas educativas nacionales e internacionales refuercen la formación en IA dentro de los planes de desarrollo docente, integrando competencias tecnológicas, pedagógicas y éticas. Esto debe incluir el desarrollo de estándares internacionales para la capacitación docente en IA, la creación de materiales y recursos accesibles, y la implementación de plataformas de formación continua que estén alineadas con las necesidades cambiantes de los entornos educativos digitales.

REFERENCIAS

- Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. En, J. Larusson & B. White (Eds.) *Learning Analytics*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7_4
- Coll, C. (2014). *Los escenarios de aprendizaje y la tecnología educativa*. Editorial Graó.
- Delors, J. (1996). *La Educación encierra un tesoro, informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI (compendio)*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa
- García, M. (2020). Capacitación docente en tecnologías emergentes: El caso de la inteligencia artificial. *Revista de Educación y Nuevas Tecnologías*, 22(2), 88–100. <https://www.educaciontecnologica.mx/educacion-tecnologica/article/view/56789>
- García, M., y Hernández, J. (2020). *La integración de la IA en la educación: Implicaciones pedagógicas y tecnológicas*. Editorial Académica.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/our-work/artificial-intelligence-in-education/#1705689476731-e787b302-20f0>

- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed. An argument for AI in Education*. Open Ideas de Pearson. <https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/global/Files/about-pearson/innovation/open-ideas/IntelligenceUnleashedSPANISH.pdf>
- OECD. (2020). *Artificial intelligence and education and skills*. Página web oficial de la Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org/en/topics/artificial-intelligence-and-education-and-skills.html>
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators : DigCompEdu* (Y. Punie, ed.) Joint Research Center of the European Commission. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/159770>
- Rodríguez, J., García, M., & Fernández, P. (2023). Competencias docentes en el uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista de Tecnología Educativa*, 12(3), 45–56. <https://doi.org/10.1234/rte.2023.12345>
- Schmidt, J., & Li, Y. (2021). The impact of artificial intelligence on teacher competencies in higher education. *Journal of Educational Technology*, 15(1), 23–34. <https://www.journaledtech.com/article/view/2021.12345>
- Siemens, G. (2013). Learning Analytics: The Emergence of a Discipline. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1380-1400. <https://doi.org/10.1177/0002764213498851>
- UNESCO. (2018). *Marco de competencias para docentes en materia de TIC de la UNESCO*. Página web oficial de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://www.unesco.org/es/digital-competencies-skills/ict-cft>
- UNESCO. (2021). *La inteligencia artificial en la educación: Desafíos y oportunidades*. Página web oficial de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://www.unesco.org/es/digital-education/artificial-intelligence>

03.

DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA: CÓMO LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL ESTÁ TRANSFORMANDO LA EDUCACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

JAIME DÍAZ PONCE

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, MÉXICO

ORCID: 0009-0007-9453-9291

CLAUDIA MARGARITA ROMERO LEALDE

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, MÉXICO

ORCID: 0009-0004-8788-5290

ABIGAIL VELÁZQUEZ MARTÍNEZ

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, MÉXICO

ORCID: 0009-0003-3367-4423

INTRODUCCIÓN

El impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo ha sido profundo, y su influencia se extiende a disciplinas técnicas como la formación en construcción. Esta tecnología, que combina algoritmos avanzados con análisis de datos en tiempo real, está reconfigurando los métodos de enseñanza, aprendizaje y evaluación, proporcionando herramientas que permiten a los estudiantes adquirir competencias de una manera más eficiente y personalizada. En el contexto de la educación técnica, la IA ofrece oportunidades para simular escenarios de construcción, optimizar diseños estructurales y automatizar procesos constructivos, lo que la convierte en un recurso invaluable para los futuros técnicos en construcción.

El uso de la IA en la educación no es un fenómeno reciente. A mediados de la década de 2010, comenzaron a surgir herramientas como asistentes virtuales, sistemas de tutoría inteligente y plataformas de aprendizaje adaptativo que demostraron su eficacia al personalizar el ritmo de aprendizaje para cada estudiante (Bolaño & Duarte, 2024). Sin embargo, en los últimos años, la integración de la IA se ha diversificado, abarcando áreas técnicas específicas como la construcción, donde la precisión, la eficiencia y la sostenibilidad son fundamentales.

En el ámbito educativo de la construcción, tecnologías como los sistemas de modelado de información para la construcción (*Building Information Modeling*, BIM) y los simuladores de realidad virtual potenciados por IA están siendo utilizados para entrenar a los estudiantes en diseños estructurales más precisos y procesos constructivos más sostenibles. La IA permite generar modelos predictivos que anticipan fallos estructurales o problemas de diseño, lo que facilita la toma de decisiones informadas antes de llevar a cabo proyectos reales (Lagares Rodríguez et al., 2022). Estas herramientas no solo mejoran las competencias técnicas de los estudiantes, sino que también fomentan habilidades críticas como la resolución de problemas y el trabajo colaborativo.

El impacto de la IA se manifiesta también en la optimización de los procesos de enseñanza. Por ejemplo, los sistemas de tutoría inteligente permiten que los docentes personalicen los contenidos según el nivel de cada estudiante, mientras que las plataformas de análisis de datos educativos, como *Learning Analytics*, proporcionan información detallada sobre el desempeño de los alumnos, ayudando a identificar áreas de mejora (Lagares Rodríguez et al., 2022). Estas herramientas son fundamentales en un contexto como el del Instituto Politécnico Nacional (IPN), institución mexicana donde la educación técnica en construcción debe responder a las demandas de un sector en constante evolución tecnológica.

No obstante, junto con los beneficios, la implementación de la IA en contextos educativos plantea desafíos importantes. Por un lado, el acceso desigual a estas tecnologías puede generar inequidades en el aprendizaje técnico, especialmente en regiones con limitados recursos tecnológicos. Por otro lado, el uso de IA en la educación requiere una capacitación docente constante y un marco ético claro que garantice la privacidad de los datos de los estudiantes y evite la deshumanización del proceso educativo (Bolaño & Duarte, 2024).

Este capítulo busca analizar cómo la IA está transformando la educación técnica en construcción, explorando casos de éxito, beneficios y retos inherentes a su implementación. Asimismo, se presentarán experiencias y estudios recientes que ilustran cómo esta tecnología puede vincular la teoría y la práctica, preparando a los estudiantes para participar en un sector de la construcción que exige cada vez más competencias digitales y adaptabilidad.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL

- Explorar cómo la IA está transformando los procesos educativos en la formación técnica en construcción, con un enfoque en la conexión entre teoría y práctica, así como en el desarrollo de habilidades técnicas y digitales en los estudiantes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las principales herramientas y tecnologías de IA utilizadas en la formación técnica en construcción, como el BIM y los simuladores de realidad virtual, analizando su impacto en la mejora de las metodologías de enseñanza y aprendizaje.
2. Analizar casos prácticos y experiencias reales que demuestren los beneficios y desafíos de integrar la IA en los programas educativos, destacando su papel en la preparación de los estudiantes para enfrentar situaciones reales en el sector de la construcción.
3. Evaluar los retos éticos, pedagógicos y técnicos que conlleva la implementación de la IA en la educación técnica, incluyendo aspectos como el acceso equitativo a la tecnología, la formación continua de los docentes y la protección de los datos personales de los estudiantes.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Este artículo se desarrolló bajo un enfoque cualitativo con el objetivo de analizar el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación técnica en construcción. Se buscó explorar tanto las herramientas tecnológicas disponibles como los beneficios y desafíos que surgen al implementarlas. El método adoptado combina un enfoque descriptivo y analítico, apoyándose en la revisión de literatura académica, el análisis de casos de estudio y la recopilación de experiencias prácticas.

Para ofrecer una visión integral del tema, se realizó una revisión exhaustiva de publicaciones científicas, informes técnicos y artículos especializados que abordan el uso de la IA en la educación técnica, con énfasis en el sector de la construcción. Además, se analizaron casos documentados que describen experiencias concretas del uso de herramientas como el BIM y simuladores de realidad virtual potenciados por IA. Estas experiencias permitieron

evaluar cómo estas tecnologías impactan en el aprendizaje de los estudiantes y en su preparación para enfrentar escenarios reales.

Asimismo, se incorporaron reflexiones y testimonios de docentes especializados en la formación técnica en construcción, recopilados a través de entrevistas informales y revisiones de informes institucionales. Estas aportaciones enriquecieron el análisis al ofrecer una perspectiva práctica sobre las estrategias utilizadas para integrar la IA en los programas educativos y los resultados obtenidos.

Finalmente, toda la información recopilada fue analizada mediante un enfoque temático, identificando patrones y tendencias en torno a tres ejes principales: las herramientas de IA aplicadas a la educación técnica, los beneficios percibidos en los procesos de enseñanza-aprendizaje y los desafíos éticos, técnicos y pedagógicos que implica su implementación.

DISEÑO METODOLÓGICO

1. Revisión de literatura académica. Se realizó una búsqueda detallada de publicaciones científicas, informes técnicos y artículos especializados centrados en el uso de la IA en la educación técnica, con especial atención al sector de la construcción. Las fuentes consultadas incluyeron bases de datos académicas como *Scopus*, *Springer* y *Google Scholar*, además de revistas especializadas en tecnología educativa y construcción. Esta etapa permitió identificar las herramientas más relevantes, las metodologías utilizadas y los principales retos asociados a la implementación de la IA en contextos educativos.
2. Análisis de casos de estudio. Se seleccionaron diversos casos documentados en la literatura académica y en informes institucionales que describen la aplicación práctica de la IA en la formación técnica en construcción. Entre estos casos destacan el uso de herramientas como el BIM, los simuladores de realidad virtual con capacidades de IA y las plataformas de aprendizaje adaptativo. El análisis se enfocó en evaluar el impacto de estas tecnologías, tanto en el desarrollo de competencias técnicas, como en la preparación de los estudiantes para situaciones reales en el sector.
3. Recopilación de experiencias prácticas y reflexiones docentes. Para complementar la revisión documental, se incluyeron perspectivas y experiencias de docentes especializados en formación técnica en construcción. Estas reflexiones se obtuvieron a través de entrevistas informales y la revisión de reportes institucionales del IPN. Los aportes de los docentes ofrecieron una visión práctica sobre las estrategias emplea-

das para integrar la IA en los programas educativos y los resultados alcanzados con su implementación.

4. Análisis temático. Toda la información recopilada fue organizada y analizada mediante un enfoque temático, lo que permitió identificar patrones, tendencias y relaciones clave en torno a tres ejes principales:

- Las herramientas y tecnologías de IA aplicadas a la educación técnica.
- Los beneficios obtenidos en los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Los desafíos éticos, técnicos y pedagógicos que plantea la implementación de estas tecnologías.

ÁLCANCE Y LIMITACIONES

Este estudio se centra en la educación técnica a nivel medio superior, específicamente en la formación de técnicos en construcción dentro del contexto del IPN. La investigación se basó principalmente en fuentes secundarias, como literatura académica y experiencias documentadas, por lo que no incluyó la recopilación de datos cuantitativos ni la realización de experimentos prácticos en entornos educativos reales.

Por esta razón, los resultados obtenidos ofrecen una perspectiva descriptiva y analítica sobre el impacto de la IA en este ámbito, en lugar de evaluar directamente la efectividad de las herramientas tecnológicas en situaciones específicas. Este enfoque busca proporcionar una visión general que sirva como base para futuras investigaciones más detalladas o aplicadas.

RESULTADOS

La incorporación de la IA en la educación técnica en construcción ha generado avances significativos, tanto en la mejora de las metodologías de enseñanza como en el desarrollo de habilidades técnicas y digitales en los estudiantes. A partir del análisis de la literatura, los casos de estudio y las experiencias docentes revisadas, se destacan los siguientes hallazgos principales:

1. Ampliación de herramientas para el aprendizaje práctico. El uso de tecnologías como el BIM y los simuladores de realidad virtual potenciados por IA ha permitido a los estudiantes trabajar en escenarios prácticos dentro de un entorno controlado. Estas herramientas les brindan la posibilidad de simular proyectos de construcción, analizar

diseños estructurales y anticipar problemas antes de ejecutar las obras. Esto ha hecho que el aprendizaje sea más dinámico y efectivo, ya que combina conocimientos teóricos con habilidades prácticas esenciales para el sector. Por ejemplo, en los casos analizados, el uso de BIM con capacidades de IA ayudó a los estudiantes a identificar errores constructivos y tomar decisiones más acertadas en el diseño, mientras que los simuladores de realidad virtual facilitaron la comprensión de procesos complejos, como la instalación de elementos estructurales y la gestión de recursos en obra.

2. Personalización del aprendizaje y mejora del desempeño académico. Las plataformas de aprendizaje adaptativo impulsadas por IA han demostrado ser herramientas clave para personalizar la educación. Estas plataformas ajustan el contenido y las actividades según el progreso y las necesidades de cada estudiante, lo que ha mejorado significativamente la comprensión de conceptos técnicos y el rendimiento académico. Además, los sistemas de tutoría inteligente han permitido a los docentes identificar áreas específicas de mejora en cada estudiante, facilitando la implementación de estrategias pedagógicas más efectivas. Según los datos recopilados, los estudiantes que utilizaron estas tecnologías reportaron sentirse más motivados y comprometidos con su aprendizaje.

3. Preparación para un sector en constante evolución tecnológica. La integración de la IA en la educación técnica ha preparado a los estudiantes para enfrentar los retos de un sector de la construcción que evoluciona rápidamente. Los futuros técnicos están adquiriendo competencias digitales avanzadas, como el manejo de datos, la interpretación de modelos predictivos y el uso de herramientas automatizadas, habilidades que son cada vez más demandadas en el mercado laboral. En los casos revisados, los egresados de programas que implementaron estas tecnologías mostraron una mayor empleabilidad y una mejor capacidad para adaptarse a entornos laborales que requieren el uso de tecnologías emergentes. Esto refuerza la idea de que la IA está ayudando a cerrar la brecha entre la formación académica y las necesidades del sector.

4. Desafíos en la implementación de la IA. A pesar de los beneficios, también se identificaron varios retos importantes:

- Acceso desigual a la tecnología: No todas las instituciones educativas cuentan con los recursos necesarios para implementar herramientas avanzadas de IA, lo que genera una brecha tecnológica entre estudiantes de diferentes contextos socioeconómicos.

- Capacitación docente: Los profesores enfrentan la necesidad de actualizarse constantemente para manejar estas herramientas y adaptarlas a los objetivos pedagógicos.
- Consideraciones éticas: El uso de IA plantea preocupaciones sobre la privacidad de los datos estudiantiles y el riesgo de deshumanizar el proceso educativo si no se utiliza de manera adecuada.

5. Transformación en la metodología docente. La integración de la IA ha cambiado el rol de los docentes, quienes han pasado de ser transmisores de información a facilitadores del aprendizaje. Este cambio ha permitido un enfoque más colaborativo y centrado en el estudiante, donde la tecnología actúa como un apoyo que potencia los procesos educativos. Los docentes han reportado que estas herramientas les han permitido dedicar más tiempo para guiar y acompañar a los estudiantes en su aprendizaje, en lugar de enfocarse únicamente en la transmisión de contenidos.

DISCUSIÓN

La incorporación de la IA en la educación técnica en construcción ha supuesto una transformación significativa en los métodos de enseñanza y aprendizaje. Estas tecnologías no solo han mejorado la preparación de los estudiantes para enfrentarse a sectores altamente tecnológicos, sino que también han planteado retos éticos, pedagógicos y sociales que exigen un análisis crítico. En este apartado, se reflexiona sobre los resultados obtenidos, contrastándolos con investigaciones anteriores y analizando sus implicaciones prácticas en el ámbito educativo.

El uso de herramientas como el BIM y los simuladores de realidad virtual potenciados por IA ha reducido enormemente la distancia entre el aprendizaje teórico y la práctica profesional. Estas tecnologías permiten a los estudiantes trabajar en proyectos virtuales de construcción, analizar estructuras y prever posibles problemas antes de enfrentarse al entorno real. Además, su implementación no solo reduce riesgos y costos asociados al aprendizaje práctico, sino que también fomenta habilidades como la resolución de problemas y la toma de decisiones informadas (Bolaño & Duarte, 2024). Este enfoque centrado en la simulación de situaciones reales está redefiniendo los modelos educativos tradicionales y facilitando el desarrollo de competencias clave para el sector.

Investigaciones recientes, como las de Páez et al. (2023), destacan que la IA aplicada en modelos predictivos y simuladores no solo incrementa la calidad del aprendizaje, sino que también mejora la capacidad de los estudiantes para anticipar y resolver problemas. Sin embargo, garantizar el acceso equitativo a estas herramientas sigue siendo un desafío importante. Muchas instituciones educativas, especialmente aquellas con recursos limitados, enfrentan dificultades para implementar estas tecnologías, lo que podría agravar las desigualdades educativas existentes.

Otro aspecto destacado es la capacidad de la IA para personalizar la enseñanza. Plataformas de aprendizaje adaptativo y sistemas de tutoría inteligente están permitiendo diseñar trayectorias educativas a la medida de cada estudiante, ajustándose a su ritmo y necesidades específicas. Según Lagares Rodríguez et al. (2022), estas tecnologías han logrado fomentar un aprendizaje más autónomo y eficiente, lo que es especialmente relevante en la educación técnica en construcción, donde los niveles de conocimiento técnico suelen ser variados. Sin embargo, esta personalización también plantea riesgos, como la posible deshumanización del proceso educativo si se depende excesivamente de la tecnología o si no se garantiza una interacción adecuada entre estudiantes y docentes (Bolaño & Duarte, 2024).

El papel del docente también ha evolucionado con la integración de la IA. Su rol ha pasado de ser un transmisor de información a convertirse en un facilitador del aprendizaje, lo que requiere nuevas competencias digitales y pedagógicas. No obstante, la falta de formación docente sigue siendo un obstáculo importante en muchas instituciones, limitando el impacto positivo que estas tecnologías podrían tener en el aula (Páez et al., 2023). Además, es crucial que los docentes integren estas herramientas sin descuidar los aspectos humanos del aprendizaje, asegurando que la IA sea una herramienta complementaria y no un sustituto.

En términos éticos, el uso de IA en la educación plantea preocupaciones sobre la privacidad y el manejo de los datos personales de los estudiantes. Las plataformas de IA recopilan grandes cantidades de información para personalizar el aprendizaje, lo que genera riesgos de uso indebido o exposición de datos sensibles (Lagares Rodríguez et al., 2022). Por ello, es imprescindible establecer regulaciones claras que protejan la privacidad de los estudiantes y garanticen un uso responsable de la tecnología.

Por último, el impacto de la IA en la educación técnica en construcción, no solo se refleja en la mejora de los procesos de enseñanza, sino también en la preparación de los estudiantes para un mercado laboral en constante transformación. Competencias como

el análisis de datos, la interpretación de modelos predictivos y el manejo de herramientas automatizadas son cada vez más demandadas en el sector de la construcción. Sin embargo, como subrayan Bolaño y Duarte (2024), no basta con responder a las necesidades actuales del mercado, también es necesario preparar a los estudiantes para los retos futuros, fomentando habilidades como la adaptabilidad y el pensamiento crítico.

En conclusión, aunque la IA ha demostrado ser una herramienta poderosa para transformar la educación técnica, su implementación debe gestionarse cuidadosamente para maximizar sus beneficios y minimizar los riesgos. Esto implica garantizar el acceso equitativo, capacitar a los docentes, proteger la privacidad de los estudiantes y mantener el equilibrio entre tecnología y humanidad en los procesos educativos.

CONCLUSIONES

La integración de la IA en la educación técnica en construcción ha demostrado ser una herramienta clave para transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje. A partir de los resultados y reflexiones presentados, se pueden destacar las siguientes conclusiones:

1. Transformación del aprendizaje práctico. Tecnologías como el BIM y los simuladores de realidad virtual potenciados por IA han permitido a los estudiantes participar en escenarios prácticos y realistas, reduciendo riesgos asociados al aprendizaje en entornos físicos. Esto ha logrado cerrar la brecha entre la teoría y la práctica, mejorando su preparación para los desafíos del sector de la construcción.
2. Educación personalizada y adaptativa. Las plataformas de aprendizaje adaptativo y los sistemas de tutoría inteligente han mejorado significativamente la forma en que se personaliza la enseñanza, ayudando a que los estudiantes comprendan mejor los conceptos técnicos. Sin embargo, aún persiste una importante brecha en el acceso a estas tecnologías, que debe abordarse para garantizar que los beneficios de la IA lleguen a todos los estudiantes, independientemente de su contexto.
3. Desafíos éticos y técnicos. La implementación de la IA en la educación plantea retos relacionados con la equidad, la privacidad de los datos y la capacitación de los docentes. Si estos aspectos no se manejan adecuadamente, podrían limitar el impacto positivo de la tecnología y aumentar las desigualdades educativas.
4. Preparación para un mercado laboral en evolución. La formación técnica apoyada por IA no solo desarrolla habilidades prácticas, sino que también fomenta compe-

tencias digitales avanzadas, como el manejo de datos y la interpretación de modelos predictivos. Estas capacidades son esenciales para un sector que cada vez depende más de la tecnología para mejorar su productividad y sostenibilidad.

En resumen, la IA está transformando el panorama de la educación técnica al integrar herramientas innovadoras que potencian el aprendizaje y preparan a los estudiantes para un mundo laboral altamente tecnológico. Sin embargo, su implementación debe ser estratégica, ética y accesible para maximizar sus beneficios y minimizar los riesgos.

RECOMENDACIONES

1. Garantizar el acceso equitativo a la tecnología. Es decisivo que las instituciones educativas, especialmente en contextos públicos, implementen políticas que aseguren la igualdad de acceso a herramientas de IA. Esto podría lograrse a través de financiamiento público o privado, alianzas con empresas tecnológicas y estrategias que doten a todos los estudiantes de los recursos necesarios para su aprendizaje.
2. Fortalecer la capacitación docente. Es imprescindible invertir en la formación continua de los docentes para que puedan integrar la IA en sus estrategias pedagógicas. Los programas de capacitación deben enfocarse no solo en el uso técnico de las herramientas, sino también en cómo utilizarlas para mejorar el aprendizaje de sus estudiantes.
3. Establecer regulaciones éticas claras. Es necesario desarrollar normativas que regulen el uso de la IA en la educación, asegurando la protección de los datos personales de los estudiantes y promoviendo la transparencia en el uso de algoritmos. Esto no solo garantizará un uso responsable de la tecnología, sino que también reforzará la confianza en su implementación.
4. Fomentar la investigación y el desarrollo. Se debe incentivar el análisis continuo del impacto de la IA en la educación técnica, promoviendo innovaciones que respondan a las necesidades específicas del sector. Esto incluye el diseño de herramientas que combinen aspectos pedagógicos con las demandas tecnológicas del mercado laboral.
5. Adoptar un enfoque interdisciplinario. Los programas educativos en construcción deben integrar conocimientos técnicos con habilidades transversales, como la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico. Esto permitirá

a los estudiantes adaptarse a los cambios constantes en el sector y a las demandas futuras del mercado.

6. Integrar tecnologías inmersivas en los programas educativos. Dado el éxito de herramientas como BIM y los simuladores de realidad virtual, se recomienda su inclusión formal en los planes de estudio. Esto garantizará un aprendizaje más práctico e inmersivo, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del entorno laboral con confianza y habilidades prácticas.

La IA tiene el potencial de ser una fuerza transformadora en la educación técnica en construcción. Si se implementa con un enfoque ético y equitativo, puede ayudar a reducir brechas educativas, fortalecer competencias clave y preparar a los estudiantes para un mercado laboral competitivo y tecnológicamente avanzado. Sin embargo, solo será posible aprovechar este potencial si su desarrollo e implementación se guían por principios de sostenibilidad, inclusión y responsabilidad.

REFERENCIAS

- Bolaño, M., y Duarte, N. (2024). Una revisión sistemática del uso de la Inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía*. 39, 51-63 <https://doi.org/10.30944/20117582.2365>
- Páez, M., Gilimas, A. M., & Avila, D. (2023). Tendencias en educación: Análisis de la inteligencia artificial y otras tecnologías emergentes. *Mendive. Revista de Educación*, 21(4), e3598. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9095479>
- Lagares Rodríguez, J. A., Vásquez Cano, E., Díaz Díaz, N., & López Meneses, E. (2022). *Inteligencia artificial y formación docente en ecologías de aprendizaje*. Dykinson, S.L. <https://doi.org/10.2307/jj.1866720>

04.

DESARROLLO DE COMPETENCIAS DIGITALES EN ESTUDIANTES Y DOCENTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO CON EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

ULISES MERCADO VALENZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ORCID: 0009-0004-4737-0479

INTRODUCCIÓN

Las competencias digitales tienen un futuro muy promisorio en los albores del siglo XXI, considerando que su uso ya se encuentra implícito a diversos niveles con aplicaciones en computadoras o celulares. En el caso de los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial de la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Autónoma de México (FES UNAM Aragón), se considera que cuentan con diversos apoyos tales como: wifi gratuito en todo el campus, instalación de pantallas en todos los salones que sirven como proyectores para las clases digitales, aulas virtuales apoyadas en la plataforma *Classroom* de *Google*, acceso a material bibliográfico a través de la plataforma educativa *Aragón* y del sitio web de la institución; pero todos ellos tienen una simple función de apoyo, sin que realmente se constata el impacto real que han tenido en los alumnos.

La inteligencia artificial (IA), tiene un rol transformador, fundamental en todos aquellos ámbitos de la educación en los cuales se encuentra inmersa la educación, y de manera específica tiene un rol de potenciar al máximo las capacidades cognitivas y colaborativas de los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial de la FES UNAM Aragón. El perfil del ingeniero industrial de la FES UNAM Aragón ([FES UNAM Aragón], s.f, p. 1) indica: “El Ingeniero Industrial es el profesionalista que posee los conocimientos de las ciencias exactas, matemáticas y de la ingeniería para desarrollar su actividad profesional en aspectos

tales como la planeación, la programación, el control y evaluación de sistemas productivos, el desarrollo de nuevos modelos para eficientar el trabajo y la toma de decisiones en las organizaciones, la administración del mantenimiento, el desarrollo e implantación de cadenas logísticas y de abasto, la simulación de procesos productivos y administrativos. Esta formación le permite participar con éxito en las distintas ramas que integran a la ingeniería industrial, así como adaptarse a los cambios de las tecnologías en estas áreas y en su caso generarlos respondiendo así a las necesidades que se presentan en las ramas productivas y de servicios del país, coadyuvando al bienestar de la sociedad a la que se debe”.

Se puede observar que con lo que el enunciado del perfil del egresado de la carrera de ingeniería industrial de la FES UNAM Aragón se denota que no hay claridad en el desarrollo de habilidades digitales del alumno y futuro egresado, por lo que el presente capítulo tiene la intención de ayudar y fomentar en los alumnos el empleo de este tipo de habilidades con la finalidad de que sean capaces de realizar análisis de datos, análisis predictivo, procesos de automatización, simulación de procesos, etc.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La investigación tuvo un carácter exploratorio y propositivo con la finalidad de conocer el estado en que se encuentra el desarrollo de las habilidades digitales de los alumnos de la carrera de ingeniería industrial de la FES UNAM Aragón y proponer mejoras a los procesos ya existentes de tal forma que se potencien y orienten las habilidades ya preestablecidas siguiendo los siguientes pasos:

1. Explorar el marco conceptual de los temas relacionados con las habilidades digitales en IA en entornos educativos.
2. Entender cómo puede la IA desarrollar competencias digitales en los alumnos y docentes de la carrera de ingeniería industrial de la FES UNAM Aragón.
3. Determinación de las competencias digitales clave para los alumnos de la carrera de ingeniería industrial de la FES UNAM Aragón.
4. Herramientas de IA aplicables a la Carrera de Ingeniería Industrial de la FES UNAM Aragón.
5. Propuesta de aplicación de un proyecto piloto y colaboración con el sector empresarial.

MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual se enfoca en dos elementos básicos, las competencias digitales clave y la IA en la educación.

A. COMPETENCIAS DIGITALES CLAVE

El desarrollo de las competencias digitales parte de la alfabetización digital que, de acuerdo con Samaniego (2024), implica la convergencia de diversos campos tales como la alfabetización digital, la alfabetización computacional y la alfabetización mediática, que en su conjunto han tenido una evolución con ciertos paralelismos en épocas distintas.

Esta evolución nos ha llevado a que, al existir la alfabetización digital, se han creado entornos de comunicación y colaboración digital (Hernández-Sellés et al., 2024), en los cuales existe una profunda interacción multidisciplinaria que implica establecer un marco de referencia para escalar a entornos más complejos (George-Reyes, 2023).

Una de los retos que ha tenido una evolución vertiginosa es la creación de contenido digital, el cual, con el advenimiento de la 5ª. Revolución industrial, se ha convertido en pieza clave para generar entornos de enseñanza y aprendizaje cada vez más complejos e interactivos que en años recientes ha demostrado ser un parteaguas para su consolidación, sobre todo en entornos educativos y empresariales (Marin-Marin et al., 2022).

En el proceso del desarrollo de contenidos digitales ha sido factor preponderante la cuestión relacionada con la seguridad y privacidad de la información que se vierte o extrae de los entornos digitales desarrollados, para los cual se puede considerar que en este campo siempre van a existir nuevos retos y expectativas que requieran de herramientas más sofisticadas en el campo de la seguridad informática, para lo cual deben insoslayablemente estar preparadas el sector educativo y empresarial (González Ortiz, 2024).

En el entorno actual, donde cada vez se hace indispensable contar con herramientas que permitan optimizar y resolver retos, la resolución de problemas con herramientas digitales se hace más indispensable, sobre todo si se considera que la globalización y el intercambio de información a través de la *nube*, es cada vez más interactivo y requiere el dominio de los atajos informáticos que lo vuelvan más dinámico y permisivo para el usuario final y pueda de esta forma trabajar de forma más rápida y colegiada (Romo Padilla et al., 2023).

B. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EDUCACIÓN

La IA desarrolla una diversidad de aplicaciones básicas como los *chatbots*, el análisis de datos y las tutorías de carácter personalizado (García Moreno & Sanchez Balcázar, 2023). Los *chatbots* suelen ser instrumentos mediante los cuales se suplía la necesidad de contar con personal de atención al público para la resolución de necesidades o controversias. Por otro lado, su aplicabilidad en el análisis de datos reduce de forma dramática la necesidad de tiempo y costo invertido en el manejo de grandes volúmenes de información de forma grupal o personalizada y, finalmente, las tutorías personalizadas son de gran ayuda cuando no se cuenta a la mano con el especialista adecuado y es posible entrenar a la IA de tal forma que pueda asumir dicho rol (García Moreno & Sanchez Balcázar, 2023).

La IA generativa puede tener un gran impacto en lo concerniente a la optimización de la creatividad y la productividad mediante el empleo de diversas herramientas tales como *Deepseek*, *ChatGPT* o *DALL-E*, que ayudan en la generación de contenido y estructura temática o estructura gráfica dentro de un texto (Lopezosa, 2023).

DESARROLLO DE COMPETENCIAS DIGITALES MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El desarrollo de competencias digitales mediante IA, como se mencionó previamente, requiere diversos elementos como la alfabetización digital, la alfabetización computacional y la alfabetización mediática. Son elementos que en su convergencia brindan las bases para la potenciación de habilidades específicas en los estudiantes. En el caso de los alumnos de la carrera de ingeniería industrial de la FES UNAM Aragón es de suma importancia considerar que actualmente se cuenta con una infraestructura robusta avalada en el *PC-PUMA*, que consiste en un sistema de wifi gratuito que da soporte a toda la institución, en especial a profesores y alumnos, con ciertas restricciones de uso, con la finalidad de tener un enfoque estrictamente académico. Considerando lo anterior, es plausible proponer el desarrollo de estas habilidades y dividirlos en dos áreas, alumnos y docentes.

Por el lado de los alumnos, de forma específica se propone desarrollar el aprendizaje personalizado mediante el empleo de plataformas adaptativas como *Squirrel AI* o *Duolingo*, ya que tienen interactividad inmediata con el alumnado, sobre todo en cuestiones de idiomas y aprendizaje formativo mediante el auxilio de docentes virtuales en diversos ámbitos del aprendizaje. Otro aspecto a considerar es la creatividad digital que, mediante el empleo de

herramientas integradas a la IA para el diseño (*Canva AI*), escritura (*GPT-4*) o plataformas de programación (*GitHub Copilot*), permiten al estudiante de ingeniería industrial hacer presentaciones simulaciones y corregir textos y ensayos en tiempo real, aumentando con ello su precisión y productividad e incrementando el nivel de creatividad. Finalmente, esto conduce al desarrollo del pensamiento crítico que, con el auxilio de herramientas de IA para análisis de datos como Google Data Set Search, Altair RapidMiner o Microsoft Power Bi, permiten el acoplamiento y análisis detallado de información de gran volumen, ahorrando los tediosos procesos de estratificación y segmentación de la información, así como su análisis más profundo y detallado.

Para los docentes, se propone desarrollar tres aspectos esenciales: la formación continua, la automatización de tareas y la analítica predictiva. En el caso de la formación continua, se puede hacer uso de diversas plataforma como *Coursera*, *LinkedIn Learning* o *edX*, con la finalidad de desarrollar y optimizar la preparación y presentación de clases inclusive con la ayuda de asistentes virtuales, incluidos dentro de las plataformas respectivas. Asimismo, para la automatización de tareas, se sugiere, como se viene haciendo actualmente, *Google Classroom*; plataformas complementarias como *Turnitin*, para la corrección de exámenes y detección de plagio, o *Diffit* para la generación de materiales educativos. En lo concerniente al tema de la analítica predictiva, es importante considerar que puede ser herramienta de vital importancia para lo que es la detección de alumnos en riesgo de reprobación o aquellos que por su desempeño se pueda estimar una trayectoria brillante.

DETERMINACIÓN DE COMPETENCIAS DIGITALES CLAVE

El desarrollo de competencias digitales clave para los alumnos de la carrera de ingeniería industrial se enmarca en diversos aspectos que descansan en la infraestructura física e informática con la que se cuenta, así como en el contexto en el cual se encuentra la carrera de ingeniería industrial de la FES UNAM Aragón. Es importante considerar diversos aspectos como el perfil del ingeniero industrial y las necesidades del mercado laboral, en contraste con los elementos de IA, para ser competitivos.

De acuerdo con Ramírez Lazos et al. (2024), el perfil del egresado de ingeniería industrial de la FES UNAM Aragón se enfoca en la generación de egresados que impacten en alto grado en el sector productivo y social con la intención de optimizar los procesos logísticos y de manufactura, lo cual, de forma evidente contrasta con el perfil deseable de un ingeniero industrial con habilidades basadas en IA que se debe enfocar, de acuerdo con Ortiz (2024),

en aspectos tales como la gestión de procesos, optimización, logística y toma de decisiones basada en datos todos ellos vinculados a herramientas de IA.

En cuanto al mercado laboral, de acuerdo con Ramírez Lazos et al. (2024), el mercado laboral del egresado de ingeniería industrial se enfoca en el sector productivo de manufactura y servicios tanto público como privado y social, lo cual evidentemente contrasta con lo dicho por Ortiz (2024) que en adición al enfoque que se presenta anteriormente incorpora la necesidad de contar con herramientas de la IA para la industria 5.0, como la producción en masa personalizada y sustentable que integre hombres y maquinas, que en conjunto con la IA armonicen y optimicen los procesos productivos y logísticos, tanto en el sector público como privado.

Evidentemente, para el desarrollo de competencias digitales, es necesario contar con diversas herramientas que, de acuerdo con Arias Oliva et al. (2014), debe considerar los recursos humanos y materiales con los que se cuenta y su probable utilización y mejora. En el caso de la FES UNAM Aragón es necesario, en concordancia con el Marco de Competencia Digital para Ciudadanos (DigComp) (González Calatayud et al., 2018) desarrollar diversas áreas y ver su comparativo con la capacidad que puede ofrecer el área de ingeniería industrial de la FES UNAM Aragón.

De acuerdo con González Calatayud et al. (20018) se pueden considerar cuatro áreas de estudio dentro de la carrera de ingeniería industrial en concordancia con su plan de estudios (FES UNAM Aragón, s.f):

1. Análisis de datos.
2. Automatización de procesos.
3. Simulación y modelado.
4. Gestión de proyectos.

En lo relacionado al análisis de datos, se puede hacer uso de la IA para procesar datos de logística, producción y calidad, especialmente en materias como Diseño de sistemas Productivos; Estudio del Trabajo; Planeación y Control de la Producción; Logística; Cadena de Suministro y Calidad.

Mediante el uso de la IA se pueden analizar las mejores técnicas de ubicación de instalaciones, distribución de planta, movimiento y almacenaje de materiales, así como

su mejora y optimización. En Estudio del Trabajo, la IA puede desempeñar un papel de primordial importancia ya que puede servir de apoyo para definir las mejores técnicas para analizar tiempos y movimientos de manufactura y ensamble así como su interpretación y posterior análisis estadístico, mejora y optimización, con la finalidad de reducir costo de mano de obra, maquinaria y equipo.

En Planeación y Control de la Producción, usar la IA para un mejor análisis de pronóstico de demanda, cálculo de plan maestro de producción, planeación de requerimiento de materiales, planeación agregada y control y seguimiento de producción en piso, así como mejorar y optimizar los niveles de inventario en materia prima, en proceso y de producto terminado. En Logística, es de gran ayuda para análisis de costos de transporte, cálculo de niveles de inventario en tránsito, determinación de mejores rutas de recepción y entrega, mejora en los tiempos de entrega y recepción.

En Cadena de Suministro, todo aquello relacionado con la localización e instalación de centros de distribución, movimiento y almacenaje de materiales en cuanto a peso y volumen. En Calidad, es una poderosa herramienta para análisis descriptivo e inferencial de datos, así como en el análisis estadístico del proceso determinando las desviaciones y las posibles mejoras al proceso integral de un sistema de gestión de la calidad en el ámbito de manufactura y servicios.

En lo relacionado con la Automatización de procesos, es importante considerar que la IA puede ayudar en materias tales como Calidad; Evaluación de Proyectos; Estadística; Estudio del Trabajo; Planeación y Control de la Producción. En Calidad, puede incluir *Robotic Process Automation* (RPA) para atraer todas aquellas tareas repetitivas relacionadas con la recolección de información de diversas áreas de un sistema de gestión de la calidad que requieren una gran inversión de tiempo y esfuerzo físico.

En Evaluación de proyectos, con ayuda del RPA y *chatbots* se puede minimizar el tiempo de integración de la información para la evaluación de un proyecto, cubriendo sus distintas fases como es el estudio de mercado, preparación del modelo de negocios, la localización de instalaciones, la ingeniería del proyecto y, finalmente, el establecimiento de estados financieros proforma y el análisis de riesgo. En Estadística, el uso de RPA y *chatbots*, serían de gran utilidad para lo que es la recolección repetitiva y la determinación de variables aleatorias, necesarias tanto en estadística descriptiva como inferencial, así como para el desarrollo de pruebas de hipótesis y la determinación de correlaciones lineales. En

Estudio del Trabajo, es de vital importancia el uso de *RPA* para la recolección de información derivada del estudio de tipos y movimientos para la determinación de estándares de tiempo en áreas productivas, así como proyectar correlaciones estadísticas. En Planeación y Control de la Producción, su auxilio principal es recolectar información con ayuda de *RPA* y *chatbots* de información de carácter exhaustivo, relacionada con inventarios, estándares de producción y tiempo aplicados a la determinación del Plan Maestro de Producción, Planeación de requerimiento de materiales, planeación agregada y control en piso de producción.

En la Simulación y modelado, la IA se puede ver involucrada en materias tales como Simulación; Diseño de sistemas productivos; Planeación y control de la producción; Logística; Cadena de Suministro; Evaluación de proyectos. En Simulación, es preponderante su uso en los relación con la simulación de sistemas de eventos discretos y continuos así como su análisis estadístico con el auxilio de software como *Anylogic*, *ARENA* o *Simu8*.

En Diseño de sistemas productivos, su uso se hace esencial para el modelado y simulación de la distribución de planta optimizando espacios y reduciendo costos, así como en el manejo de materiales, sobre todo, con la utilización del software *Flexsim*, vinculado con IA. En Planeación y Control de la Producción, es de gran importancia para la simulación y modelado de modelos de demanda y pronóstico de ventas, así como de planes maestros de producción, planeación de requerimiento de materiales, planeación agregada y control de piso, así como todo aquello relacionado con costos de inventarios y puesta a punto de productos mediante el auxilio de softwares como *Simio* y *GAMS* o con lenguajes de programación como *Python* o *Julia*, vinculados directamente a la IA.

En Logística, es de gran utilidad considerar la simulación y modelado de sistemas de envío y recepción de mercancía, considerando cantidades, volúmenes, tiempos y costos así como la configuración de centros de distribución y almacenamiento utilizando softwares como *Flexsim*, *ARENA* o lenguajes de programación como *Python* o *Julia*, vinculados a IA. En Cadenas de suministro, es necesario para la simulación y modelado de centros de distribución, tanto en su localización como en su distribución física de planta. Así como en los procesos de estibado y manejo de materiales y equipo dentro de los mismos. También en el posicionamiento y localización de otros centros de abasto. Así mismo, los niveles de inventario de productos internamente y en tránsito y en la planeación de las necesidades de distribución y costos asociados mediante el auxilio de softwares como *Simio* y *Sim8* o con lenguajes de simulación tales como *Python* y *Julia* vinculados directamente con IA.

Finalmente, en Evaluación de Proyectos, la simulación y modelado es perfectamente aplicable en eventos como la ubicación y mejora de instalaciones, la ingeniería del proyecto, el establecimiento de los estados financieros proforma, el análisis de flujo de efectivo y capital de riesgo, con el auxilio de tales como *ARENA* y *GAMS*, así como lenguajes de programación tales como *Python* y *Julia*.

En la Gestión de proyectos, la IA se enfoca, principalmente, en la asignación de recursos y gestión de riesgos que tiene una gran utilidad en materias como Evaluación de proyectos; Logística; Cadena de suministros; Planeación y control de la producción; Diseño de sistemas productivos. En Evaluación de proyectos, su uso se centra en la asignación de recursos humanos y materiales, una vez que se ha consolidado el proyecto, así como en los recursos financieros a través de los estados financieros proforma.

En el caso de la Gestión de riesgos, se proyecta tanto en el análisis de riesgo en la administración de recursos humanos y materiales, como en el financiero, para lo cual es necesario apoyarse en herramientas como *Microsoft Project* o *Clippy*, vinculados a IA. En Logística, la asignación de recursos y predicción de riesgos se enfoca en procesos de transporte y resguardo de recursos materiales y humanos, así como en procesos de recepción y entrega de productos y equipos, y en los costos asociados, para lo cual se hace necesario contar con software específico como *Jira* o *Wrike* vinculados a la IA.

En Cadena de suministros, la asignación de recursos y predicción de riesgos se centra en la gestión de recursos humanos y materiales en centros de distribución y almacenes así como sus costos asociados, para lo cual es necesario utilizar herramientas tales como *Microsoft Project* o *Wrike* vinculados a la IA. En Planeación y Control de la Producción, la asignación de recursos y gestión de riesgos se centra principalmente en temas como la determinación de los niveles de ventas y pronóstico de demanda en el plan maestro y el plan maestro de producción. Asimismo, para lo relacionado con la planeación de requerimiento de materiales, su uso es evidente en la asignación de recursos y su gestión, involucrando los niveles de inventario y tiempos de entrega. También se involucra en procesos de planeación agregada y control de piso, para lo cual es necesario apoyarse en herramientas como *Microsoft Project* o *Clippy*, vinculados a IA.

En Diseño de sistemas productivos, la asignación de recursos y gestión de riesgos es de amplia utilidad en lo relacionado con la planeación y diseño de instalaciones de manufactura,

así como la distribución de planta y manejo de materiales y sus costos asociados, para lo cual se hace necesario contar con software específico como *Jira* o *Wrike* vinculados a IA.

HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICABLES EN LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Es recomendable la aplicabilidad de IA en los siguientes rubros:

1. Aprendizaje teórico práctico.
2. Proyectos y laboratorios.
3. Desarrollo profesional.

En el caso del aprendizaje teórico práctico, se propone desarrollarlo mediante tutorías con IA y plataformas interactivas. Sobre las tutorías con IA, se pueden emplear herramientas como *Gemini*, *Deepseek* o *ChatGPT*, para profundizar con la ayuda del docente en temas de cierta complejidad enfocándose en materias como Planeación y control de la producción, Calidad, Estudio de Trabajo, Diseño de sistemas productivos, Logística, Cadena de Suministros, proponiéndose los siguientes casos para las materias antes mencionadas.

1. Planeación y control de la producción. Generar un caso de estudio para calcular un plan agregado de producción con restricción en fuerza laboral.
2. Calidad. Desarrollar un caso de estudio enfocado en un proceso de mejora continua.
3. Estudio del trabajo. Crear un caso de estudio para el calculo mediante regresión lineal del comportamiento de los tiempos estándares medidos en piso.
4. Diseño de sistemas productivos. Generar un modelo para la distribución de planta mediante el algoritmo *CRAFT*.
5. Logística. Realizar un modelo para la optimización del modelo de agente viajero que permita disminuir lo costos de transportación de mercancías.
6. Cadena de suministros. Desarrollar un modelo para la optimización del flujo de mercancías dentro de un centro de distribución que permita disminuir costos.

En la parte de proyectos y laboratorios se propone desarrollarlo con simuladores y análisis de datos vinculados a IA. Para este caso, se propone para las materias de Planeación y control de la producción; Estudio del trabajo; Diseño de sistemas productivos;

Logística; Cadena de suministros; y Calidad, proponiendo los siguientes casos de estudio con la ayuda de diversos simuladores y paquetes de análisis de datos.

1. Planeación y control de la producción. Se puede usar el software *TensorFlow* para analizar el fallo en líneas de producción y mejorar la toma de decisiones ayudados con algoritmos de IA.
2. Estudio del trabajo. Utilizar *GAMS* para simular un proceso de cálculo de tiempos muertos y estándar para realizar posteriormente cálculos estadísticos.
3. Diseño de sistemas productivos. Desarrollar mediante el software *Simul8* un proceso de distribución de planta que optimice tiempos y costos.
4. Logística. Mediante el software *ARENA*, crear un modelo para simular un proceso de entregas y envíos que permitan disminuir costos asociados.
5. Cadena de suministros. Utilizar el software *R* vinculado a IA para analizar datos vinculados a la medición de tiempos de surtimiento y preparación de mercancías en centros de distribución.
6. Calidad. Utilizar *RapidMiner* para minería de datos en el análisis de datos estratificados.

En la parte de desarrollo profesional será de gran utilidad incorporar portafolios digitales con la finalidad de crear repositorios de gran utilidad para fomentar su uso en el desarrollo profesional de los alumnos egresados y por egresar. Se propone su uso en las materias de Investigación de operaciones; Planeación y Control de la Producción; Diseño de Sistemas productivos; Logística; Cadena de suministros; y Estudio del trabajo, con la ayuda de repositorios como *Github* o *Bitbucket*.

1. Investigación de operaciones. Uso de *Github Copilot* para generar algoritmos de optimización en programación lineal y no lineal desarrollando su código en *Python*.
2. Planeación y control de la producción. Utilizar *Bitbucket* para generar algoritmos de planeación agregada desarrollados en *Python* o *Julia*.
3. Diseño de sistemas productivos. Utilizar *Power BI+IA* para generar informes sobre distribución de planta.
4. Logística. Creación de un repositorio en *Google IA* para la generación de algoritmos de optimización de rutas de entrega y con su código en *Python* o *Julia*.

5. Cadena de suministros. Utilizar *Bitbucket* para desarrollar modelos de optimización en distribución de bodegas para el estibado, manejo de materiales y sus costos asociados.
6. Estudio del trabajo. Utilizar *Power BI+IA* para generar informes sobre generación de tiempos estándar, muertos y ciclo.

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE UN PROYECTO PILOTO Y COLABORACIÓN CON EL SECTOR EMPRESARIAL

Para este punto se proponen dos áreas de concentración que permita involucrar a la comunidad docente y escolar, proponiéndose dos puntos:

1. Proyecto piloto.
2. Colaboración con empresas.

En lo que concierne a proyectos piloto se proponen en tres materias clave: Planeación y control de la producción; Investigación de operaciones; y Diseño de sistemas productivos.

1. Planeación y control de la producción. Taller de IA aplicado al cálculo de pronósticos de demanda, usando datos verídicos en tiempo real.
2. Investigación de operaciones. Incluir un concurso de estudiantes para el cálculo de la mejor ruta crítica para un proyecto de inversión con el uso de la IA.
3. Diseño de sistemas productivos. Taller de IA enfocado en el análisis de la mejor técnica para distribución de planta en tiempo real.

En lo relacionado con la colaboración empresarial, se proponen en tres materias clave: Estudio del trabajo; Calidad; Evaluación de proyectos.

1. Estudio del trabajo. Vinculación con pequeñas y medianas empresas manufactureras para resolver problemas de mejora en los tiempos de producción mediante el auxilio de IA.
2. Calidad. Vinculación con empresas del sector servicios para la resolución de retos en sistemas de mejora continua con la ayuda de IA.
3. Evaluación de proyectos. Participación de manera conjunta con empresas manufactureras y de servicios, para la evaluación de infraestructura crítica con el auxilio de IA.

RESULTADOS O ANÁLISIS DETALLADOS

Como se puede ver y constatar, la infraestructura para el desarrollo de la IA en la carrera de ingeniería industrial de la FES UNAM Aragón se encuentra en sus inicios dado que, sí se cuenta con infraestructura física y humana. Inclusive el nivel de conectividad es bastante bueno, aunque sería deseable que se mejore en el mediano plazo si es que se desea involucrar la IA en el proceso enseñanza aprendizaje.

Como se analizó, existe bastante soporte en el uso de hardware, aunque no con la calidad requerida dado el uso masivo. Considerando que la FES UNAM Aragón es un campus multidisciplinario, la disponibilidad de espacios, tiempos de uso y niveles de saturación de la red wifi es variable; es importante considerar esta serie de restricciones.

Considerando lo anterior, será necesario contrastar lo que se propone con lo ya existente para, de este modo, desarrollar rangos y áreas de oportunidad que ayuden a crear métricas que sirvan de soporte a la toma de decisiones mediante IA.

DISCUSIÓN CON IMPLICACIONES EN LA EDUCACIÓN

Las implicaciones y el resultado esperado en la educación se enfocan en los alumnos y docentes de la carrera de ingeniería industrial de la UNAM FES Aragón, que están en posibilidades de aplicar la IA en el sector de la educación de nivel superior en especial en su área terminal que va del 6.º al 10.º semestres. En este sentido, es importante considerar el planteamiento en las distintas materias en las cuales se propone su utilización e integración en las distintas etapas de las que se compone.

Considerando el método de investigación empleado para la instrumentación de la carrera de ingeniería industrial, se considera que cumple con la posibilidad y pertinencia de llevarse a cabo dado que, en primera instancia, se propone un marco conceptual que sirve de base para entender la temática a tratar. Por otro lado, el entendimiento de cómo las habilidades digitales son indispensables para poder incorporarse a su aplicación con auxilio de la IA en los alumnos de ingeniería industrial de los últimos semestres. De esta forma se puede, mediante un diagnóstico, determinar cuáles son las competencias digitales clave para los alumnos de ingeniería industrial y llevar a cabo su aplicación en materias específicas. Posteriormente, se podría entrenar a los alumnos y docentes en su empleo, con talleres y vinculación con empresas para una aplicación oportuna y consiste de IA.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dado lo anteriormente analizado, se puede concluir que el desarrollo de competencias digitales en los alumnos de ingeniería industrial de la FES UNAM Aragón es una herramienta de gran valía. Pero, en primera instancia, es necesario entender cómo la IA es útil para desarrollar competencias digitales, lo cual conlleva a un análisis diagnóstico de qué competencias digitales son necesarias y cómo considerar a las herramientas digitales específicas de aplicabilidad y utilidad para los alumnos y docentes con auxilio de la IA. Finalmente, como una buena opción, está la propuesta de aplicación de una prueba piloto mediante talleres o cursos que estimulen la participación de alumnos y docentes en esta área del conocimiento y generar estrategias de vinculación empresarial.

Se recomienda que, para la implementación de lo anteriormente propuesto, se instrumente un plan estratégico, dado que es un proceso que requiere llevarse a cabo por cohorte generacional con la finalidad de tener métricas que en un futuro permitan llevar a cabo un proceso de mejora continua para enriquecer y *lanzar* al siguiente nivel la propuesta.

1. Entender cómo puede la IA desarrollar competencias digitales en los alumnos y docentes de la carrera de ingeniería industrial de la FES UNAM Aragón.
2. Determinación de las competencias digitales clave para los alumnos de la carrera de ingeniería industrial de la FES UNAM Aragón.
3. Herramientas de IA aplicables a la Carrera de Ingeniería Industrial de la FES UNAM Aragón.
4. Propuesta de aplicación de un proyecto piloto y colaboración.

REFERENCIAS

- Arias Oliva, M., Torres Coronas, T., y Yañes Luna, J. C. (2014). El desarrollo de competencias digitales en la educación superior. *Historia y Comunicación Social*, 19(Núm. Especial Enero), 355-366. https://doi.org/10.5209/rev_HICS.2014.v19.44963
- García Moreno, E., y Sanchez Balcázar, M. del C. (2023). Efectos de la aplicación de la inteligencia artificial en la contabilidad y la toma de decisiones. *Gestión & Liderazgo*, 1(1). <https://revistap.ejeutap.edu.co/index.php/Gestion/article/view/71>
- George-Reyes, C. E. (2023). Imbricación del pensamiento computacional y la alfabetización digital en la educación. Modelación a partir de una revisión sistemática de la literatura. *Revista Española de Documentación Científica*, 46(1), e345-e345. <https://doi.org/10.3989/redc.2023.1.1922>

- González Calatayud, V., Román García, M. y Prendes Espinosa, M. P. (2018). Formación en competencias digitales para estudiantes universitarios basada en el modelo DigComp. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (65), 1-15. <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.65.1119>
- González Ortiz, O. C. (2024). *Fundamentos de ingeniería industrial: una visión actualizada desde su definición, currículo, estudio y aplicaciones*. Ecoe Ediciones.
- Hernández-Sellés, N., Muñoz-Carril, P. C., y González-Sanmamed, M. (2024). Aprendizaje colaborativo en entornos digitales. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(2). <https://doi.org/10.5944/ried.27.2.40208>
- Lopezosa, C. (2023). La Inteligencia artificial generativa en la comunicación científica: retos y oportunidades. *Revista de Investigación e Innovación en Ciencias de la Salud*, 5(1). 1-5. <https://doi.org/10.46634/riics.211>
- Marin-Marin, A., Hernández-Romero, M. I., De Borges-Ucán, J. L., y Blanqueto-Estrada, M. (2022). Creación de contenidos como competencia digital en estudiantes universitarios. *Revista Espacios*, 43(01), 72-87. <https://doi.org/10.48082/espacios-a22v43n01p06>
- Ortiz, E., Villacorta, C., & Mendoza, A. (2024). Seguridad de la Información en la Nube: Una revisión sistemática. *Revista Científica Ciencias Ingenieriles*, 4(1), 69-78. <https://doi.org/10.54943/ricci.v4i1.383>
- Ramírez Lazos, E., Rivero Picazo, M. V., López Hernández, J. A., y Velasco Agustín, A. (2024). Optimizando planes de estudio: Colaboración clave con grupos de interés para mejorar la calidad educativa. *ANFEI Digital*, (16), 641-649. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/997>
- Romo Padilla, G., Rubio Caicedo, C., Gómez Rodríguez, V., y Nivel Cornejo, M. (2023). Herramientas digitales en el proceso enseñanza-aprendizaje mediante revisión bibliográfica. *Polo del Conocimiento*, 8(10), 313-344. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6127/15467>
- Samaniego, J. M. (2024). Alfabetización digital crítica: genealogía, crítica fundacional y estado del arte. *Revista Colombiana de Educación*, (91), 403-425. <https://doi.org/10.17227/rce.num91-17025>
- FES UNAM Aragón (s. f.). *Plan de estudios Ingeniería industrial*. https://escolar1.unam.mx/planes/aragon/ing_industrial.pdf

05.

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN EL ÁREA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

FLÉRIDA MORENO-ÁLCARAZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA, MÉXICO

ORCID: 0009-0001-3778-3142

HÉCTOR IGNACIO CASTAÑEDA GARCÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA, MÉXICO

ORCID: 0000-0002-0275-9286

JUAN CARLOS PUGA VILLARREAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA, MÉXICO

ORCID: 0009-0006-2887-1141

INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de inteligencia artificial generativa (IAG), los alumnos suelen asociarla comúnmente con aplicaciones específicas como *ChatGPT*, *Gemini*, *Copilot*, entre otras, que en gran medida les ayudan a realizar sus labores estudiantiles. Sin embargo, la relación entre la IAG y la educación va mucho más allá. Desde los albores de la Cuarta Revolución Industrial y, más concretamente a finales de la Tercera, hasta el surgimiento exponencial diario de aplicaciones basadas en sistemas de IAG, la interacción entre la tecnología y los procesos pedagógicos ha evolucionado de manera significativa.

Históricamente, la IAG ha contribuido a la personalización del aprendizaje, al desarrollo de sistemas tutores inteligentes y a la automatización de tareas administrativas, liberando a los educadores de cargas laborales, administrativas y emocionales para enfocarse en aspectos menos atendidos de la enseñanza. Esta evolución ha transformado las aulas en entornos más adaptativos y centrados en el estudiante, donde la recopilación y el análisis de datos masivos permiten comprender con mayor profundidad los patrones de aprendizaje y las necesidades individuales. La capacidad de la IAG para procesar grandes volúmenes de información y ofrecer retroalimentación instantánea ha sentado las bases para una pe-

dagogía más receptiva y ajustada a la diversidad de perfiles del alumnado, promoviendo una experiencia educativa más eficiente y efectiva.

Actualmente, con el auge de la IAG, la educación se encuentra ante una nueva frontera de posibilidades que trasciende las aplicaciones meramente asistenciales. Al ser capaz de crear contenido original—desde textos y simulaciones hasta material didáctico personalizado y escenarios de evaluación adaptativos—, la IAG redefine el potencial en la investigación educativa y la práctica pedagógica del nivel superior. Como señalan Cortés Hernández et al. (2024), la IAG se posiciona como un asistente estratégico en la era del aprendizaje digital, facilitando la creación de entornos de aprendizaje dinámicos y la generación de recursos didácticos que se adaptan a las necesidades individuales del estudiantado.

Esta capacidad generativa no solo optimiza las metodologías existentes, sino que también abre camino a innovaciones disruptivas, permitiendo a investigadores y docentes diseñar experiencias de aprendizaje sin precedentes y explorar nuevas formas de construcción y diseminación del conocimiento. La investigación educativa en este contexto se enriquece con herramientas que simulan interacciones pedagógicas complejas, generan hipótesis novedosas e incluso diseñan intervenciones didácticas a medida, consolidando a la IAG como un catalizador para la transformación profunda de la educación.

La IAG representa un avance significativo con el potencial de transformar diversas áreas, entre ellas, la investigación educativa en la carrera de Ciencias de la Educación. Su capacidad para crear contenido original, desde texto e imágenes hasta código y simulaciones, abre nuevas posibilidades para la exploración, el análisis y la difusión del conocimiento en este campo. Al respecto, González (2023, p. 51) enfatiza que “la inteligencia artificial (IA) ha demostrado su potencial para transformar numerosos campos, y la educación no es una excepción”, destacando su rol en la revolución de la enseñanza y el aprendizaje a todos los niveles. La integración de la IAG en este ámbito no solo optimiza procesos tradicionales, sino que habilita enfoques innovadores para abordar problemáticas complejas y generar nuevas perspectivas.

Tradicionalmente, la investigación educativa ha dependido en gran medida de métodos cualitativos y cuantitativos, que requieren un tiempo considerable para la recopilación y el análisis de datos. Al automatizar tareas como la revisión de literatura, la generación de hipótesis y la creación de materiales didácticos personalizados, la IAG puede liberar a los investigadores para enfocarse en aspectos conceptuales y críticos de su trabajo (García,

et al., 2024). Por ejemplo, los modelos de lenguaje generativo pueden sintetizar grandes volúmenes de textos académicos, identificar tendencias emergentes y detectar brechas en el conocimiento, facilitando la formulación de preguntas de investigación más pertinentes y fundamentadas.

Organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura ([UNESCO], 2021) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2020), han emitido informes y recomendaciones sobre la integración de la IA en la educación y la formación profesional, enfatizando la importancia de preparar a investigadores para el uso ético y efectivo de herramientas de IAG. En eventos internacionales como *The Annual Conference on Neural Information Processing Systems* (NeurIPS), *The International Conference on Machine Learning* (ICML) y conferencias especializadas en educación y tecnología, se discute el impacto de la IAG en la investigación, incluyendo la formación de profesionales capacitados para aprovechar estas tecnologías. El Foro Económico Mundial ([World Economic Forum], 2020) y la Comisión Europea ([European Commission], 2021) debaten sobre las necesidades de desarrollar competencias profesionales en IAG para impulsar la innovación y asegurar un desarrollo responsable. Proyectos colaborativos financiados por la Unión Europea, como *Horizonte Europa*, promueven la formación avanzada en IAG para investigadores, fomentando la cooperación transnacional y la estandarización de buenas prácticas.

En el ámbito internacional, la formación investigativa de estudiantes de nivel superior es reconocida como un componente esencial que debe iniciarse desde etapas tempranas del proceso educativo. Esto implica, no solo cursar asignaturas teóricas relacionadas con la investigación y el análisis, sino también ampliar y fortalecer las experiencias prácticas dentro y fuera del aula mediante la aplicación de tecnologías avanzadas como la IAG. En este sentido, la formación profesional debe integrar competencias técnicas, éticas y metodológicas para que los futuros investigadores utilicen la IAG de manera efectiva y responsable, tal como señalan organismos internacionales.

En la Facultad de Ciencia de la Educación de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México, la mayoría de los profesores que imparten clases en la Licenciatura en Ciencias de la Educación (LCE) son investigadores con experiencia y capacitados para diseñar proyectos en diversas áreas. Sin embargo, solo una minoría ha comenzado a incorporar herramientas de IAG en su práctica docente e investigativa. Esta realidad refleja un desafío global identificado en foros internacionales: la necesidad de actualizar y ampliar la formación docente

para maximizar el potencial de la IAG en la investigación educativa. La participación activa de profesores experimentados en estas tecnologías es fundamental para que los estudiantes accedan a experiencias prácticas de alto nivel. Es importante comprender que la enseñanza y la investigación forman parte de un mismo proceso formativo, en el que la reflexión y la acción están intrínsecamente conectadas (Elliot, 2005). El éxito en la investigación apoyada por IAG depende del conocimiento práctico que los estudiantes adquieran, es decir, de entender en profundidad qué implica investigar con estas herramientas y cómo aplicarlas adecuadamente. Este conocimiento suele derivar de la experiencia docente y de una revisión rigurosa del área de estudio y la integración de aplicaciones de IAG en actividades concretas. Por ello, la formación investigativa debe trascender lo teórico y desarrollarse desde etapas tempranas, incorporando el uso de la IAG para potenciar las habilidades naturales y digitales de los estudiantes.

Esto les permitirá identificar y abordar problemas, transformándolos en objetos de estudio que propicien niveles crecientes de comprensión y apropiación del conocimiento (Gómez Sollano, 2006). Además, fortalecer la formación investigativa contribuye a mejorar la calidad del profesorado y a formar estudiantes participativos y activos, enriqueciendo la cultura institucional mediante el aprovechamiento de la IAG en las distintas asignaturas.

Solo mediante una apertura creciente hacia la participación estudiantil apoyada en la IAG se podrán alcanzar los paradigmas de aprendizaje que la educación superior busca consolidar. Como señalan Barr y Tagg (citados en Bautista et al., 2008), el paradigma del aprendizaje se orienta a crear entornos que motiven a los alumnos a descubrir y construir el conocimiento por sí mismos (p. 197). Los nuevos enfoques educativos reflejan la adopción de metodologías innovadoras que fomentan la construcción activa del conocimiento, la generación de cambios significativos y la creación de dinámicas transformadoras.

En este contexto, el Plan de Desarrollo del Programa Educativo (Universidad Autónoma de Sinaloa [UAS], 2025) resalta la importancia de promover una formación integral para profesionales e investigadores en educación, incorporando la generación de conocimiento, el uso de la IAG y métodos educativos adaptados a las necesidades de las nuevas generaciones. La nueva oferta educativa de nivel superior, representada por el Colegio de Ciencias de la Educación y Humanidades, ha recibido aportes valiosos de prestigiosos académicos de la Facultad de Historia y de Ciencias de la Educación. Entre los temas discutidos se planteó la siguiente interrogante: ¿Cómo desarrollar la capacidad de investigar mediante el uso de la IAG en los alumnos de la Licenciatura en Ciencias de la Educación?

Para alcanzar una formación investigativa sólida apoyada en la IAG, es fundamental que los estudiantes adquieran información y conocimientos pertinentes, fortalezcan sus procesos cognitivos vinculados a la indagación y participen en equipos de investigación colaborativa. Asimismo, deben desarrollar habilidades teóricas y prácticas, involucrarse en proyectos con compromisos y dedicación, realizar actividades que permitan aplicar los conocimientos adquiridos, y aprovechar cada aprendizaje en situaciones concretas.

La disciplina de Ciencias de la Educación surgió en el ámbito universitario con un enfoque pedagógico más científico y orientado hacia la investigación. En este contexto, la generación de conocimiento científico se aplica, tanto en la formación del profesorado, como en la gestión educativa. Sin embargo, la configuración actual del campo profesional de las Ciencias de la Educación resulta de relaciones de poder que han facilitado la negociación y la ejecución de acciones pedagógicas que trascienden las demandas, roles y estructuras organizativas que vinculan a quienes solicitan y ofrecen servicios educativos.

Las actividades profesionales en este campo incluyen la dirección y administración institucional, la elaboración de diagnósticos educativos, la investigación educativa, la asesoría, la consultoría, la evaluación, la práctica docente en todos los niveles, el diseño e implementación de programas comunitarios, programas educativos formales e informales, la elaboración de planes de estudio y la planeación didáctica. De todas estas actividades, la formación en investigación implica procesos y conocimientos para desarrollar capacidades y competencias necesarias para investigar, cuestionar y analizar la realidad de manera profunda y compleja, con el objetivo de generar nuevos conocimientos.

En este sentido, la incorporación de la IAG representa una herramienta innovadora que potencia la capacidad investigativa facilitando el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de información, la generación de hipótesis, el diseño de modelos educativos personalizados y la automatización de tareas repetitivas, ampliando el alcance y profundidad de la investigación educativa. La investigación contribuye a la generación de conocimiento en relación con la práctica docente en las universidades. Sin embargo, se ha evidenciado una brecha entre teoría y práctica que afecta el desarrollo mutuo de ambos ámbitos. Tanto la investigación como la práctica docente abordan diversos aspectos dentro del ámbito educativo.

En el ejercicio profesional, la investigación educativa se relaciona con la elaboración y desarrollo de proyectos sobre objetos de conocimiento propios del campo de la educación

o de forma interdisciplinaria para abordar temas relacionados con otras áreas del saber. Por lo tanto, los egresados en Ciencias de la Educación están capacitados para diseñar, evaluar y gestionar proyectos orientados a la solución de problemas en cualquier nivel educativo o actividad de aprendizaje, implicando investigación aplicada. La formación con el apoyo de la IAG fortalece estas competencias al permitir generar análisis más precisos, simular escenarios educativos y diseñar intervenciones innovadoras basadas en datos integrados y actualizados. Así, la IAG se convierte en un recurso estratégico para impulsar la investigación aplicada y la toma de decisiones.

Consideramos que las Ciencias de la Educación constituyen un campo de aplicación científico-tecnológico, más que un ámbito de investigación básica, sustentado en una norma racional científicamente fundamentada. Las ciencias auxiliares que estudian la educación se basan tanto en la investigación científica como en la práctica profesional. El objeto epistémico de las Ciencias de la Educación está formado por sujetos en situaciones interactivas concretas, lo que subraya la necesidad imperante de comprender el proceso enseñanza-aprendizaje en toda su complejidad y multidimensionalidad. En este contexto, docentes e investigadores desempeñan un papel crucial al investigar estas relaciones, apoyándose cada vez más en tecnologías como la IAG para profundizar en el análisis y la comprensión de los fenómenos educativos (UAS, 2025).

MÉTODO

La creciente cantidad y diversidad de información digital disponible implica una complejidad significativa en su manejo y comprensión para su óptimo aprovechamiento. No basta con que el usuario busque información -ya sea bibliográfica o digital-, sino que debe saber cómo buscarla eficazmente. Tampoco es suficiente encontrarla; es necesario analizarla, valorarla críticamente, procesarla y saber utilizarla para incorporarla como nuevo conocimiento.

Estas habilidades se desarrollan con el uso constante de medios digitales, pero desde la docencia pueden acelerarse al involucrar activamente a los estudiantes en procesos formativos presenciales y virtuales. En este sentido, el dominio de las formas de acceso y procedimiento de la información es fundamental y requiere integrar múltiples competencias profesionales, como autonomía, cooperación, pensamiento crítico y destreza tecnológica. La incorporación de herramientas basadas en IAG facilita estos procesos al apoyar la búsqueda avanzada, el análisis automático de grandes volúmenes de datos y la generación de resúmenes o *insights* que enriquecen la comprensión del estudiante.

Estas tecnologías no solo agilizan el acceso a la información, sino que también potencian la capacidad de depuración y reflexión crítica en el aprendizaje, acelerando el razonamiento y fortaleciendo el pensamiento autónomo (Sevillano, 2003, p. 80). Las dificultades que enfrentan los estudiantes en sistemas virtuales o a distancia de educación superior tienen también una dimensión cultural importante, dado que predomina una preferencia por la educación presencial tradicional. Entre los retos más relevantes se encuentra la habilitación tecnológica y disciplinaria de los participantes, afectada por la falta de experiencia y confianza tanto en las propias habilidades como en las herramientas disponibles.

La IAG puede desempeñar un papel clave al ofrecer asistentes inteligentes que guían a los estudiantes en el uso de recursos digitales, personalizan el aprendizaje y brindan soporte continuo, contribuyendo a superar estas barreras. Por ello, es fundamental reivindicar la “igualdad de acceso” que la educación a distancia aún ofrece como una filosofía funcional de esta modalidad educativa, garantizando que todos los estudiantes puedan beneficiarse de estas tecnologías avanzadas y de un entorno formativo inclusivo y efectivo.

El perfil del docente en Ciencias de la Educación facilita su participación en academias, integración en cuerpos disciplinarios, y la colaboración en redes nacionales e internacionales, lo que permite abordar problemáticas sociales en diversos ámbitos. Por su parte, el perfil de los estudiantes favorece el uso de la investigación, de todos sus recursos personales y del entorno para analizar y resolver problemas de manera crítica, creativa y solidaria. Estos perfiles forman parte de un tipo de saber producido a través de la interacción entre investigadores y docentes, quienes reconocen las interrelaciones entre distintos tipos de conocimiento. Por ejemplo, el saber práctico empleado en la enseñanza se convierte en objeto de conocimiento teórico, mientras que el conocimiento práctico refleja saberes previamente objetivados. Los investigadores y especialistas poseen saberes teóricos, objetivados y sobre la práctica, mientras que los docentes manejan saberes prácticos, no objetivados y una conciencia práctica (UAS, 2025).

Como parte de una experiencia innovadora para profesores y estudiantes, la investigación educativa se integró al plan de estudios y fue diseñada colectivamente. Aunque el uso de herramientas basadas en IAG aún no está formalmente incluido en el eje investigativo, su implementación práctica ya está ofreciendo múltiples beneficios, entre los cuales destacan: la IAG optimiza el manejo de información, apoya en la generación de contenido, fomenta el pensamiento crítico y creativo, personaliza el aprendizaje y la investigación, mejora la comunicación y colaboración, desarrolla competencias digitales avanzadas, incrementa

la eficiencia y productividad y reduce las barreras para la participación. Estos beneficios contribuyen a enriquecer la experiencia educativa, fortaleciendo tanto el aprendizaje como la producción de conocimiento de manera más dinámica, inclusiva y adaptada a los retos del entorno digital contemporáneo.

El tema central de la investigación se enfocó en el uso de la IAG en el ámbito de la investigación educativa. Se planteó como hipótesis que los alumnos con acceso a herramientas de IAG participan activamente en procesos de generación y difusión de conocimiento a través de la investigación educativa. El objetivo principal fue analizar y fomentar el uso de la IAG en la formación investigativa de los alumnos en la LCE. El diagnóstico tuvo una duración de dos semestres académicos consecutivos, correspondientes al tercer y cuarto semestre del ciclo escolar 2024-2025. Esta investigación cualitativa se enmarcó dentro del método de investigación-acción, permitiendo la participación activa de los estudiantes en la reflexión y mejora continua del proceso investigativo.

La muestra estuvo conformada por 13 alumnas inscritas en el programa de la LCE, quienes participaron de manera activa en todas las fases del estudio. El diagnóstico inicial se desarrolló en dos asignaturas específicas: Métodos cualitativos de investigación educativa (tercer semestre) y Métodos cuantitativos de la investigación educativa (cuarto semestre). Durante estas materias, las estudiantes realizaron prácticas de investigación en contextos reales, facilitando la integración de teoría, práctica y la experimentación con herramientas tecnológicas como la IAG.

Para la recolección de datos se emplearon diversos instrumentos: la encuesta aplicada mediante *Google Forms*, seguimiento a través de *WhatsApp*, grupo focal en plataforma *Zoom* con el propósito de discutir percepciones y experiencias de las participantes. El diagnóstico permitió identificar fortalezas y áreas de mejora en el manejo de herramientas de investigación, así como en la comprensión y aplicación de metodologías cualitativas y cuantitativas.

Cabe destacar que, conforme al perfil de egreso del programa LCE, se espera que los estudiantes dominen conocimiento teórico-metodológico básico de investigación educativa, con la capacidad de diseñar y desarrollar proyectos de investigación respetando la ética científica. Sin embargo, en el uso de la IAG en la materia Métodos cualitativos de la investigación educativa, se les ofreció el uso de la IAG para procesar e interpretar hallazgos, resultando en resistencia hacia su uso por parte de los sujetos. En la materia Métodos

cuantitativos de la investigación educativa del cuarto semestre, solo tres alumnas lograron usar la IAG en el nivel básico. Algunos reportes fueron:

Con ayuda de una IA Generativa, se han descrito los resultados (informe de trabajo final de la alumna DJ); En el uso de herramientas como programas (*Excel* y IAG) también el análisis comparativo, pues se necesitó la habilidad para comparar diferentes puntos de datos (informe de trabajo de la alumna D); Los datos recolectados fueron procesados mediante estadística descriptiva, utilizando la herramienta *Microsoft Excel* y el apoyo de la IAG para el análisis, interpretación y visualización de resultados (informe de trabajo de la alumna P).

RESULTADOS O ANÁLISIS DETALLADO

Estos resultados complementan y enriquecen la comprensión sobre el uso e integración de la IAG en la formación investigativa de estudiantes de LCE. Se destacan los siguientes aspectos:

- Diversidad en la adopción y uso de la IAG. Variabilidad significativa en el nivel de adopción entre estudiantes. Algunos con manejo básico o intermedio, pero la mayoría mostró resistencia o falta de familiaridad con estas tecnologías. Esto sugiere la necesidad de fortalecer la capacitación y el acompañamiento.
- Mejora en el procesamiento y análisis de datos. Las estudiantes que usaron la IAG reportaron beneficios en organización, análisis e interpretación de datos, especialmente en investigación cuantitativa, optimizando tiempos y mejorando precisión.
- Impacto en el pensamiento crítico y la creatividad. El uso de la IAG fomentó en algunos casos una mayor reflexión crítica y creatividad al ofrecer nuevas perspectivas y sugerencias para abordar problemas de investigación. Sin embargo, se identificó la necesidad de desarrollar habilidades para evaluar y validar críticamente las propuestas generadas, evitando dependencia excesiva.
- Aspectos éticos y de responsabilidad. Es fundamental incorporar contenidos sobre ética en el uso de IAG, como prevención del plagio, transparencia en generación de contenido y respeto a la privacidad de datos, para un uso responsable y consciente de estas tecnologías.
- Relevancia del diseño curricular y formación docente. El dominio y aprovechamiento de la IAG están vinculados con el diseño curricular y la preparación docente para

integrar estas herramientas en su práctica pedagógica. Formación continua y estrategias didácticas innovadoras son indispensables para maximizar su potencial.

En conjunto, estos resultados subrayan que la incorporación de la IAG en la formación investigativa es una oportunidad valiosa para enriquecer el aprendizaje y la producción de conocimiento en la educación superior. No obstante, su éxito depende de una implementación cuidadosa que contemple aspectos técnicos, pedagógicos y éticos, promoviendo una cultura de uso crítico y reflexivo.

El nivel de dominio que se genera al utilizar la IAG en la competencia investigativa de estudiantes de la LCE puede considerarse avanzado y multifacético, pues potencia diversas habilidades clave dentro del proceso investigativo. De acuerdo con el Marco Europeo de Competencias Digitales para Educadores (DigCompEdu) (Redecker, 2017), los niveles de competencia digital aplicables a docentes e investigadores incluyen:

- Gestión de grandes volúmenes de información. La IAG facilita la búsqueda, organización y síntesis eficiente de bibliografía y datos relevantes, mejorando el acceso a fuentes diversas y actualizadas.
- Análisis crítico y generación de conocimiento. Los estudiantes pueden explorar patrones, generar hipótesis y recibir retroalimentación automatizada que enriquece la interpretación de resultados y la formulación de conclusiones fundamentadas.
- Competencias técnicas y metodológicas. Uso de la IAG exige y desarrolla destrezas en herramientas digitales, programación básica y manejo de plataformas de análisis de datos, fortaleciendo la capacitación técnica.
- Autonomía y pensamiento. La IAG impulsa un aprendizaje autodirigido; el estudiante debe evaluar críticamente las respuestas generadas, fomentando el juicio profesional y la toma de decisiones informadas.
- Creatividad e innovación. La generación automática de textos, esquemas y propuestas estimula la creatividad en el diseño de proyectos y estrategias de investigación educativa.
- Ética y responsabilidad. Incluye la comprensión de aspectos éticos, como prevención de plagio, privacidad y la transparencia en generación de contenido.
- La incorporación de la IAG mejora la eficiencia y calidad del trabajo académico y contribuye a formar profesionales críticos, creativos y éticamente responsables.

El nivel de dominio dependerá del diseño curricular, la formación docente y la práctica constante. En la materia de Proyectos de investigación educativa (quinto semestre) está prevista la implementación de una intervención educativa orientada a mejorar el uso de herramientas basadas en IAG en la formación investigativa de estudiantes de la LCE. Según el perfil de egreso del programa LCE, se espera que los estudiantes manejen los conocimientos teórico-metodológicos básicos de la investigación educativa; Sean capaces de diseñar y desarrollar proyectos respetando la ética científica.

Los objetivos de aprendizaje definidos incluyen conocer el método científico aplicado al campo educativo, identificar los enfoques metodológicos cualitativos y cuantitativos de la investigación educativa, reconocer la estructura de proyectos de investigación cualitativa y cuantitativa, y por último, desarrollar un proyecto de investigación cualitativa o cuantitativa aplicada al ámbito educativo. Está pendiente la realización de intervención educativa en la materia de Proyectos de Investigación Educativa (quinto semestre), que incorporará activamente el uso de la IAG para fortalecer las competencias investigativas de los estudiantes en la LCE.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La incorporación de la IAG en la investigación educativa representa un avance significativo en la formación de futuros profesionales. La evolución de la IA ha transformado los procesos pedagógicos, permitiendo una educación más personalizada, adaptativa y centrada en las necesidades del alumnado. Aunque inicialmente los estudiantes asocian la IAG con aplicaciones de asistencia general, la investigación demuestra que su potencial va mucho más allá, impactando la personalización del aprendizaje, el desarrollo de sistemas tutores y la automatización de tareas, liberando a los educadores para enfocarse en aspectos críticos de la enseñanza.

Por su capacidad para generar contenido original y facilitar análisis complejos, la IAG redefine el potencial de la investigación educativa en la formación superior, abriendo oportunidades para innovaciones metodológicas y pedagógicas disruptivas en la investigación educativa, permitiendo explorar nuevas formas de construcción y diseminación del conocimiento. Su integración en el currículo posibilita un aprendizaje dinámico, creativo y colaborativo.

La participación activa de profesores experimentados en el uso de la IAG es esencial para que los estudiantes accedan a experiencias prácticas de alto nivel. La formación continua y el desarrollo de estrategias didácticas innovadoras son indispensables para maximizar su potencial, trascendiendo lo teórico y fomentando el conocimiento práctico desde etapas tempranas.

Sin embargo, la adopción efectiva de la IAG depende de la formación y actualización continua de los docentes, así como del diseño curricular que incluya competencias técnicas, éticas y metodológicas. La mejora de los estudiantes requiere desarrollar habilidades críticas para evaluar y validar la información generada, evitando la dependencia tecnológica y promoviendo un uso responsable y ético.

A pesar de los claros beneficios, la investigación revela una variabilidad significativa en la adopción de la IAG entre los estudiantes de la LCE. Se observó resistencia y falta de familiaridad en la mayoría, mientras que solo una minoría logró un uso básico o intermedio. Esta realidad subraya la urgente necesidad de fortalecer la capacitación y el acompañamiento para integrar eficazmente estas tecnologías en los procesos investigativos.

Los estudiantes que integran la IAG reportaron beneficios significativos en gestión de información, análisis de datos, creatividad y productividad investigativa. Finalmente, la formación investigativa debe comenzar desde etapas tempranas, fomentando la participación activa y crítica con apoyo de tecnologías emergentes como la IAG.

Solo así se consolidará un paradigma educativo que forme estudiantes autónomos, creativos y éticamente responsables, capaces de enfrentar retos contemporáneos y contribuir a la transformación profunda de la sociedad. La integración de la IAG en la competencia investigativa potencia diversas habilidades clave, como la capacidad de gestionar información, el análisis crítico y la generación de conocimiento, competencias técnicas y metodológicas, la autonomía y el pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de innovación, y la ética y la responsabilidad.

La incorporación de la IAG no solo mejora la eficiencia y calidad del trabajo académico, sino que contribuye a formar profesionales críticos, creativos y éticamente responsables en el campo de la educación. El éxito de esta integración depende de una implementación cuidadosa que contemple aspectos técnicos, pedagógicos y éticos, promoviendo una cultura de uso crítico y reflexivo de la tecnología para consolidar los nuevos paradigmas de aprendizaje que la educación superior busca alcanzar.

REFERENCIAS

- Bautista, G., Borges, F., y Forés, A. (2008). *Didáctica universitaria en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje*. Narcea Ediciones.
- Cortés Hernández, A., Hernández Hernández, C. A., García Torres, A. B., y Mata Quezadas, M. (2024). La Inteligencia Artificial Generativa como un Asistente Estratégico en la Era del Aprendizaje Digital. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 2159-2178. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12456
- Elliot, J. (2005). *El cambio educativo desde la investigación-acción* (4.ª ed.). Morata.
- European Commission. (2021). *Horizon Europe–Work Programme 2021-2022: Digital, Industry and Space*. https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/wp-call/2021-2022/wp-7-digital-industry-and-space_horizon-2021-2022_en.pdf
- García, F. J., Llorens, F., y Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED Revista Iberoamericana de Educación en Línea*, 27(1), 9-39. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>
- Gómez Sollano, M. (2006). Investigación, formación y conocimiento en educación. De lo parametral a la potenciación. En M. A. Jiménez (Coord.). *Los usos de la teoría en la investigación* (pp. 61-84). Plaza y Valdés.
- González, C. S. (2023). El impacto de la inteligencia artificial en la educación: transformación de la forma de enseñar y de aprender. *Revista Curriculum*, 36, 51-60. <https://doi.org/10.25145/j.qurricul.2023.36.03>
- Redecker, C. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- OCDE. (2020). *Artificial Intelligence in Society*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/06/artificial-intelligence-in-society_c0054fa1/eedfee77-en.pdf
- Redecker, C. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Sevillano, G. (Coord.) (2003). *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- UAS. (2025). *Plan de Desarrollo del Programa Educativo 2023*. Universidad Autónoma de Sinaloa. https://sau.uas.edu.mx/pdf/PDI_con_vision_de_futuro_2025.pdf
- UNESCO. (2021). *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>
- World Economic Forum. (2020). *Shaping the Future of Technology Governance: Artificial Intelligence and Machine Learning*. <https://www.weforum.org/reports/shaping-the-future-of-technology-governance-artificial-intelligence-and-machine-learning>

06.

TRANSICIÓN DE LA ENSEÑANZA DEL ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS PARA CIENCIAS SOCIALES: DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

MARTÍN GABRIEL DE LOS HEROS RONDENIL

FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES SEDE MÉXICO

ORCID: 0000-0002-3297-0314

SANDRA CARMEN MURILLO LÓPEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ORCID: 0000-0001-8504-0543

INTRODUCCIÓN CON ANTECEDENTES DEL TEMA

La investigación sobre la enseñanza del análisis exploratorio de datos (EDA, por sus siglas en inglés) con el apoyo de inteligencia artificial generativa (IAG) surge como una continuación de un trabajo previo de los autores que compartieron sobre la experiencia de formación en métodos cuantitativos basado en proyecto de investigación y con la aplicación de tecnologías de la información y comunicación (TIC).

El presente documento explora la fase de transición del proceso de enseñanza-aprendizaje del EDA que pasa del uso de TIC a la incorporación de herramientas de IAG en un periodo breve, marcado por dos acontecimientos clave: el fin de la enseñanza remota de emergencia (ERE) (Hodges et al., 2020) y la llegada del *ChatGPT* en noviembre de 2022. Estos eventos detonaron cambios en los contenidos formativos, la planeación didáctica, las estrategias y actividades pedagógicas, las herramientas e instrumentos utilizados para abordar esta etapa de los métodos cuantitativos.

Siguiendo a Unwin (2010), el EDA debe entenderse como un enfoque, más que un simple conjunto de técnicas. Las herramientas fundamentales -tablas, gráficas y estadísticos de resumen- resultan esenciales para el análisis exploratorio y constituyen uno de sus principales rasgos distintivos. Estas herramientas adoptan múltiples formas, como

representaciones gráficas de una o más variables y resúmenes numéricos, siempre con el objetivo de facilitar la comprensión de los datos (Loftus, 2022). El EDA representa el primer acercamiento a los datos antes de emprender la construcción de modelos estadísticos o realizar análisis avanzados (Meloun & Militky, 2011). Permite identificar variabilidad, distribución, tendencias, comportamientos, desviaciones y relaciones entre variables, así como verificar supuestos e identificar errores o datos faltantes. Además, ayuda a descubrir patrones ocultos en los datos, identificar valores atípicos, comprobar hipótesis. Este análisis “puede revelar estructuras subyacentes de los datos” (sigue una distribución específica) que ayudarían a “determinar los modelos para analizarlos” (Lord et al., 2021, p. 135).

El EDA se apoya en representaciones gráficas como histograma, diagramas de tallo y hojas, diagrama de cajas y bigotes (*box plots*), polígonos de frecuencia, de simetría, entre otros, junto con tablas de frecuencia y estadísticos. Este enfoque es flexible ya que va más allá de las técnicas tradicionales conocidas, permitiendo la integración de manera rápida y sencilla de nuevas herramientas y métodos provenientes de la IAG.

La visualización de datos asistida con IAG abarca desde mapas y series temporales hasta diagramas, redes y otros gráficos de alta dimensión. Estas visualizaciones favorecen la síntesis y presentación de los registros facilitando la comprensión de la información. “Los gráficos pueden utilizarse para motivar, enseñar e interpretar análisis estadístico” (Branson et al., 2024, p. 1). También potencian la generación de descripciones, hipótesis e ideas a partir de grandes volúmenes y fuentes diversas de datos, impulsando tanto la investigación como la predicción científica (Muskan et al., 2022).

La adaptación y transformación de la enseñanza de estadística mediante el uso de TIC e IAG responde a desafíos persistentes en el aprendizaje de esta disciplina dentro de las ciencias sociales. Problemas como la ansiedad, temor, altos porcentajes de reprobación, desmotivación y rezago académico, son frecuentemente reportados en la literatura especializada, ya sea por la naturaleza de los contenidos o por la escasa vinculación con la realidad cotidiana. Esto representa una dificultad, tanto para estudiantes, como para docentes comprometidos con mejorar los procesos educativos.

Aunque la mejora de la enseñanza de la estadística ha figurado en la agenda de las políticas educativas, los avances son limitados y concentrados en iniciativas de carácter estatal, regional o local. En muchos contextos, la integración de las TIC se ha centrado en la parte operativa, es decir, en el uso de software estadístico, dejando de lado la profundi-

zación conceptual. Por ello, la experiencia aquí presentada busca fortalecer el razonamiento y pensamiento estadístico de los estudiantes, combinando TIC e IAG dentro de proyectos de investigación que involucran de manera activa a quienes aprenden en todo el proceso de generación, procesamiento y análisis de datos reales (Wild & Pfannkuch, 1999).

La incorporación de la IAG en el estudio de la estadística ha facilitado el análisis de datos, incluso para personas con conocimientos mínimos, gracias a la estandarización de procedimientos (Schwarz, 2025). Esto representa una oportunidad significativa para enriquecer la experiencia de aprendizaje. No obstante, es fundamental priorizar la comprensión profunda de los conceptos estadísticos por encima del dominio técnico de los software o programas estadísticos. Además, es necesario considerar los retos asociados al uso de IAG como el plagio, la integridad académica, la desinformación, la privacidad y los derechos de autor (p. 118).

La amplia trayectoria docente de quienes elaboran este documento, sumado al análisis de casos exitosos documentados en la literatura, propició la integración de proyectos de investigación reales en el curso, considerando el EDA como la etapa inicial en la enseñanza de los métodos cuantitativos y desarrollando instrumentos para recolectar datos sobre problemáticas relevantes para los estudiantes. En línea con la propuesta de Wild y Pfannkuch (1999) se reconoce que fomentar el pensamiento estadístico implica crear una “necesidad de los datos”, para resolver problemas, comprender la omnipresencia de la variabilidad, desarrollar la capacidad de transnumerar los datos (cambiar la representación de los datos para tener una mayor comprensión) (p. 227), utilizar modelos para razonar sobre el problema y considerar como el contexto del problema se integra al conocimiento estadístico.

El énfasis de la formación del EDA en particular y de los métodos cuantitativos en general, es fortalecer del pensamiento estadístico de quienes estudian, destacando elementos clave como el proceso, la variabilidad y el papel fundamental de los datos. Toda actividad responde a un proceso, y los problemas en la investigación empírica están ligados a la comprensión de procesos variables (Snee, 1999, p. 256), lo que permite aplicar el pensamiento estadístico incluso en ausencia de datos concretos.

Uno de los grandes retos que busca atender el uso de las TIC e IAG en la formación estadística es la mejora de la alfabetización estadística (Johannssen et al., 2021; Kadijevich, & Stephens, 2020; Sharma, 2017) o cultura estadística (Batanero, 2004). La estadística, más allá de la aplicación mecánica de algoritmos, implica la capacidad de leer, interpretar

y comprender datos de manera crítica “basado en la valoración de la evidencia objetiva” (Batanero, 2004, p. 28), también requiere comunicar resultados y entender la relevancia de la estadística en la vida personal, profesional y en la validez de las conclusiones a las que se llega (Johannssen et al., 2021; Sharma, 2017).

Entre los conceptos esenciales para fortalecer el pensamiento estadístico a través del EDA se encuentran la *distribución* y la *variación*. Según Wild (2006), la distribución es la manifestación del “patrón de variación de una o un conjunto de variables” (p. 11). Por ejemplo, las tablas de frecuencia reflejan estos patrones, y al convertirlas en distribuciones relativas (porcentajes) facilitan la comparación entre subgrupos con diferentes números de observaciones (Wild, 2006), lo que demanda habilidades de razonamiento proporcional (Sánchez et al., 2011). “La distribución es entendida como una entidad con característica de forma, centro y dispersión, entre otras” (Andrade-Escobar et al., 2021, p. 75). Es un atributo del conjunto de datos que comunica cómo las medidas en el conjunto de datos están distribuidas a lo largo de un rango de valores (Reading & Canada, 2011). El concepto relacionado con lo anterior es la distribución empírica, que representa la frecuencia con que se repiten los valores y su variación, observable directamente en la representación tabular.

Respecto a la variación, Sánchez et al. (2011) la define como “la descripción o medida del cambio en la variable” (p. 212); también se dice que es la “distancia entre dos valores de datos individuales como el rango y el rango intercuartil” o “distancia promedio de las observaciones en un conjunto de datos desde un valor como la media” (Jones & Scariano, 2014, p. 93); mientras que Wild y Pfannkuch (1999) la consideran como un tipo fundamental del pensamiento estadístico y que sustenta su práctica; la variación la podemos observar dentro de un conjunto de datos, entre grupos de datos y entre conjuntos de datos similares (Reading & Canada, 2011). Las principales medidas estadísticas asociadas a la variación son el rango, la desviación estándar y los cuartiles. En la práctica, se recomienda que para comparar dos o más conjuntos de datos mediante gráficas, estas empleen la misma escala (Garfield & Ben-Zvi, 2005), algo que no siempre se logra en los softwares estadísticos, pero que sí puede ajustarse con las herramientas de IAG, como se mostrará en los resultados.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio se centra en la enseñanza de la estadística a nivel universitario y toma como base principios de la teoría cognitiva del aprendizaje, tales como el “estudiante aprende mejor lo que practica y realiza por sí mismo”, “el conocimiento tiende a ser específico del

contexto en el que se aprende” y “el aprendizaje es más eficiente cuando los estudiantes reciben retroalimentación en tiempo real sobre sus errores” (Lovett & Greenhouse, 2000, pp. 196-197). Asimismo, incorpora ideas de la teoría de diseño instruccional, orientada al diseño (medios para alcanzar objetivos de aprendizaje o desarrollo) e identifica los métodos de instrucción (formas de apoyar y facilitar el aprendizaje) como información clara, práctica reflexiva, retroalimentación informativa y motivadores fuertes; estos métodos pueden desglosarse en componentes más específicos (Reigeluth, 1999).

El diseño instruccional del documento recupera los principios de Cobb y McClain (2004), enfocándose en ideas estadísticas fundamentales como la variación y la distribución de los datos. Se promueve actividades de aprendizaje con datos reales, donde los estudiantes intervienen desde la determinación del problema, elaboración del instrumento, hasta el análisis de los datos. Se integran herramientas tecnológicas para explorar, transformar y analizar datos (Wild & Pfannkuch, 1999), así como para estimular la discusión en el aula en torno a argumentos estadísticos, el contexto o conceptos clave (p. 392).

La experiencia de la enseñanza del EDA, que se describe corresponde al curso *Métodos y técnicas cuantitativas aplicadas a la negociación de la Especialidad en Negociación y Gestión de Conflictos Políticos y Sociales* de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México (FCPyS-UNAM), generación 2022-2023, conformado por 17 estudiantes. La formación estuvo basada en el proyecto de investigación *Baja empleabilidad de los estudiantes*.

Las preguntas que orientaron la investigación fueron: ¿Los contenidos del EDA desarrollados contribuyen al pensamiento estadístico? ¿Son las TIC o la IA la que mejor lo facilitan? Para responderlas, la fuente de información primaria son los resultados del cuestionario aplicado en línea (*Google forms*) a los estudiantes del Programa Único de Especializaciones de las Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM (PUE-FCPyS-UNAM) entre el 23 y el 26 de septiembre de 2022, que formaron parte del ciclo escolar 2022-2023 que estaba conformada por 53 estudiantes. Se recibieron respuestas de 27 alumnos (16 mujeres y 11 hombres), por lo que constituye un estudio de caso.

Este estudio es exploratorio y emplea tanto TIC con *Excel*, *IBM-SPSS* y *R*; como IAG con *Show formula bot* y *JuliusAI*, empleando técnicas de representación de datos con tablas y figuras estadísticas. El análisis fue descriptivo, enfocado en la distribución y variación de variables cuantitativas continuas, con comparaciones por sexo y cálculo de medidas de

tendencia central, dispersión, posición y simetría. Finalmente, se comparan los resultados obtenidos con TIC e IAG para identificar ventajas y desventajas de ambas herramientas.

Las actividades de aprendizaje se organizaron en equipos colaborativos, ya fuera mediante sesiones en línea por *Zoom* o prácticas en el laboratorio de cómputo, alternando con encuentros plenarios donde los docentes y los propios estudiantes retroalimentaron. Se formaron tres grupos con cuatro integrantes y uno con cinco. Cada grupo fue presentando avances parciales con comentarios del profesorado y sus pares, culminando en un informe final.

El cuestionario fue validado con la prueba Alfa de Cronbach para la dimensión de habilidades tecnológicas que consta de ocho ítems, obteniendo un valor de $r = 0.740138$ y, podemos decir que el constructo muestra consistencia interna aceptable o muy bueno, por lo tanto, es confiable para su uso en el estudio.

RESULTADOS

El propósito de la exploración visual mediante las figuras fue lograr una comprensión general de la estructura de los datos en cada variable, para así facilitar el análisis. Esto permitió detectar posible ausencia de datos, falta de homogeneidad, tendencias, valores atípicos, variación, distribución, asimetría. La variable principal representada gráficamente fue la edad de los estudiantes, diferenciada por género.

EDA CON TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Se emplearon, principalmente, dos tipos de representaciones, el histograma y el diagrama de caja (*box plots*), siguiendo las sugerencias para variables cuantitativas discretas o continuas (De Los Heros-Rondenil, 2024). El histograma agrupa los valores en intervalos separados por el tiempo o la edad en el caso práctico que se presenta. Nos ayuda a representar visualmente la forma de la distribución de valores numéricos en intervalos (Lof-tus, 2021). Una debilidad de este tipo de figura es que, en general, los datos se muestran en intervalos de longitud variable (horizontal); además, las escalas son predeterminadas (vertical), que dificulta la comparación de gráficas cuando tienen tamaños diferentes. No se puede garantizar que los datos se distribuyan de forma uniforme y simétrica, que nos permita detectar desviaciones significativas de los valores esperados.

La primera actividad, tras la limpieza de la base de datos, fue que los estudiantes reflexionaran sobre los dos conceptos más importantes de la estadística: la *variabilidad* y la *distribución*. Se aplicó el enfoque EDA a través de la visualización de datos de variables cuantitativas continuas mediante histograma y *box plots*, empleando datos reales y herramientas tanto de software estadísticos como de IAG. Así, se retomaron los principios del diseño instruccional de Cobb y MacClain (2004), para fortalecer el pensamiento estadístico desde la práctica y el análisis colaborativo.

El histograma por género generado con *IBM-SPSS* muestra la distribución de las edades. Esta visualización resulta clave para identificar tanto la variabilidad dentro de los registros individuales (Lehrer et al., 2020), como la forma en que se distribuyen los valores. La intención principal es fortalecer el pensamiento estadístico a través de representaciones visuales (Cooper & Shore, 2008), dejando de lado estadísticas que podrían simplificar la descripción de estos conceptos importantes de la estadística (Loftus, 2021 p. 57).

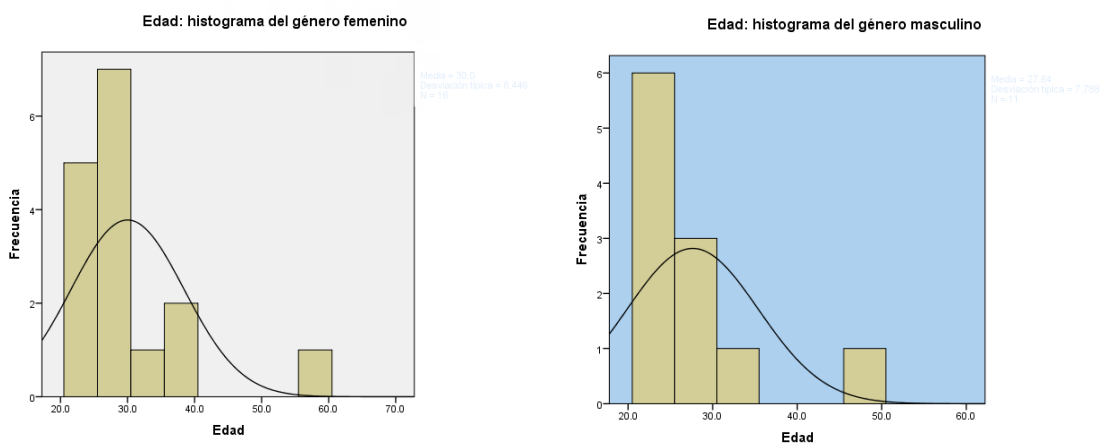
Al observar ambas figuras, es difícil determinar de inmediato que grupo de género presenta mayor variabilidad o dispersión en las edades; la mayoría de los grupos así lo percibió (tres de cuatro grupos). Sin embargo, al analizar con cuidado la escala vertical, se distinguen ciertas diferencias: en el histograma del género masculino la frecuencia más alta es seis, mientras que en el femenino la cifra es mayor. Además, el rango de edades en hombres abarca 60 unidades y en mujeres 70. A pesar de estos datos, hubo dudas entre los estudiantes para afirmar con certeza qué género mostraba mayor distribución o variabilidad.

Lo que parecía tener la misma escala y magnitud (Garfield & Ben-Zvi, 2005; Theus, 2008), en realidad no era así. En ese sentido, se observa que las limitaciones en la visualización impuestas por el software estadístico, como la escala y el rango, condicionan la interpretación de los resultados. Durante la retroalimentación docente, se invitó a los estudiantes a reflexionar sobre el área que abarcaba cada género en la gráfica: si consideramos tanto una mayor frecuencia (siete vs. seis) en el eje vertical, como un rango de edad más amplio (edad 20 a 60 vs. 20 a 50) en el eje horizontal, el género femenino sería la que registraría una mayor dispersión.

Uno de los conceptos que los estudiantes identifican con facilidad fue la moda. Es decir, la barra más alta del histograma, que representa el valor más frecuente de la variable. La debilidad estuvo en la interpretación: varios grupos sostuvieron que la moda representa a la *mayoría de los casos analizados* (Figura 1).

Figura 1

FCPyS-PUE: Histograma de la edad de estudiantes según género, 2022-2023



Nota. Calculado con IBM-SPSS. Fuente: Encuesta a estudiantes de la PUE-FCPyS-UNAM, 2022-2023.

La figura generada por *IBM-SPSS* incluye datos estadísticos como la media, la desviación estándar y el número de casos. Para el ejercicio, en esta primera fase, esa información no se compartió porque el objetivo era fortalecer el pensamiento estadístico en torno a la distribución y variabilidad de los datos, solo de manera visual (Cooper & Shore, 2008) y que corresponde al EDA.

En la experiencia presentada, se observa la variabilidad, tanto dentro de un grupo (histograma del género femenino), como entre grupos (comparación entre histograma de género femenino vs. el masculino), tal como lo mencionan Reading y Canada (2011). Diversos especialistas coinciden en que la variabilidad es un elemento central del razonamiento estadístico, por lo que identificarla resulta esencial para este proceso (Andrade-Escobar et al., 2021). Por ello, se impulsó que los estudiantes analizaran la distribución interna de cada grupo, evaluando el cambio en la frecuencia de cada barra, el valor numérico representado y la cantidad de barras en que se agrupan los datos (cinco, para el femenino; cuatro, para el masculino). Con esta precisión de los docentes, de manera intuitiva los grupos de estudiantes comenzaron a señalar que la probable mayor variabilidad correspondía al género femenino.

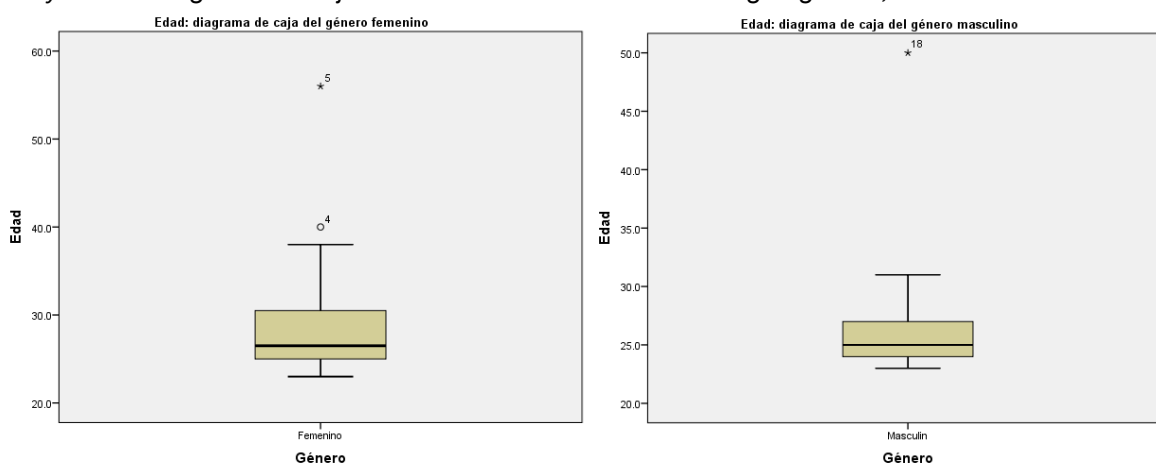
Las dudas surgidas al determinar qué grupo presentan mayor variabilidad revelan una comprensión “fragmentada, incompleta” de este concepto, a pesar de contar con la instrucción y de recibir retroalimentación (Koklu & Kaplan, 2023). Muchas veces se confía en las *nociones básicas de variabilidad*, como comparar solo los rangos, es decir, deducen a partir de los datos del eje horizontal, tal como evidenciaron en su investigación Cooper y

Shore (2008), enfocarse además del rango, solo en valores extremos, o valores más diversos (Koklu & Kaplan, 2023, p. 1244), sin comprender del todo cómo la distribución se relaciona con las frecuencias (alturas de las barras) y los valores mostrados en el eje horizontal (Cooper & Shore, 2008, p. 11).

La distribución, estrechamente relacionada con la variación, se refiere a como están organizados todos los datos de una variable y abarca su forma, tendencia central y dispersión (Andrade-Escobar et al., 2021). Analizarla de forma integral implica observar detenidamente el histograma o recurrir a otro tipo de gráficos que permita identificar, no solo la variación de la variable edad en sus distintos valores, sino también la manera en que se reparte. Por ello, se optó por utilizar el diagrama de cajas, como herramienta complementaria (Figura 2).

Figura 2

FCPyS-PUE: diagrama de caja de la edad de los estudiantes según género, 2022-2023



Nota. Calculado con IBM-SPSS. Fuente: Encuesta a estudiantes de la PUE-FCPyS-UNAM, 2022-2023.

Partimos que crear este tipo de gráfico requiere cinco medidas: valor mínimo, cuartil inferior, mediana, cuartil superior y valor máximo. Esta herramienta permite comparar visualmente medidas de tendencia central, posición (cuartiles), dispersión, asimetría (De Los Heros -Rondenil, 2024; Madrid et al., 2022). En ese sentido, el diagrama de caja es una herramienta que facilita el proceso de transnumeración (Wild & Pfannkuch, 1999), porque extrae y presenta información que no siempre es evidente en el conjunto de datos original.

Con el afán de continuar fortaleciendo el pensamiento estadístico, mediante las representaciones gráficas, se elaboró la figura sin incluir datos. Ubicar la mediana en la figura fue una tarea sencilla, sin embargo, reflexionar sobre la densidad de los datos que

es inversamente proporcional al tamaño de la caja (Edwards et al., 2017), la concentración alrededor de la media o que la mediana es el punto central de la distribución de los datos representó un mayor reto. Detectaron que la *caja* del género masculino es más pequeña que la femenina y como conocían que en esa caja se concentraba el 50% de los datos, expresaron que los valores en ese género eran menos dispersos, lo que revela, de nuevo, la comprensión fragmentada (Koklu & Kaplan, 2023) de los estudiantes respecto a conceptos de variación, distribución o densidad.

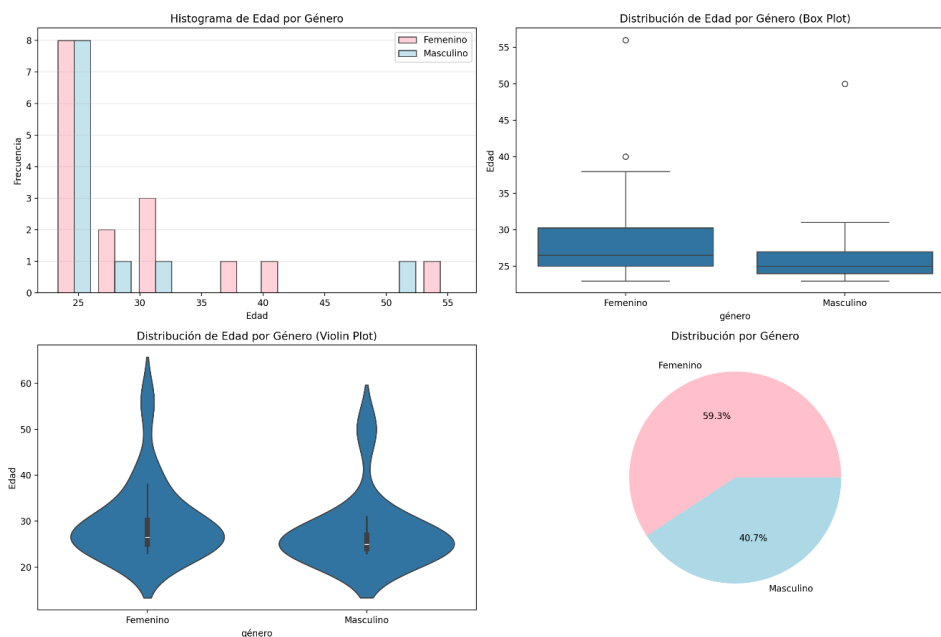
Cabe destacar que el cuartil inferior (bigote) no se consideró en los análisis, a pesar de que en ese segmento se encuentra representado el 25% de las observaciones. Los otros valores detectados rápidamente son los datos atípicos, los que no encuentran en la figura de cajas y bigotes, pero no las relacionan como factores de variabilidad. Con este gráfico sí hubo unanimidad para expresar que la mayor distribución y variabilidad correspondía al género femenino.

EDA CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

Para analizar la representación visual de los datos con IAG se utilizó *JuliusAI* (2025). En la Figura 3 podemos observar los resultados del histograma, *box plots* y otros gráficos por género. La forma como se construye el histograma permite identificar rápidamente quién tiene mayor dispersión y variabilidad (el grupo de género femenino). Para comparar ambos grupos se asegura la misma escala (Garfield & Ben-Zvi, 2005), de manera que se vaya comparando, no solo de manera vertical con cada barra, sino también el valor que representa en el eje horizontal. Otra característica que detectaron los estudiantes es la asimetría, observable en el sesgo hacia la derecha debido a los valores extremos de edad en ambos géneros.

Figura 3

FCPyS-PUE: frecuencia y porcentaje de estudiantes según género, 2022-2023



Nota. Elaborado con JuliusIA. Fuente: Encuesta a estudiantes de la PUE-FCPyS-UNAM, 2022-2023.

La revisión de los diagramas de caja por género también nos muestra que la mayor densidad (datos concentrados) se registra entre los hombres, caja de menor tamaño para el 50% de los datos, así como menor tamaño de los *bigotes* que representa a los cuartiles y nos señala la dispersión. Si bien es cierto que en ambos grupos hay datos atípicos, el de mayor valor extremo también se registra en el género femenino, lo que refuerza la conclusión de que en este grupo la variabilidad y la distribución son más amplias.

JuliusAI también proporciona la figura de *violín plot* que es una combinación de un diagrama de cajas y bigotes y un diagrama de densidad girado y colocado a cada lado, para mostrar la forma de distribución de los datos. De manera comparativa, la figura que representa al género femenino es de mayor tamaño, lo que implica una menor densidad (mayor dispersión) de los datos de edad en ese grupo y un mayor rango.

Una vez concluido el proceso de EDA mediante visualizaciones, se procedió al cálculo de las medidas de estadística descriptiva para confirmar las tendencias observadas en las gráficas o figuras. Hasta este punto, a los estudiantes se les proporcionaron las figuras o se les entregó un guía para elaborar histogramas con polígonos de frecuencia.

RESUMEN ESTADÍSTICO: DATA ANALYSIS DE EXCEL Y SHOW FORMULA BOT DE IAG

Durante el desarrollo de esta etapa se identificaron diversas debilidades que consideramos necesario señalar. La mayoría de los estudiantes no había utilizado TIC en su formación inicial de métodos cuantitativos y desconocían el uso de *Excel* y de otros softwares estadísticos. Además, registraron nula experiencia sobre el uso de IA para aplicarla en la materia. Por lo general, recurrían al uso individual de funciones estadísticas para obtener cada una de las medidas descriptivas.

La debilidad de los estudiantes en competencias digitales representa un reto importante para la enseñanza de la estadística apoyada en TIC e IAG. Dichas competencias comprenden los conocimientos, habilidades y actitudes necesarios para desenvolverse eficazmente en entornos digitales y de información (Ferrari, 2012), incluyendo desde habilidades básicas -como el manejo de hardware, teclados, pantallas táctiles y operaciones sencillas en línea (Unión Internacional de Telecomunicaciones [UIT], 2018), hasta habilidades intermedias o genéricas como la autoedición, el diseño gráfico digital y el análisis, visualización e interpretación de datos (De Los Heros-Rondenil et al., 2023; Sillat et al., 2021).

Dadas estas condiciones, se implementó una capacitación práctica intensiva orientada al manejo de *Excel*, promoviendo el uso de la función *complemento* para acceder a la herramienta *data analysis* o *análisis de datos*, así como la integración de aplicaciones y recursos de IAG para potenciar el análisis estadístico (Tabla 1).

Tabla 1

FCPyS-PUE: Parámetros de estadística descriptiva por género, 2022-2023

| Parámetro | Femenino | Masculino |
|---------------------------|----------|-----------|
| Media | 30.0 | 27.6 |
| Error típico | 2.1 | 2.3 |
| Mediana | 26.5 | 25.0 |
| Moda | 26 | 24 |
| Desviación estándar | 8.4 | 7.8 |
| Varianza de la muestra | 71.3 | 60.7 |
| Curtosis | 5.7 | 8.4 |
| Coefficiente de asimetría | 2.3 | 2.8 |
| Rango | 33 | 27 |

Tabla 1
FCPyS-PUE: Parámetros de estadística descriptiva por género, 2022-2023

| Parámetro | Femenino | Masculino |
|-----------|----------|-----------|
| Mínimo | 23 | 23 |
| Máximo | 56 | 50 |
| Suma | 480 | 304 |
| Cuenta | 16 | 11 |

Nota. Calculado con data analysis de *Excel*. Fuente: Encuesta a estudiantes de la PUE-FCPyS-UNAM, 2022-2023.

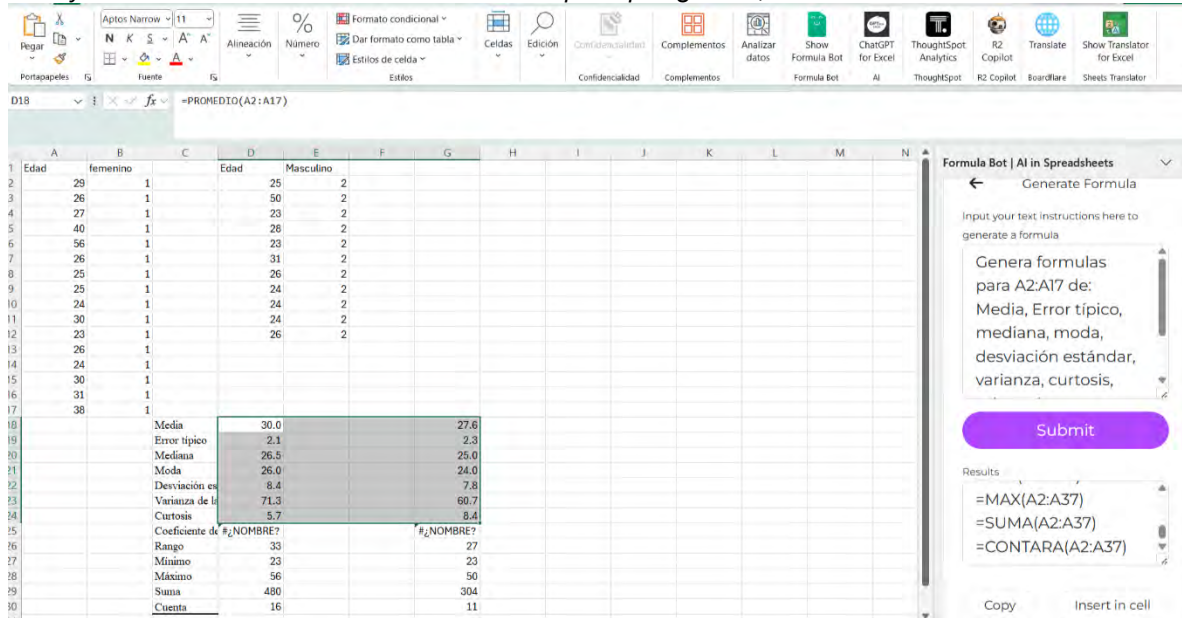
Los resultados de procesamiento en *Excel* se realizaron mediante el comando *datos*, *data analysis* y la función *estadística descriptiva*. Para el caso de IAG (*Show formula bot*), con el *prompt* “genera fórmulas para A2:A17 de ...cada medida de estadística descriptiva, ...”.

Como se puede apreciar en la Tabla 1 y la Figura 4, en ambos casos, los parámetros de estadística descriptiva coinciden (excepto en el caso de coeficiente de asimetría donde el *Show formula bot* no calculó correctamente), ya que ambos utilizaron la misma base de datos.

Estos resultados confirman que, tanto la variabilidad (desviación estándar de 8.4 respecto a 7.8 años), como la dispersión (rango de 33 años respecto a 27 años), son mayores en el grupo de género femenino. Además, la variable edad no muestra una distribución normal, ni es simétrica, lo que impide el uso de modelos lineales. Ambos grupos presentan asimetría positiva (sesgo a la derecha), lo que indica que el promedio de edad es mayor que la mediana y la moda. También se observa que los datos tienden a concentrarse alrededor de la media, ya que la curtosis es positiva (leptocúrtica).

Figura 4

FCPyS-PUE: Parámetros de estadística descriptiva por género, 2022-2023



Nota. Elaborado con *show formula bot*. Fuente: Encuesta a estudiantes de la PUE-FCPyS-UNAM, 2022-2023.

DISCUSIÓN

La fase práctica del análisis exploratorio de datos resulta fundamental, especialmente cuando los estudiantes trabajan activamente en la elaboración e interpretación de histogramas, polígono de frecuencia y *box plots*, ya sea de forma individual o colaborativa. Para facilitar este proceso, se proporcionaron instrucciones, guías, demostraciones y retroalimentación, incorporando principios de la teoría cognitiva del aprendizaje de Lovett y Greenhouse (2000) y elementos del diseño instruccional sugeridos por Reigeluth (1999).

Trabajar con datos reales, cercanos a la experiencia estudiantil, favorece la participación y el interés en la elaboración de figuras, la interpretación y la discusión tanto grupal con intergrupala, como sugieren Cobb y McClain (2004). Sin embargo, se detecta una debilidad al integrar herramientas TIC e IAG para procesar y analizar la información.

La visualización de datos a través de figuras del EDA resulta accesible, comprensible y útil para explorar la variabilidad y la forma de las distribuciones de variables cuantitativas en ciencias sociales, así como para identificar algunas medidas descriptivas. No obstante,

este proceso requiere competencias digitales específicas para el procesamiento e interpretación de los datos (Núñez et al., 2009).

Alcanzar una transición adecuada de las TIC a la IAG en la enseñanza de métodos cuantitativos exige un dominio intermedio de algún software estadístico. Este dominio debe incluir la capacidad para diseñar gráficos digitales, analizar, visualizar e interpretar datos (UIT, 2018). A su vez, esto implica reducir la brecha digital, garantizando al menos el acceso a internet, equipos de cómputo y recursos periféricos de TIC.

De acuerdo con la Encuesta Nacional Sobre Disponibilidad y Uso de la Información en los Hogares (INEGI-ENDUTIH, 2024), el acceso a internet en personas de 18 a 44 años alcanza en promedio el 95%, por lo que no representa un reto significativo para cumplir los requisitos mínimos antes mencionado. Sin embargo, el acceso a equipos de cómputo en los hogares mexicanos es menor: sólo el 43.9% cuenta con una. Un recurso alternativo y relevante es el teléfono celular, ya que el 81% de las personas mayores de seis años posee uno.

El manejo de software estadístico debería ser una prioridad en los cursos introductorios de métodos cuantitativos o estadística para las ciencias sociales, preferentemente mediante el uso de las TIC. Resultados de estudios muestran que quienes emplean estas herramientas durante su formación alcanzan mejores resultados que quienes dependen únicamente de libros de textos (Lane & Tang, 2000). Otra alternativa viable es fortalecer el conocimiento en el uso de *Excel*.

El EDA se facilita con la visualización de datos, gráficos de mayor resolución y otros tipos de gráficos más elaborados que provee la IA respecto de las TIC. Asimismo, resulta más sencillo solicitar cálculos de todos los parámetros de la estadística descriptiva a través de un *prompt*. Sin embargo, utilizar estos pedidos requiere conocimientos mínimos (en el ejemplo, el rango y la columna en que se encuentra la base de datos de la variable de interés) que el estudiante debe conocer para plantear las preguntas adecuadas y recabar la respuesta correcta. Asimismo, se sugiere que todos estos resultados deben corroborarse empleando técnicas complementarias.

CONCLUSIÓN

La manera como se abordó el análisis exploratorio de datos –primero mediante la visualización de histograma, histograma con polígono de frecuencia, *box plots*, y luego reforzando

la intuición de los estudiantes con parámetros de estadística descriptiva– contribuyó en el desarrollo del pensamiento estadístico de los estudiantes. Sin embargo, en las primeras aproximaciones para identificar conceptos como variabilidad y distribución, así como ciertas medidas estadísticas de la edad, se observó que la comprensión de estos conceptos clave aún resulta fragmentada.

Si bien la elaboración de figuras y tablas de frecuencia no presenta mayores dificultades para los estudiantes, existe una tendencia a interpretar de forma errónea las gráficas. Esto evidencia limitaciones tanto en la percepción como en la comprensión conceptual de la visualización de datos y su relación con los valores de las variables analizadas (Ali & Peebles, 2018). El nivel de razonamiento que predomina suele ser elemental, porque la mayoría de los estudiantes se limitan a ubicar información específica en los gráficos. En algunos casos, se logró identificar razonamiento intermedio, porque algunas personas pudieron vincular variables y tendencias reflejadas en las representaciones gráficas.

Persisten retos al tratar de identificar la forma y la variabilidad en la distribución de la variable edad según género. La moda es la medida estadística que se reconoce con mayor facilidad, aunque a menudo se interpreta erróneamente como *mayoría*, cuando en realidad solo representa el valor con mayor frecuencia. En el análisis se detectó que el género femenino presentaba una mayor variabilidad, especialmente al revisar las gráficas generadas por la IAG (*JuliusIA*). En ese sentido, el uso de herramientas de IAG facilita el análisis visual de los datos y fortalece el pensamiento estadístico.

El cálculo del resumen estadístico de las medidas descriptivas sigue siendo un área de gran dificultad, principalmente por el desconocimiento de comandos, funciones y complementos recientes de *Excel*, así como de otros paquetes de análisis de datos como *R*, *Python*, *IBM-SPSS* o *Stata*. Esta falta de familiaridad limita la operatividad tanto con TIC como con IAG en el trabajo con base de datos.

La experiencia de implementar esta práctica de enseñanza, en un contexto de transición entre TIC e IAG, permitió identificar un área de oportunidad clave: es necesario reforzar las competencias digitales de los estudiantes para que puedan incorporar adecuadamente IAG en la disciplina de métodos cuantitativos. Esto se puede lograr incorporando más horas de prácticas con software estadístico en los cursos introductorios de métodos cuantitativos para las ciencias sociales.

REFERENCIAS

- Ali, N., & Peebles, D. (2018). The Effect of Graphical Format and Instruction on the Interpretation of Three-Variable Bar and Line Graphs. En P. Chapman, G. Stapleton, A. Moktefi, S. Perez-Kriz, F. Bellucci (Eds.), *Diagrammatic Representation and Inference. Diagrams 2018. Lecture Notes in Computer Science, vol. 10871*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91376-6_39
- Andrade-Escobar, L., Fernández-Hernández, F., y Méndez-Reina, M. (2021). Exploración de la noción de distribución desde la variabilidad. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 49, 7390. <https://doi.org/10.17227/ted.num49-9233>
- Batanero, C. (2004). Los retos de la cultura estadística. *Yupana*, 1(1), 27–37. <https://doi.org/10.14409/yu.v1i1.238>
- Branson, Z., Paz Parral, M., & Yurko, R. (2024). The Landscape of College-level Data Visualization Courses, and the Benefits of Incorporating Statistical Thinking. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.16402>
- Cobb, P., & McClain, K. (2004). Principles of instructional design for supporting the development of students' statistical reasoning. En D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.) *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking*, pp. 375–396. Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, L., & Shore, F. S. (2008). Students' Misconceptions in Interpreting Center and Variability of Data Represented via Histograms and Stem-and-Leaf Plots. *Journal of Statistics Education*, 16(2), 1-12. <https://doi.org/10.1080/10691898.2008.11889559>
- De Los Heros-Rondenil, M. G., Solana-Villanueva, N., y Murillo-López, S. (2023). Brecha digital al inicio de la pandemia: el caso de docentes universitarios. En G. A. Enríquez Gutiérrez, J. C. Aguirre Salgado y C. B. Capetillo Medrano (Coords.), *Pandemia y educación por la mirada. Experiencias, investigaciones y ensayos* (pp. 117-142). Universidad Autónoma del Estado de Morelos y Universidad Autónoma de Zacatecas. <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/4131>
- De Los Heros-Rondenil, M.G. (2024). *Métodos y técnicas cuantitativas para las ciencias sociales. Aplicaciones con Excel, SPSS y R*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://ciid.politicas.unam.mx/www/libros/9786073089333.pdf>
- Edwards, T. G., Özgün-Koca, A. & Barr, J. (2017). Interpretations of Boxplots Helping Middle School Students to Think Outside the Box. *Journal of Statistics Education*, 25(1), 21-28. <https://doi.org/10.1080/10691898.2017.1288556>
- Ferrari, A. (2012). *Digital Competence in Practice: An Analysis of Frameworks*. JRC Technical Report. Institute for Prospective Technological Studies / Joint Research Centre / European Commission. <https://data.europa.eu/doi/10.2791/82116>
- Garfield, J. B., & Ben-Zvi, D. (2005). A framework for teaching and assessing reasoning about variability. *Statistics Education Research Journal*, 4(1), 92-99. <https://doi.org/10.52041/serj.v4i1.527>

- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. & Bond, A. (27 de marzo de 2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*. <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- INEGI-ENDUTIH. (2024). *Reporte de resultados 9/25 de la Encuesta Nacional Sobre Disponibilidad y Uso de la Información en los Hogares*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2025/endutih/ENDUTIH_24_RR.pdf
- Johannssen, A., Chukhrova, N., Schmal, F., & Stabenow, K. (2021). Statistical Literacy—Misuse of Statistics and Its Consequences. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 29(1), 54-62. [10.1080/10691898.2020.1860727](https://doi.org/10.1080/10691898.2020.1860727)
- Jones, D., & Scariano, S. M. (2014). Measuring the variability of data from other values in the set. *Teaching Statistics Trust*, 36(3), 93-96. <https://doi.org/10.1111/test.12056>
- JuliusAI (2025). *Julius*. Página web oficial de Julius. <https://julius.ai>
- Kadijevich, D. M., & Stephens, M. (2020). Modern Statistical Literacy, Data Science, Dashboards, and Automated Analytics and Its Applications. *The Teaching of Mathematics*, 23(1), 71–80. <https://teaching.matf.bg.ac.rs/vol/tm2318.pdf>
- Koklu, O., & Kaplan, J. J. (2023). Undergraduate Students' Use of Primitive Notions When Reasoning About Variability. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21, 1243-1264. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10293-3>
- Lane, D. M., & Tang, Z. (2000). Effectiveness of Simulation Training of Transfer of Statistical Concepts. *Journal of Educational Computing Research*, 22(4), 383-396. <https://doi.org/10.2190/W9GW-5M9C-UQVT-1E0R>
- Lehrer, R., Schäuble, L., & Wisittanawat, P. (2020). Getting a Grip on Variability. *Bulletin of Mathematical Biology*, 82(106), 1-26. <https://doi.org/10.1007/s11538-020-00782-3>
- Loftus, S. C. (2021). *Basic Statistics with R*. Elsevier Inc.
- Lovett, M. C., & Greenhouse, J. B. (2000). Applying Cognitive Theory to Statistics Instruction. *The American Statistician*, 54(3), 196-206. <https://doi.org/10.1080/00031305.2000.10474545>
- Lord, D., Qin, X., & Geedipally, S.R. (2021). Chapter 5—Exploratory analyses of safety data. En D. Lord, X. Qin, S. R. Geedipally (eds.), *Road safety analysis and modeling*, pp. 135-177. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816818-9.00015-9>
- Madrid, A. E., Valenzuela-Ruiz, S. M., Batanero, C., y Garzón-Guerrero, J. A. (2022). Interpretación del diagrama de caja por estudiantes universitarios de ciencias de la actividad física y deporte. *Educación Matemática*, 34(3), 275-300. <https://doi.org/10.24844/EM3403.10>
- Meloun, M. & Militky, J. (2011). *Statistical Data Analysis. A Practical Guide*. Woodhead.

- Muskan, Singh, G., Singh, J., & Prabha. C. (2022). Data Visualization and its Key Fundamentals: A Comprehensive Survey. *2022 7th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*. Coimbatore, India, 2022, pp. 1710-1714, <https://doi.org/10.1109/ICCES54183.2022.9835803>
- Núñez, F., Banet Hernández, E., y Cordón Aranda, R. (2009). Capacidades del alumnado de educación secundaria obligatoria para la elaboración e interpretación de gráficas. *Enseñanza de las ciencias*, 27(3), 447-462. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3654>
- Reading, C., & Canada, D. (2011). Teachers' Knowledge of Distribution. En C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (eds.), *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education*. Capítulo 23 (pp. 223-234). Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0>
- Reigeluth, C. M. (1999) (Ed.). *Instructional-Design Theories and Models. Volumen II. A new Paradigm of Instructional Theory*. Routledge.
- Sánchez, E., da Silva, C. B., & Coutinho, C. (2011). Teachers' Understanding of Variation. En C. Batanero, G. Burrill, C. Reading (eds.), *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education*. New ICMI Study Series, volumen 14. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_22
- Schwarz, J. (2025). The use of generative AI in statistical data analysis and its impact on teaching statistics at universities of applied sciences. *Teaching Statistics*, 47(2), 89-149. <https://doi.org/10.1111/test.12398>
- Sharma, S. (2017). Definitions and models of statistical literacy: a literature review. *Open Review of Educational Research*, 4(1), 118-133. <https://doi.org/10.1080/23265507.2017.1354313>
- Sillat, L. H., Tammets, K., & Laanpere, M. (2021). Digital Competence Assessment Methods in Higher Education: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 11(8), 1-13. <https://doi.org/10.3390/educsci11080402>
- Snee, R. D. (1999). Discussion: Development and Use of Statistical Thinking: A New Era. *International Statistical Review*, 67(3), 255-258. <https://doi.org/10.2307/1403703>
- Theus, M. (2008). High-dimensional Data Visualization. En C. Chun-houh Chen, W. Härdle & A. Unwin (Eds.), *Handbook of Data Visualization*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-33037-0_7
- UIT. (2018). *Portada de conjunto de herramientas para las habilidades digitales*. Unión Internacional de Telecomunicaciones. https://www.itu.int/en/ITU-D/Digital-Inclusion/Documents/Digital-Skills-Toolkit_Spanish.pdf
- Unwin, A. (2010). Exploratory Data Analysis. En *International Encyclopedia of Education* (Third Edition), pp. 156-161. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.01327-0>
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>
- Wild, C. J. (2006). The concept of distribution. *Statistics Education Research Journal*, 5(2), 10-26. <https://doi.org/10.52041/serj.v5i2.497>

07.

EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA PARA EL SEGUIMIENTO ACADÉMICO Y LA PERSONALIZACIÓN DEL APRENDIZAJE

HÉCTOR ABELARDO SOLIS BAUTISTA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

ORCID: 0009-0008-1254-6242

ANABELEM SOBERANES MARTÍN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

ORCID: 0000-0002-1101-8279

MAGALLY MARTÍNEZ REYES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

ORCID: 0000-0002-2643-6748

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) ha emergido como una tecnología transformadora en diversos sectores, incluyendo la educación. Su capacidad para generar contenido personalizado y adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes ha abierto nuevas oportunidades para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Rama, 2023). Esta tecnología permite la creación de materiales educativos adaptativos y la automatización de tareas administrativas, facilitando una educación más inclusiva y eficiente (García-Peñalvo, 2024).

Uno de los modelos pedagógicos más influyentes en la personalización del aprendizaje es el *Mastery Learning* (Álvarez, 2023) propuesto por Bloom, que enfatiza la necesidad de que los estudiantes dominen completamente un tema antes de avanzar al siguiente (Bloom, 1968). Este enfoque se basa en la premisa de que, con el tiempo y los recursos adecuados, todos los estudiantes pueden alcanzar un alto nivel de comprensión (Guskey, 2020). Sin embargo, su implementación tradicional ha sido desafiante debido a la necesidad de proporcionar retroalimentación constante y materiales adaptados a cada estudiante (Anderson & Krathwohl, 2021).

La integración de la IAG con el enfoque de *Mastery Learning* ofrece una solución innovadora a estos desafíos. Mediante modelos avanzados de procesamiento de lenguaje natural, como los desarrollados por *OpenAI* (2023), es posible crear plataformas que evalúan automáticamente el progreso de los estudiantes, generan materiales de estudio personalizados y proporcionan retroalimentación en tiempo real (AL-Smadi, 2023). Esto no solo reduce la carga de trabajo de los docentes, sino que también permite a los estudiantes recibir un apoyo continuo y adaptado a sus necesidades específicas (García-Peñalvo, 2024).

Este artículo presenta el desarrollo de una plataforma web basada en IAG, construida utilizando *CodeIgniter* y el API de *OpenAI*, diseñada para mejorar el seguimiento académico y la personalización del aprendizaje (Luckin, 2017). La plataforma permite evaluar el nivel de dominio de los estudiantes en diferentes temas, sugerir recursos y ejercicios personalizados según su rendimiento, y proporcionar a los docentes herramientas de monitoreo y análisis de desempeño en tiempo real (Rama, 2023).

El objetivo principal de este estudio fue analizar cómo la combinación de IAG y el enfoque de *Mastery Learning* puede mejorar la retención del conocimiento, optimizar la enseñanza y promover una educación más inclusiva y adaptativa. A través de un estudio experimental con estudiantes de nivel medio superior, se evaluó la efectividad del sistema en términos de aprendizaje adaptativo, rendimiento académico y autonomía estudiantil (AL-Smadi, 2023).

En un contexto donde la educación enfrenta desafíos como la diversidad en los ritmos de aprendizaje, la sobrecarga docente y la necesidad de metodologías más dinámicas, la adopción de tecnologías emergentes como la IAG representa un avance significativo hacia un modelo educativo más eficiente y equitativo (García-Peñalvo, 2024).

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Para este trabajo de investigación, se implementó un sistema de evaluación adaptativo que genera preguntas alineadas con cada nivel de la taxonomía. La IAG producirá preguntas que aborden desde la simple memorización hasta la creación de contenido, garantizando una evaluación integral del aprendizaje del estudiante. Este enfoque permite diseñar actividades de aprendizaje que promuevan el pensamiento crítico y la creatividad (Álvarez, 2023).

Para evaluar la efectividad de la plataforma web basada en IAG en el seguimiento académico y la personalización del aprendizaje, se empleó un diseño cuasi-experimental. Este diseño permitió comparar el desempeño académico y la experiencia de aprendizaje entre dos grupos de estudiantes de nivel medio superior: uno que utilizó la plataforma con IAG y otro que siguió un modelo de aprendizaje tradicional (Sadin, 2024).

El estudio adoptó un diseño cuasi-experimental con un grupo experimental y un grupo de control, sin asignación aleatoria de los participantes. Se estableció este método para identificar las diferencias en el aprendizaje entre los estudiantes que utilizaron la plataforma con IAG y aquellos que siguieron un método tradicional de evaluación (Reyes, 2022).

El grupo experimental estuvo compuesto por estudiantes que utilizaron la plataforma web con IAG, la cual proporcionó retroalimentación inmediata, preguntas de evaluación adaptadas y materiales de aprendizaje personalizados. Por otro lado, el grupo de control siguió un modelo tradicional de enseñanza y evaluación, en el que los docentes generaron manualmente las preguntas y proporcionaron retroalimentación sin el uso de IA. El estudio tuvo una duración de dos sesiones de dos horas cada una y contó con la participación de 90 estudiantes de nivel medio superior, distribuidos entre los dos grupos.

1. SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Se seleccionaron dos grupos de estudiantes, cada uno compuesto por 45 participantes, para un total de 90 estudiantes. Estos grupos fueron conformados por alumnos de nivel medio superior pertenecientes a carreras afines a la tecnología. Se aseguró que ambos grupos tuvieran características académicas similares, considerando su promedio de calificaciones y conocimientos previos en el área. Además, se garantizó que todos los estudiantes tuvieran acceso a materiales de estudio equivalentes, diferenciándose únicamente en el uso de la IAG como herramienta de evaluación y personalización del aprendizaje en el grupo experimental.

2. EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA PREVIA (PRETEST)

Antes de la intervención, se aplicó una prueba diagnóstica inicial o T0, diseñada para evaluar el nivel de conocimientos previos de los estudiantes en los temas de estudio. La prueba incluyó preguntas de opción múltiple, ejercicios prácticos y problemas de análisis alineados con la Taxonomía de Bloom (Álvarez, 2023), con el propósito de medir habilidades de memorización, comprensión, aplicación y análisis. Los resultados obtenidos

en esta evaluación permitieron establecer una línea base de comparación entre el grupo experimental y el grupo de control, facilitando el análisis de mejoras en el aprendizaje tras la implementación de la IAG

3. IMPLEMENTACIÓN DE LA PLATAFORMA EN EL GRUPO EXPERIMENTAL

Los estudiantes del grupo experimental utilizaron la plataforma, la cual generó preguntas aleatorias y adaptativas según el desempeño del estudiante. Además, se les proporcionó retroalimentación inmediata con materiales personalizados, y los docentes pudieron monitorear el desempeño académico a través de estadísticas de interacción con la plataforma. Mientras tanto, el grupo de control continuó con métodos de enseñanza tradicionales sin el uso de IAG.

4. EVALUACIÓN POST-INTERVENCIÓN (POSTEST)

Al finalizar el período de intervención, se aplicaron varias pruebas finales (postests), denominadas T1 hasta Tn, a ambos grupos con el fin de medir progresivamente el aprendizaje adquirido después del uso de la plataforma. Estas evaluaciones permitieron observar cómo evolucionó el conocimiento y las habilidades adquiridas por los estudiantes a lo largo del proceso. De las pruebas T1, a la prueba final (Tn), si bien mantuvieron los mismos temas y el mismo nivel de complejidad que el pretest inicial (T0), no fueron idénticas, ya que fueron diseñadas con preguntas reformuladas y ejercicios que presentaron diferentes enfoques y contextos para su resolución.

Durante la intervención, los estudiantes participaron en múltiples iteraciones de evaluación y retroalimentación, permitiendo que cada alumno avanzara a su propio ritmo. La IAG ajustó dinámicamente la dificultad de las preguntas y proporcionó materiales adicionales según el desempeño individual. Por esta razón, algunos estudiantes requirieron un mayor número de iteraciones para alcanzar el nivel adecuado (llegando a diferentes momentos de evaluación), mientras que otros avanzaron más rápido con menos repeticiones, justificando así la necesidad de utilizar múltiples postests (T1, T2, ..., Tn).

Para asegurar la equidad y profundidad en la evaluación del aprendizaje, la IAG generó preguntas que abordaban los mismos conceptos clave desde diferentes perspectivas, evaluando así la comprensión del estudiante más allá de la simple memorización. Además, se modificaron contextos y presentaciones en los ejercicios, permitiendo que los estudiantes aplicaran sus conocimientos de forma flexible y auténtica, evitando respuestas repetitivas.

Este proceso contó con la supervisión constante del profesor, quien revisó y validó las preguntas y ejercicios generados, asegurando que la evaluación mantuviera coherencia pedagógica y alineación con los objetivos educativos planteados. Finalmente, se compararon los resultados obtenidos en el pretest inicial (T0) y los sucesivos postests (T1 hasta Tn), para determinar mejoras significativas en la retención del conocimiento, la capacidad analítica, y la habilidad para aplicar conceptos en nuevos contextos y situaciones.

5. MEDICIÓN DE LA EXPERIENCIA Y SATISFACCIÓN DEL USUARIO

Se aplicaron encuestas a los estudiantes y docentes para evaluar la usabilidad de la plataforma y la percepción sobre la IAG como herramienta de aprendizaje. También se realizaron entrevistas estructuradas con docentes, con el objetivo de analizar cómo la IAG optimizó su proceso de evaluación y seguimiento.

Para evaluar el impacto de la plataforma en el aprendizaje, se emplearon los siguientes instrumentos:

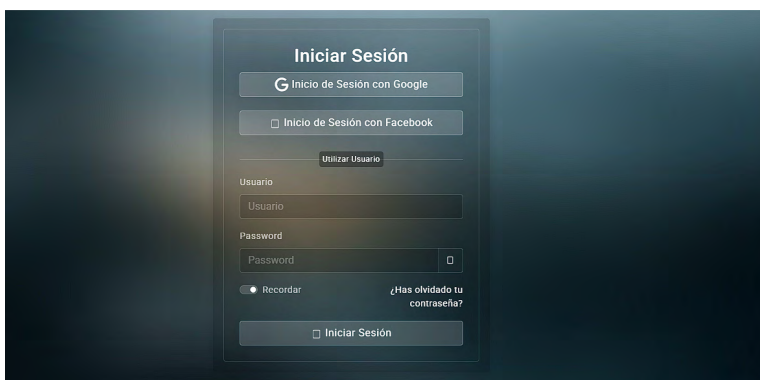
- Se aplicaron exámenes diseñados para medir el conocimiento antes y después de la implementación de la plataforma.
- Se recopilaron datos cuantitativos sobre el número de preguntas respondidas, el uso de la retroalimentación y la consulta de materiales sugeridos por la IA.
- Se aplicaron cuestionarios a estudiantes y docentes para medir su percepción sobre la utilidad, facilidad de uso y efectividad de la IAG en la personalización del aprendizaje.
- Se realizó un análisis cualitativo para explorar la opinión de los docentes sobre la automatización del proceso de evaluación y la personalización del aprendizaje mediante IAG.

RESULTADOS O ANÁLISIS DETALLADO

El sistema de evaluación adaptativo basado en IAG fue diseñado para personalizar la enseñanza y evaluar el aprendizaje en distintas áreas del conocimiento, permitiendo que cada estudiante avanzara a su propio ritmo. La plataforma comenzó con un proceso de inicio de sesión donde, según las credenciales del usuario, se presentan diferentes apartados específicos para estudiantes y docentes (Figura 1).

Figura 1

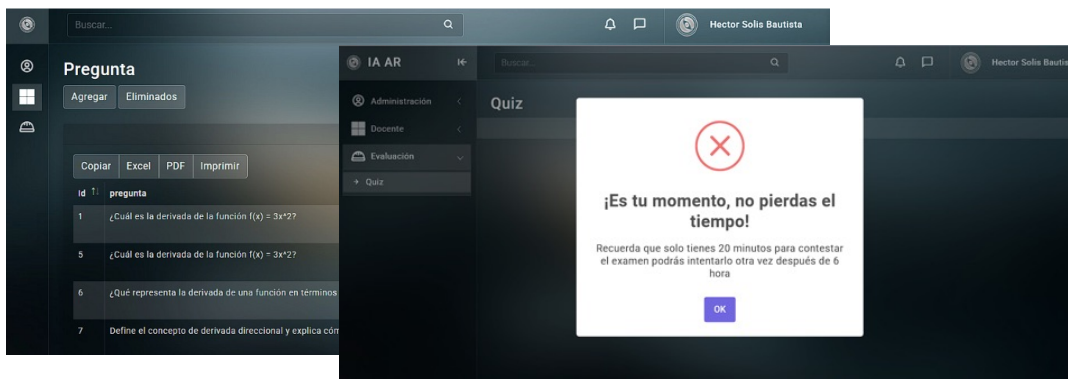
Inicio de sesión de la plataforma



En el caso del docente, el sistema contó con secciones especializadas que permitieron la creación de contenidos educativos orientados a áreas como matemáticas, electrónica e ingeniería. El docente pudo generar bases de preguntas alineadas a diferentes niveles de complejidad, apoyado por la IAG, que facilitó la redacción precisa, tanto de preguntas como de respuestas. Asimismo, el docente tuvo la posibilidad de cargar material adicional específico para cada tema y mantener interacciones mediante un *chat* asistido por IAG para resolver dudas o brindar aclaraciones adicionales (Figura 2).

Figura 2

Preguntas y respuestas mensaje de inicio de evaluación Tn

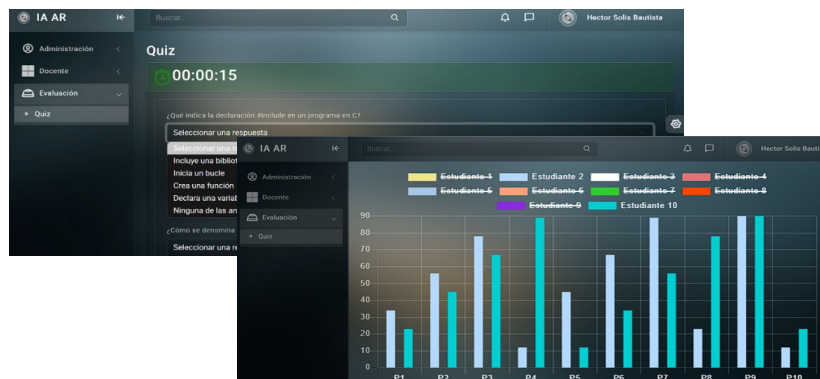


Por otro lado, la plataforma destinada a estudiantes presentó una estructura adaptativa que iniciaba con una evaluación diagnóstica o pretest T0. En esta fase, los alumnos resolvieron ejercicios y preguntas generadas dinámicamente por la IA, abarcando desde

conceptos básicos hasta problemas complejos, siguiendo la taxonomía de Bloom. Dependiendo del desempeño individual, el sistema generó múltiples intervenciones progresivas T1, T2, ... Tn, ajustando la complejidad y ofreciendo retroalimentación específica hasta asegurar la comprensión sólida del contenido (Figura 3).

Figura 3

Evaluación de los alumnos y respuesta para pretest



Durante la intervención educativa, la IA generativa ajustó iterativamente la complejidad de las preguntas, garantizando un aprendizaje personalizado y permitiendo que estudiantes avanzados progresaran rápidamente, mientras que aquellos que requerían apoyo adicional recibieran más ejercicios y retroalimentación focalizada en sus necesidades particulares.

Para evaluar la efectividad de la plataforma web basada en IAG en comparación con un método de enseñanza tradicional, se llevó a cabo un análisis estadístico utilizando ANOVA de un factor. Este análisis permitió determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en los puntajes de evaluación entre los dos grupos: experimentales estudiantes que usaron IAG y el de control con estudiantes que usaron métodos tradicionales de aprendizaje (Montgomery, 2019).

El análisis de varianza (ANOVA) arrojó los siguientes valores:

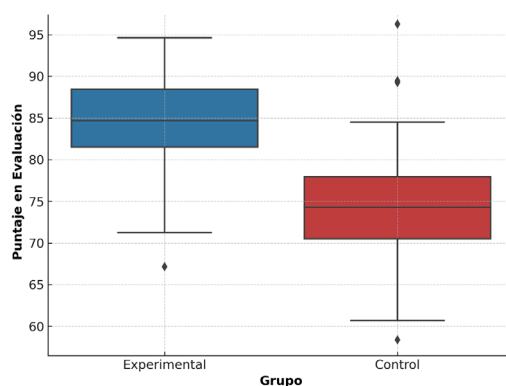
F-Statistic: 118.89.

p-Value: 1.34e-18.

Dado que el p-valor es significativamente menor que 0.05, se puede concluir que existen diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes de los estudiantes que utilizaron la plataforma con IAG y aquellos que siguieron el método tradicional. Los resultados mostraron que los estudiantes del grupo experimental con IAG obtuvieron un puntaje promedio mayor ≈ 85 en comparación con el grupo control ≈ 75 . Además, la dispersión de los datos en el grupo experimental fue menor, lo que indica que el rendimiento de los estudiantes fue más consistente y homogéneo (Figura 4).

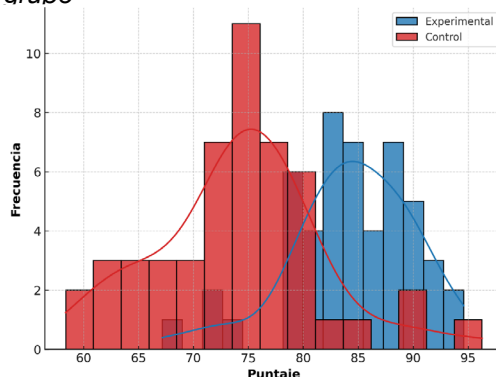
Figura 4

Características de puntajes del grupo experimental y del grupo control



Se observa que la mediana de los puntajes en el grupo experimental es mayor que en el de control. La variabilidad en el grupo experimental es menor, lo que indica una mejora más uniforme en los estudiantes que usaron la plataforma con IAG. Estos resultados coinciden con estudios previos sobre el impacto de la personalización del aprendizaje mediante tecnologías adaptativas, donde se ha encontrado que los sistemas basados en IAG pueden reducir la variabilidad del desempeño estudiantil al proporcionar materiales y ejercicios ajustados a las necesidades individuales de cada alumno (Ellikkal & Rajamohan, 2025; Nguyen et al., 2022).

Se aprecia una diferencia clara en la distribución de los puntajes, con una mayor concentración de valores altos en el grupo experimental. El grupo control muestra una mayor dispersión y menor rendimiento promedio, lo que concuerda con investigaciones previas que sugieren que los métodos de enseñanza tradicionales pueden generar brechas de aprendizaje debido a la falta de adaptabilidad en la instrucción (Hattie, 2009; Popenici & Kerr, 2017) (Figura 5).

Figura 5*Distribución de puntajes por grupo*

Los resultados obtenidos mediante ANOVA, como se observa en los datos, respaldan la hipótesis de que la IAG mejora significativamente el aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes. Estudios previos han demostrado que los sistemas de tutoría inteligentes y los modelos de evaluación adaptativa basados en IA pueden mejorar la retención del conocimiento y la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes, al proporcionar comentarios instantáneos y ajustar la dificultad de las tareas de acuerdo con el progreso individual del usuario (Heffernan & Heffernan, 2014).

La personalización del aprendizaje y la retroalimentación adaptativa permitieron que los estudiantes del grupo experimental tuvieran una mayor retención del conocimiento y un mejor desempeño en las evaluaciones. Investigaciones recientes han destacado que la combinación de IAG con enfoques pedagógicos como el *Mastery Learning* (Bloom, 1968) puede ser altamente efectiva en la educación superior, al garantizar que los estudiantes alcancen un dominio completo antes de avanzar a niveles más complejos (Ferguson & Clow, 2017).

Este análisis muestra que la implementación de IAG en el seguimiento académico y la personalización del aprendizaje es una herramienta eficaz para la educación superior, optimizando la enseñanza y facilitando la evaluación continua. La evidencia empírica respalda que los entornos de aprendizaje potenciados por IAG pueden mejorar la experiencia educativa al reducir la carga cognitiva de los docentes, automatizar procesos de evaluación y proporcionar análisis predictivos sobre el desempeño académico de los estudiantes (Schmid et al., 2024). Además, la integración de modelos de aprendizaje automático en la educación permite identificar patrones en el aprendizaje de los estudiantes, permitiendo intervenciones pedagógicas más efectivas y oportunas (Baker, 2016; Luckin, 2017).

El diseño cuasi-experimental permitió medir de manera objetiva el impacto de la IAG en el seguimiento académico y la personalización del aprendizaje. Gracias a la comparación entre los dos grupos, se pudo determinar que:

- El uso de IAG optimizó la evaluación académica, reduciendo la carga de trabajo de los docentes.
- Los estudiantes del grupo experimental mostraron mejoras significativas en la retención del conocimiento, gracias a la personalización del aprendizaje.
- Los docentes pudieron monitorear de manera más efectiva el desempeño de los estudiantes, gracias a la generación automática de reportes de seguimiento.

DISCUSIÓN CON IMPLICACIONES EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

El uso de IAG en el ámbito educativo ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la personalización del aprendizaje y la evaluación del desempeño académico. Los resultados obtenidos en este estudio reflejan que la integración de IAG con la metodología *Mastery Learning*, de Bloom, no solo optimiza la enseñanza, sino que también promueve la autonomía del estudiante, un factor clave en la educación (Solis et al., 2024).

Uno de los principales beneficios observados fue la capacidad de la plataforma para generar preguntas adaptativas y retroalimentación inmediata, lo que permitió a los estudiantes progresar a su propio ritmo. Este enfoque es especialmente relevante en la educación superior y media superior, donde los alumnos provienen de contextos académicos diversos y con distintos niveles de preparación previa. Al ofrecer un aprendizaje adaptativo, la IAG ayuda a cerrar brechas de conocimiento y a garantizar que todos los estudiantes alcancen un nivel de comprensión sólido antes de avanzar (Padilla & Martín, 2024).

Desde la perspectiva docente, la implementación de la IA-G representó una reducción significativa en la carga de trabajo asociada con la creación y evaluación de exámenes. En la educación superior y media superior, donde los profesores manejan grandes volúmenes de estudiantes y múltiples asignaturas, esta automatización permite enfocar el tiempo en actividades de mayor valor agregado, como la mentoría académica y el desarrollo de estrategias pedagógicas más efectivas. Además, el análisis en tiempo real de los resultados y la identificación de patrones de aprendizaje facilita la detección temprana de dificultades,

permitiendo intervenciones oportunas para mejorar el rendimiento estudiantil (Padilla & Martín, 2024).

No obstante, a pesar de los beneficios, existen desafíos que deben considerarse para su implementación a gran escala en universidades e instituciones de educación superior. Uno de los principales retos es la resistencia al cambio por parte de docentes y estudiantes, quienes pueden percibir la automatización de evaluaciones como una posible pérdida del papel del profesor en el proceso de enseñanza. Para mitigar esto, es necesario capacitar a los docentes en el uso de IAG y demostrar cómo esta herramienta complementa, en lugar de reemplazar, sus funciones pedagógicas (García & Peñafiel, 2025).

La IAG aplicada a la educación superior representa una innovación con alto potencial de impacto, al permitir aprendizajes más personalizados, optimizar la enseñanza y mejorar la evaluación del desempeño estudiantil. No obstante, su adopción exitosa requiere capacitación docente, desarrollo de políticas de privacidad y una planificación estratégica que asegure su implementación ética y efectiva en las instituciones educativas (Padilla & Martín, 2024).

La implementación de IAG en la educación requiere un enfoque ético riguroso para garantizar la protección de datos, la equidad en la evaluación y la transparencia en su uso. En este estudio, se obtuvo el consentimiento informado de los participantes, asegurando su voluntariedad y confidencialidad. Además, se aplicaron protocolos para hacer anónimos los datos, evitando el almacenamiento innecesario de información personal. La transparencia fue un eje central, proporcionando a docentes y estudiantes explicaciones claras sobre el funcionamiento de la IA y su impacto en la personalización del aprendizaje. Se supervisó que los modelos algorítmicos evitaran sesgos o discriminación, garantizando una evaluación justa para todos los estudiantes (García & Peñafiel, 2025).

Para asegurar una integración responsable, los docentes mantuvieron el control y validación final de las evaluaciones generadas por IA, evitando una dependencia excesiva de la tecnología en los procesos de aprendizaje. Se brindó capacitación docente para maximizar los beneficios de la IA, promoviendo su uso como una herramienta de apoyo más que como un reemplazo de la enseñanza tradicional. Finalmente, el estudio cumplió con normativas internacionales de protección de datos y regulaciones académicas, priorizando la seguridad, equidad y ética en la aplicación de la IAG en la educación superior (Padilla Piernas & Martín-García, 2024).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio demostró que la implementación de IAG en el seguimiento académico y la personalización del aprendizaje mejoró significativamente la retención del conocimiento y el desempeño estudiantil. A través del análisis comparativo entre el grupo experimental y el grupo de control se evidenció que los estudiantes que utilizaron la plataforma con IAG obtuvieron puntajes más altos en sus evaluaciones, reflejando una mayor comprensión de los contenidos.

Asimismo, la IAG optimizó la retroalimentación académica, permitiendo que los estudiantes recibieran respuestas inmediatas y materiales personalizados según sus necesidades. Esto facilitó la autonomía en el aprendizaje, reduciendo la dependencia de la instrucción tradicional y promoviendo un enfoque más adaptativo.

Desde la perspectiva docente, la automatización de preguntas y evaluaciones mediante IAG representó una reducción significativa en la carga de trabajo, permitiendo que los educadores enfocaran su tiempo en la mentoría académica y la personalización de estrategias pedagógicas. Además, la capacidad de la IAG para monitorear el rendimiento de los estudiantes en tiempo real brindó herramientas más eficaces para la detección temprana de dificultades de aprendizaje.

A pesar de los beneficios, se identificaron desafíos clave en la implementación de esta tecnología en educación superior. Entre ellos, se destacó la necesidad de capacitar a los docentes en el uso adecuado de IA, la importancia de establecer regulaciones claras sobre la privacidad de los datos estudiantiles y la posible resistencia al cambio por parte de algunos actores educativos.

En conclusión, la IAG, combinada con la metodología *Mastery Learning*, de Bloom, representa una innovación efectiva en la educación personalizada. Su aplicación en entornos educativos puede contribuir a cerrar brechas de aprendizaje, mejorar la evaluación académica y fortalecer el aprendizaje adaptativo. Sin embargo, su adopción debe ser planificada, supervisada y ajustada continuamente para maximizar sus beneficios y mitigar posibles riesgos.

A partir de la experiencia desarrollada con la aplicación de la IAG y la metodología *Mastery Learning*, de Bloom, se derivan diversas recomendaciones orientadas a mejorar y optimizar futuras implementaciones educativas. Estas sugerencias buscan asegurar una adopción efectiva, ética y pedagógicamente coherente de la IAG en contextos académicos:

- Capacitación docente y sensibilización sobre IAG: Se recomienda que las instituciones educativas capaciten a los docentes en el uso de IAG para la evaluación y personalización del aprendizaje. Es fundamental que los profesores comprendan cómo interpretar y ajustar las sugerencias de la IAG para integrarlas eficazmente en su práctica pedagógica.
- Garantizar la transparencia y la ética en el uso de la IAG: La implementación de IAG en educación debe ir acompañada de protocolos claros sobre privacidad y manejo de datos. Es fundamental establecer marcos regulatorios que protejan la información personal de los estudiantes y aseguren que la IAG no introduzca sesgos en la evaluación académica.
- Integración gradual de la IAG en el currículo educativo: Para evitar una transición abrupta, se recomienda una implementación progresiva de la IAG, comenzando con proyectos piloto y ajustando la plataforma en función de los resultados obtenidos.
- Fomentar un uso equilibrado de la IAG: Debe ser utilizada como una herramienta de apoyo, no como un sustituto del docente. Es crucial diseñar estrategias pedagógicas que fomenten el pensamiento crítico, la creatividad y la interacción humana, combinando la tecnología con metodologías tradicionales.
- Desarrollo de modelos de IAG multimodal: Se recomienda ampliar el alcance de la IAG mediante la incorporación de modelos multimodales, capaces de evaluar, no solo respuestas textuales, sino también habilidades prácticas mediante el análisis de video, voz o interacciones en entornos de realidad aumentada.
- Monitoreo continuo del impacto educativo de la IAG: Es fundamental realizar evaluaciones periódicas para medir el impacto de la IAG en el rendimiento estudiantil y la satisfacción de los docentes. Los datos obtenidos deben servir para ajustar los algoritmos de personalización y mejorar la experiencia de aprendizaje.
- Promoción de la investigación sobre IAG en educación: Se sugiere continuar con investigaciones que analicen el largo plazo de la IAG en educación superior. Estudios futuros pueden enfocarse en comparaciones interinstitucionales, optimización de algoritmos de evaluación y análisis de las implicaciones socioeducativas de la automatización en la enseñanza.

La IAG tiene un gran potencial para transformar la educación superior, brindando nuevas formas de evaluación personalizada, aprendizaje adaptativo y optimización del tra-

bajo docente. Su correcta implementación puede mejorar significativamente el rendimiento estudiantil y la equidad en el acceso a la educación de calidad. Sin embargo, para maximizar sus beneficios, es necesario que las instituciones educativas desarrollen estrategias integrales de adopción, establezcan regulaciones éticas y promuevan la formación docente en el uso responsable de esta tecnología.

En este sentido, la IAG no debe verse como una herramienta aislada, sino como parte de un ecosistema educativo dinámico y en constante evolución, donde la tecnología, la pedagogía y la interacción humana se complementen para garantizar un aprendizaje significativo, equitativo y de alta calidad.

REFERENCIAS

- AL-Smadi, M. (2023). ChatGPT and Beyond: The Generative AI Revolution in Education. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2311.15198>
- Álvarez, J. (2023). *Dominando la Taxonomía de Bloom: Un Manual para la Creación de Contenidos Educativos Efectivos*. Autopublicación en Kindle Edition.
- Anderson, L., & Krathwohl, D. (2021). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Baker, R. S. (2016). Stupid Tutoring Systems, Intelligent Humans. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 600–614. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0105-0>
- Bloom, B. S. (1968). Learning for mastery. *Evaluation Comment*, 1(2), 1–12. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED053419.pdf>
- Ellikkal, A., & Rajamohan, S. (2025). Aprendizaje personalizado con IA: Empoderando a los estudiantes de administración para mejorar su participación y rendimiento académico. *VILAKSHAN - XIMB Journal of Management*, 22(1), 28–44. <https://doi.org/10.1108/XJM-02-2024-0023>
- Ferguson, R., & Clow, D. (2017). Where is the evidence?: a call to action for learning analytics. *Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference* (pp. 56-65). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3027385.3027396>
- García-Peñalvo, F. J. (2024). Inteligencia artificial generativa y educación: Un análisis desde múltiples perspectivas. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 25, e31942. <https://doi.org/10.14201/eks.31942>
- García-Delgado, Y. M., Peñafiel-Zamora, M. G., Verdezoto-Arias, M. I., Muentes-Holguín, M. L., y García-Laines, G. Y. (2024). La inteligencia artificial en la educación. *Boletín Científico Ideas Y Voces*, 4(3), 502–519. <https://doi.org/10.60100/bciv.v4i3.186>

- Guskey. (2020). *Thomas Guskey on mastery learning*. Corwin Press.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of 800+ meta-analyses on achievement*. Routledge.
- Heffernan, N. T., & Heffernan, C. L. (2014). The ASSISTments Ecosystem: Building a Platform that Brings Scientists and Teachers Together for Minimally Invasive Research on Human Learning and Teaching. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24, 470–497. <https://doi.org/10.1007/s40593-014-0024-x>
- Luckin, R. (2017). Towards artificial intelligence-based assessment systems. *Nature Human Behaviour*, 1, 0028. <https://doi.org/10.1038/s41562-016-0028>
- Montgomery, D. (2019). *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley & Sons.
- Nguyen, A., Tuunanen, T., Gardner, L., & Sheridan, D. (2020). Design principles for learning analytics information systems in higher education. *European Journal of Information Systems*, 30(5), 541–568. <https://doi.org/10.1080/0960085X.2020.1816144>
- OpenAI. (10 de noviembre de 2023). *OpenAI Documentation*. Página web oficial de OpenAI. <https://www.openai.com/>
- Padilla Piernas, J. M., & Martín-García, M. del M. (2024). Impacto y Perspectivas de la Inteligencia Artificial Generativa en la Educación Superior: Un Estudio sobre la Percepción y Adopción Docente usando el modelo AETGE/GATE. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–21. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-595>
- Popenici, S. A. D., & Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(22). <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>
- Rama, V. (2023). Disrupción digital, universidad 4.0 e Inteligencia Artificial. Unión de Universidades de América Latina y el Caribe. <http://dspaceudual.org/bitstream/Rep-UDUAL/2033/1/Cuadernos%20de%20Universidades%202024.%20Disrupción%20digital.pdf>
- Reyes, E. (2022). *Metodología de la investigación científica*. Page Publishing.
- Sadin, É. (2024). *La vida espectral: Pensar la era del metaverso y las inteligencias artificiales generativas*. Caja Negra.
- Schmid, R., Bernard, R., Borokhovski, E., Tamim, R., Abrami, P., Surkes, M., & Wade, A. (2024). The effects of technology use in postsecondary education: A meta-analysis of classroom applications. *Computers & Education*, 72, 271–291. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.11.002>
- Solis, H. A., Soberanes, A., & Martínez, M. (2024). Sistema basado en conocimiento como herramienta en el aprendizaje STEAM de un robot móvil autónomo. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 37, 122–129. <https://doi.org/10.24215/18509959.37.e12>

08.

EVALUACIÓN AUTOMATIZADA DE PROYECTOS ACADÉMICOS EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR MEDIANTE TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN ESTUDIO DE CASO CON ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

MARÍA DEL ROCÍO SANTAMARÍA-CUELLAR

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE CHIMALHUACÁN, EDO. DE MÉXICO, MÉXICO
ORCID: 0009-0003-9891-5400

GEORGINA CONTRERAS-SANTOS

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE CHIMALHUACÁN, EDO. DE MÉXICO, MÉXICO
ORCID: 0000-0003-2195-3030

IXCHEL PAROLA-CONTRERAS*

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE CHIMALHUACÁN, EDO. DE MÉXICO, MÉXICO
ORCID: 0000-0002-9115-1300

INTRODUCCIÓN

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la educación está revolucionando la forma en que se evalúa el rendimiento académico y se mejora el aprendizaje, particularmente en las Instituciones de Educación Superior (IES) del Estado de México. Históricamente, las evaluaciones dependían de métodos manuales, a menudo limitados por la subjetividad y la ineficiencia. La aparición de herramientas impulsadas por IA, como los sistemas de calificación automatizados y las técnicas de análisis de datos, ofrece un enfoque transformador (Añapa Quiñónez, 2024). Este capítulo examina cómo las herramientas de IA pueden apoyar procesos de evaluación automatizada en educación superior, integrando análisis cuantitativo mediante el análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés) con un enfoque pedagógico centrado en la mejora del aprendizaje.

Este estudio de caso se basa en el análisis de 30 proyectos de investigación que comprenden tesis, informes prácticos, protocolos y trabajos de clase desarrollados en IES

del Estado de México. La evaluación automatizada basada en IA utilizada en este trabajo no solo permite reducir la carga administrativa, sino también generar una retroalimentación formativa más oportuna y precisa. Al estar alineada con los criterios de calidad previamente definidos, esta retroalimentación facilita la identificación de áreas de mejora en cada estudiante y fomenta una autorregulación más efectiva del aprendizaje (Holmes et al., 2021; Loáisiga Manzanarez, 2025).

El estudio empleó el PCA para evaluar los 30 proyectos, centrándose en cinco criterios: planteamiento del problema, resultados esperados y/o avances, originalidad y aportación al conocimiento, estilo académico e índice de originalidad de *Turnitin* (Villalobos Oliver et al., 2024). El PCA reveló que un único componente principal (PC1) explica el 82.6% de la varianza total, lo que indica una fuerte correlación entre estos criterios, con cargas que van de 0.91 a 0.94. Los resultados esperados y el planteamiento del problema lideran con 0.94 y 0.92, respectivamente, lo que sugiere una métrica de calidad unificada. El segundo componente (PC2), que representa el 8.9% de la varianza, destaca las diferencias donde el estilo académico y las puntuaciones del índice de originalidad *Turnitin* (0.31 y 0.18) contrastan con el planteamiento del problema (-0.27). En este caso, se emplean solo las componentes PC1 y PC2, para explicar el 91.5 % de la varianza observada. Este estudio de caso demuestra cómo la IA, a través del PCA, puede identificar patrones en el rendimiento de los estudiantes, sirviendo como base para los sistemas de evaluación automatizados.

La evaluación automatizada basada en IA, como se muestra en este análisis con PCA, permite no solo clasificar los proyectos según su calidad, sino también guiar decisiones pedagógicas. Por ejemplo, los estudiantes con bajo desempeño en PC2 (asociado a deficiencias en redacción y estilo académico) pueden ser canalizados a módulos de escritura académica asistidos por IA, mientras que aquellos con bajo puntaje en planteamiento de problemas podrían beneficiarse de tutorías personalizadas para fortalecer su pensamiento crítico. Esta orientación pedagógica basada en datos impulsa el desarrollo de competencias clave y mejora la experiencia formativa del estudiante (González-Campos et al., 2024; Añapa Quiñónez, 2024).

La IA transforma la educación al automatizar los procesos de evaluación, como lo demuestra esta aplicación de PCA (González-Campos et al., 2024). La alta varianza explicada por PC1 permite una clasificación eficiente de los proyectos, identificando aquellos con resultados de aprendizaje sólidos, como el dominio de las habilidades de investigación y la originalidad. La comparación PC1 vs PC2 visualiza estos resultados, lo que permite a los

educadores proporcionar retroalimentación específica, una ventaja clave de la integración de la IA. Las propuestas incluyen la expansión de las herramientas de IA para predecir el éxito estudiantil basándose en las puntuaciones de PC o la integración de comprobaciones de *Turnitin* en tiempo real para fomentar la integridad académica. Esta automatización ahorra tiempo, mejora la consistencia y apoya a cohortes más grandes, alineándose con los objetivos educativos en áreas relevantes como la investigación y la escritura (González–Campos et al., 2024; Velázquez et al., 2024, p. 86).

Las propuestas innovadoras implican el uso de IA para personalizar las experiencias de aprendizaje (Añapa Quiñónez, 2024), como la adaptación de los planes de estudio en función de las fortalezas y debilidades identificadas por el PCA. Por ejemplo, los estudiantes con puntuaciones bajas en el PC2 podrían recibir tutoriales guiados por IA sobre formulación de planteamiento de problemas. Sin embargo, persisten desafíos, como la necesidad de medidas sólidas de privacidad de datos, dado que los datos de los estudiantes son sensibles. Las limitaciones técnicas, como garantizar la precisión de la IA en diversos tipos de proyectos, y el riesgo de una dependencia excesiva de la automatización, que puede reducir la supervisión humana, también son significativas (González–Campos et al., 2024). Abordar estos desafíos requiere la colaboración entre educadores y desarrolladores de IA para equilibrar la tecnología con la experiencia pedagógica (Arteaga et al., 2024; Villalobos Oliver et al., 2024).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de los proyectos de investigación como reportes de residencias profesionales, tesis, protocolos y trabajos de investigación, examinando la metodología empleada, los resultados obtenidos del PCA y sus implicaciones para una evaluación automatizada basada en IA que responda a las necesidades pedagógicas de la educación superior actual.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

A lo largo de cuatro semestres, se asignaron 30 informes de proyectos de investigación a los miembros del equipo. Estos proyectos incluyeron tesis, informes prácticos, protocolos y trabajos de clase. El proceso de selección comenzó con la identificación de estudiantes y egresados activos en las instituciones de educación superior (IES) del Estado de México. Cada miembro del equipo fue responsable de supervisar un subconjunto de proyectos mediante tres seguimientos académicos por semestre (López-Sánchez et al., 2024).

Se desarrolló una rúbrica de evaluación estandarizada para evaluar la calidad del proyecto, ayudar a mejorar el rendimiento académico y proporcionar retroalimentación al estudiante. La rúbrica abarcó diez criterios clave para el análisis: el planteamiento del problema, los objetivos de investigación, el marco teórico, la metodología, los resultados esperados y/o avances, la originalidad y aportación al conocimiento, la redacción y presentación general, el estilo académico (coloquialismo, conectores, redundancias, precisión), el índice de originalidad (*Turnitin*) y las referencias (Villalobos Oliver et al., 2024).

Los proyectos se recopilaron al final del período de evaluación de cada semestre. Los estudiantes y egresados entregaron sus trabajos en formato digital e impreso. Los miembros del equipo revisaron cada proyecto para verificar su integridad y cumplimiento de acuerdo con criterios establecidos. Las evaluaciones iniciales garantizaron que se cumplieran todas las secciones requeridas de los proyectos. Se asignaron puntuaciones a cada criterio en una escala de 0 a 10, donde menor a 7, Insuficiente; 7, Suficiente; 8, Bueno; 9, Notable; y, 10, Excelente, para cada criterio evaluado. La suma de cada criterio dio el nivel de desempeño alcanzado de acuerdo con la puntuación establecida para la evaluación de los proyectos de investigación con base en los desempeños en la evaluación del Tecnológico Nacional de México ([TecNM], 2015).

Los datos de las evaluaciones de los criterios se registraron en una hoja de cálculo en la que se organizaron las puntuaciones por proyecto y criterio. Además, se utilizó el programa informático *Turnitin* para calcular los índices de originalidad. Los resultados de *Turnitin* se integraron en el conjunto de datos. El conjunto de datos se depuró para eliminar cualquier error o valor faltante, se estandarizó y se realizó un primer análisis en *Excel* (Obando Zambrano, 2024).

Adicionalmente, se empleó el software estadístico *scikit-learn* para realizar el PCA (Nokeri, 2022). Se optó por el PCA para reducir la dimensionalidad de los datos, al crear pocos componentes principales que presentan la mayor correlación con los datos originales, como señala Rodríguez Barrios (2022).

El análisis se centró en identificar patrones en la calidad del proyecto de acuerdo con los criterios establecidos. Inicialmente se calcularon cuatro componentes principales para la exploración (Planteamiento, Resultados, Originalidad, y Estilo) y después se adicionó el criterio índice de originalidad (*Turnitin*). Los dos primeros componentes se seleccionaron para una interpretación detallada. Se documentaron las cargas y la varianza explicadas para

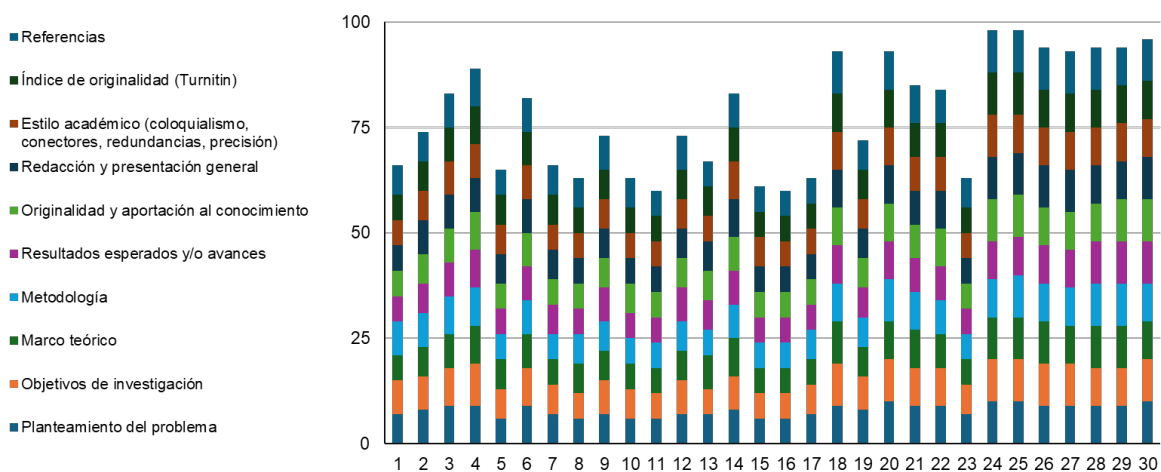
cada componente y se generó la comparación PC1 vs. PC2 para visualizar las puntuaciones del proyecto y las contribuciones de los criterios. La metodología garantizó la coherencia en los 30 proyectos.

RESULTADOS

El análisis de los 30 proyectos académicos, compuesto por tesis, informes prácticos, protocolos y trabajos de investigación, reveló patrones consistentes en cuanto a la calidad del contenido evaluado (Figura 1).

Figura 1

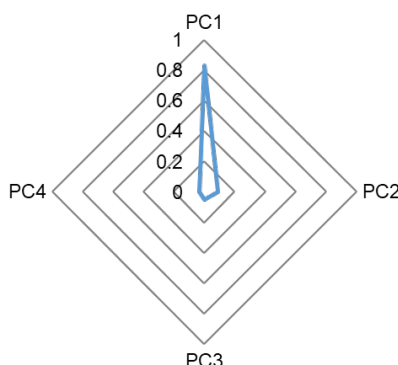
Análisis de los proyectos evaluados



Mediante el uso del PCA se identificó que un único componente principal (PC1) explica el 83.2% de la varianza total, lo cual representa una convergencia significativa entre las cuatro dimensiones clave: Planteamiento, Resultados, Originalidad, y Estilo (Figura 2).

Figura 2

Gráfico de sedimentación del PCA con cuatro criterios (Planteamiento, Resultados, Originalidad, y Estilo)



Este hallazgo implica que los proyectos con altos puntajes en una de estas áreas tienden también a tener buen desempeño en las demás, reflejando una medida unificada de calidad académica. La proporción de varianza explicada es que el PC1 de 83.2% (captura la mayor parte de la variación), mientras que el PC2 de 8.7%, el PC3 de 5.1% y finalmente el PC4 de 3.0% (Tabla 1), así se comprueba que la varianza explicada acumulada de las cuatro componentes principales es el 100%. El PC1 explica el 83.2% de la varianza observada, lo que indica que un solo componente captura la mayoría de los patrones en los cuatro criterios. Los PC2 a PC4 aportan proporciones de variaciones menores.

Tabla 1

Cargas (contribución de cada criterio a los componentes) con cuatro criterios

| Criterio | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 |
|----------------------------------|------|-------|-------|-------|
| Planteamiento del problema | 0.92 | -0.26 | 0.26 | -0.17 |
| Resultados esperados y/o avances | 0.94 | -0.09 | -0.31 | 0.16 |
| Originalidad y aportación | 0.93 | 0.13 | -0.25 | -0.24 |
| Estilo académico | 0.91 | 0.32 | 0.24 | 0.22 |

El PC1 (83.2%) fueron todos los criterios (Planteamiento, Resultados, Originalidad y Estilo) que tienen cargas altas y positivas (~0.91–0.94), esto significa que PC1 representa una puntuación general de “calidad”. Proyectos con altas puntuaciones en PC1 destacan en planteamiento, resultados, originalidad y estilo. Dado que los datos evalúan los proyectos académicos, PC1 refleja el desempeño académico de excelencia general del proyecto. La alta carga factorial de cada criterio en el PC1 (entre 0.91 y 0.94) subraya que este componente puede interpretarse como un indicador robusto del desempeño general del proyecto.

Los criterios que más contribuyeron a este componente fueron los resultados esperados (0.94) y el planteamiento del problema (0.92), aspectos fundamentales en el desarrollo de competencias del estudiantado y egresados(as) al relacionar e integrar el conocimiento, habilidades de investigación y pensamiento crítico.

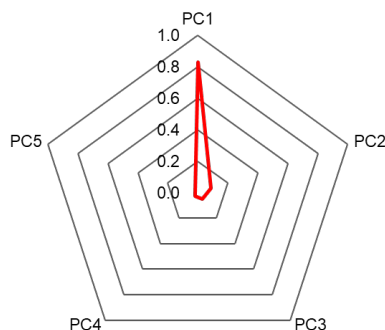
En cuanto al análisis (Tabla 2) del segundo componente (PC2), con cinco criterios de evaluación (Planteamiento, Resultados, Originalidad, Estilo e Índice *Turnitin*) que explicó el 8.9% de la varianza, capturó diferencias más específicas entre los proyectos. Se evidenció una tensión entre criterios como el estilo académico y el índice de originalidad (con cargas positivas de 0.31 y 0.18, respectivamente) frente a un planteamiento del problema más débil (carga negativa de -0.27).

Esto indica que algunos proyectos se destacaron por su redacción y formato, aunque carecieron de profundidad en la formulación del problema, sugiriendo áreas de mejora en la comprensión conceptual del fenómeno investigado (Sosa et al., 2024). Mientras que PC3 y PC4 explican menos varianza y muestran contribuciones mixtas, probablemente capturando variaciones menores (por ejemplo, proyectos donde Resultados u Originalidad destacan más).

Sin embargo, después de agregar el quinto criterio de Índice de originalidad (*Turnitin*), el resultado del PC1 fue 82.6% de la varianza observada (captura la mayor parte de la variación), PC2: 8.9%, PC3: 4.8%, PC4: 2.8% y PC5: 0.9%, así la proporción de varianza explicada de todos los componentes es el 100% (Figura 3).

Figura 3

Gráfico de sedimentación del PCA con cinco criterios (Planteamiento, Resultados, Originalidad, Estilo, Índice de originalidad Turnitin)



El PC1 explica el 82.6% de la varianza observada, indicando que un solo componente captura la mayoría de los patrones en los cinco criterios de evaluación. Los PC2 a PC5 aportan proporciones de la varianza explicada menores, por lo que su significancia en el análisis es mínima. Las cargas (contribución de cada criterio a los componentes) se visualiza en la Tabla 2.

Tabla 2

Cargas (contribución de cada criterio a los componentes) con cinco criterios

| Criterio | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 |
|--|------|-------|-------|-------|-------|
| Planteamiento del problema | 0.92 | -0.27 | 0.25 | -0.16 | 0.04 |
| Resultados esperados y/o avances | 0.94 | -0.08 | -0.30 | 0.15 | -0.05 |
| Originalidad y aportación | 0.93 | 0.12 | -0.24 | -0.23 | 0.06 |
| Estilo académico | 0.91 | 0.31 | 0.23 | 0.21 | 0.10 |
| Índice de originalidad (<i>Turnitin</i>) | 0.92 | 0.18 | 0.22 | -0.27 | -0.15 |

PC1 (82.6%) representa el desempeño general de los proyectos. Todos los criterios (Planteamiento, Resultados, Originalidad, Estilo e Índice de originalidad *Turnitin*) tienen cargas altas (de 0.91 a 0.94), lo que indica que los proyectos con alto PC1 son sobresalientes en todos los aspectos. Esto permite una evaluación automatizada: usar las puntuaciones de PC1 para clasificar los proyectos (tesis, reportes prácticos, protocolos y proyectos de clase) según su calidad, reflejando un impacto positivo en el aprendizaje (habilidades de

investigación, redacción, originalidad). Dado que PC2 (8.9%) diferencia proyectos con fuerte Estilo académico y *Turnitin* (cargas positivas: 0.31, 0.18) de aquellos con Planteamiento más débil (-0.27). Esto puede indicar que algunos estudiantes destacan en presentación, pero no en formular problemas, lo que podría afectar su aprendizaje significativo. Asimismo, el índice de originalidad, medido por *Turnitin* (0.92), mostró una estrecha relación con la calidad general de los proyectos, reforzando la importancia de la integridad académica como criterio transversal que fomenta la formación de sujetos críticos.

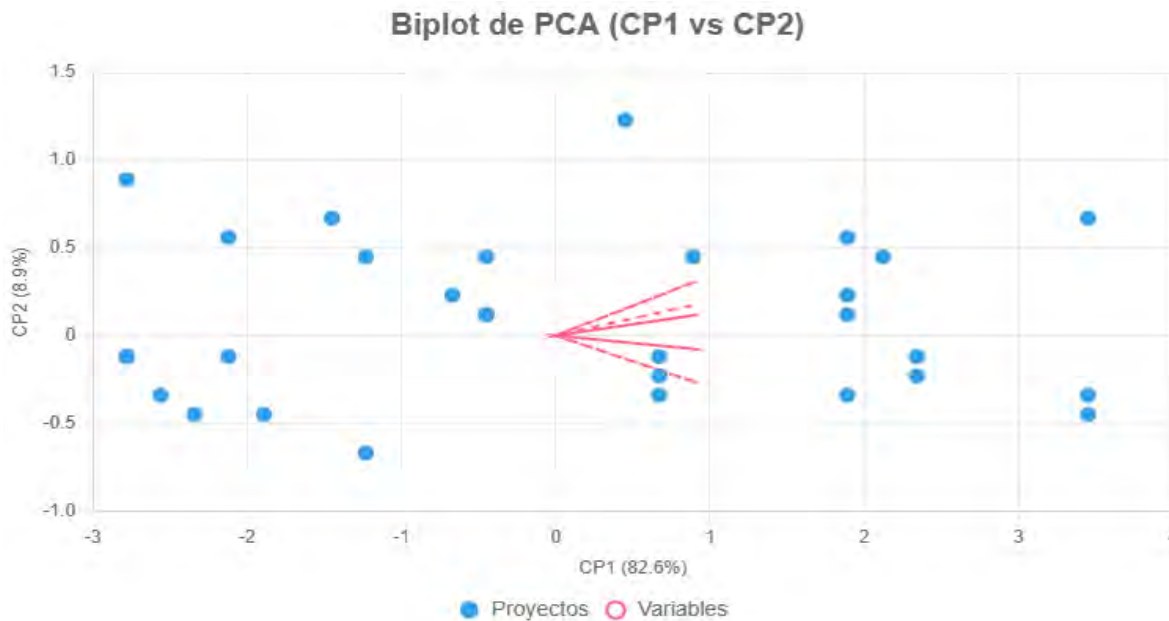
Por otro lado, los PC3 a PC5 explican menos varianza, capturando variaciones menores (por ejemplo, proyectos donde el criterio de Resultados esperados y/o avances o índice de originalidad *Turnitin* destacan).

Los proyectos con alto PC1 probablemente reflejan un mejor aprendizaje, ya que combinan habilidades clave (planteamiento del problema claro, resultados sólidos, originalidad, estilo académico y bajo índice de plagio). La comparación PC1 vs. PC2 (Figura 4) muestra cómo se agrupan los proyectos según estas habilidades, lo que ayuda a identificar a los estudiantes que necesitan apoyo y seguimiento académico estrecho (por ejemplo, los de bajo PC1).

La comparación PC1 vs. PC2 presenta las observaciones (proyectos evaluados) en PC1 vs. PC2, con líneas para los cinco criterios de evaluación analizados, indicando sus contribuciones (Figura 4).

Figura 4

Comparación de PC1 vs. PC2 de los cinco criterios analizados (Planteamiento, Resultados, Originalidad, Estilo, Índice de originalidad Turnitin) de los proyectos de investigación de un periodo de cuatro semestres



Nota. Los puntos representan los 30 proyectos, con posiciones según sus puntuaciones en PC1 (eje X, calidad general) y PC2 (eje Y, diferencias en estilo/planteamiento). La línea roja muestra los criterios confirmando que contribuyen a la calidad general del proyecto.

Los proyectos en el lado derecho (por ejemplo, puntos con $x > 2$) son de alta calidad/rendimiento (altas puntuaciones en todos los criterios de evaluación) mostrando buenos resultados de aprendizaje (por ejemplo, mejores habilidades de investigación, pensamiento crítico o una sólida preparación científica y tecnológica). Los del lado izquierdo ($x < -2$) tienen puntuaciones más bajas. Todos los criterios (línea roja) a la derecha en PC1 confirman que impulsan el rendimiento general. En PC2, Estilo e índice de *Turnitin* apuntan hacia arriba, Planteamiento del problema apunta hacia abajo, lo que muestra las compensaciones en habilidades específicas.

DISCUSIÓN Y DESARROLLO CON IMPLICACIONES EN LA EDUCACIÓN

Los cuatro criterios están altamente correlacionados (Planteamiento, Resultados, Originalidad y Estilo), ya que PC1 explica el 83.2% de la varianza observada (González-Campos

et al., 2024). Esto indica que los proyectos que puntúan alto en un criterio (por ejemplo, Planteamiento del problema) tienden a puntuar alto en los demás. Durante la evaluación de los trabajos académicos, esta metodología simplifica el proceso de evaluación, ya que un solo componente captura la calidad general en forma de valoraciones numéricas y nivel de desempeño, lo que contribuye a una base fiable para la evaluación automatizada (Sampaio de Sousa y Villanueva, 2022).

Los resultados del PCA ofrecen una herramienta práctica para evaluar proyectos de investigación; al capturar el 82.6 % de la varianza en un solo componente (PC1) considerando cinco criterios de evaluación, el análisis muestra que el planteamiento del problema, los resultados esperados y/o avances, la originalidad y aportación, el estilo académico y las puntuaciones del índice de originalidad–*Turnitin* están altamente correlacionados, lo que permite evaluar la calidad general del proyecto de manera eficiente. Esto simplifica la calificación y la retroalimentación al centrarse en las puntuaciones del PC1 para identificar los proyectos con mejor rendimiento, mientras que el PC2 destaca fortalezas específicas (p. ej., un estilo académico sólido) o debilidades (p. ej., planteamientos de problemas más débiles). Igualmente, se agilizan las evaluaciones, proporcionan retroalimentación específica a los estudiantes y egresados o se priorizan proyectos para un mayor desarrollo, ahorrando tiempo y manteniendo la imparcialidad (Sampaio de Sousa y Villanueva, 2022).

El PCA es un método estadístico que reduce la dimensionalidad de un conjunto de datos conservando la mayor parte de su variación (González–Campos et al., 2024). Transforma los criterios originales (p. ej., Planteamiento del problema, Resultados, Originalidad, Estilo académico, Índice de originalidad (*Turnitin*)) en nuevos criterios llamados componentes principales (PC). Estos componentes son combinaciones lineales de los criterios originales, ordenadas según la varianza observada que explican (p. ej., PC1 explica el 82.6 % de sus datos).

Para simplificar los datos, se buscan patrones, se reducen los criterios a unos pocos componentes y se identifican los criterios que más contribuyen a la variación (González–Campos et al., 2024). En este caso, el PCA mostró que un componente (PC1) captura la mayor parte de la calidad de los proyectos. Los resultados numéricos, como las razones de varianza explicada (p. ej., 82.6 %, 8.9 % para PC1 y PC2, respectivamente) y las cargas (cómo cada criterio contribuye a cada componente). En cambio, el diagrama de dispersión bidimensional (la comparación PC1 vs. PC2) es una representación visual de los resultados del PCA, que muestra específicamente tanto las observaciones (puntos de datos, como

los 30 proyectos) como los criterios (como Planteamiento, *Turnitin*) en el espacio de dos componentes principales (generalmente PC1 vs. PC2) (Settanni, 2024). La visualización de los resultados de PCA, facilitan la interpretación de las relaciones entre proyectos y criterios. Por ejemplo, la gráfica PC1 vs. PC2 muestra proyectos con alta calidad (lado derecho, PC1 alto) y cómo criterios como Estilo académico se alinean con PC2.

El PCA y la gráfica de comparación ofrecen un enfoque eficaz para automatizar la evaluación del desempeño estudiantil en el análisis de 30 proyectos de investigación en las IES del Estado de México. Al reducir cinco criterios (planteamiento del problema, resultados esperados y /o avances, originalidad y aportación, estilo académico e índice de originalidad de *Turnitin*) a un solo componente (PC1), con 82.6% de varianza, el PCA permite al equipo clasificar los proyectos de manera eficiente, identificando los de mayor rendimiento académico con una alta calidad general, lo que probablemente se correlaciona con resultados de aprendizaje más sólidos, como las habilidades de investigación y escritura (Loáisiga Manzanarez, 2025).

Por otro lado, la comparación de PCA1 vs. PCA2 complementa esto mediante la representación visual de proyectos y criterios, lo que ayuda a identificar a los estudiantes y egresados que destacan (PC1 alto) o necesitan apoyo (PC1 bajo) y enfatiza fortalezas específicas, como la originalidad, mediante las puntuaciones de *Turnitin*. Este sistema automatizado ahorra tiempo, garantiza una calificación consistente, objetiva y facilita la retroalimentación basada en datos para optimizar el aprendizaje de los estudiantes y egresados (Sampaio de Sousa y Villanueva, 2022; Villalobos Oliver et al., 2022).

Los resultados del PCA indica una fuerte correlación entre cinco criterios clave: Planteamiento del problema, Resultados esperados y/o avances, Originalidad y contribución al conocimiento, Estilo académico e Índice de originalidad de *Turnitin*. Esto sugiere que los proyectos que destacan en un área, como un planteamiento del problema bien formulado, tienden a tener un buen rendimiento en otras, con cargas para PC1 que oscilan entre 0.91 y 0.94. Los resultados esperados y el planteamiento del problema muestran las contribuciones más sólidas (0.94 y 0.92, respectivamente), lo que destaca su papel en la calidad general.

El segundo componente (PC2), que representa el 8.9% de la varianza, diferencia los proyectos donde el estilo académico y las puntuaciones de *Turnitin* (cargas de 0.31 y 0.18) contrastan con el planteamiento del problema (-0.27), lo que indica fortalezas o debilida-

des específicas. Los componentes menores (PC3 a PC5, con un total del 8.5%) capturan variaciones sutiles, pero son menos significativos.

La aplicación práctica de estos hallazgos radica en la automatización de la evaluación del desempeño estudiantil mediante IA; al reducir el conjunto de datos a una única puntuación de calidad mediante PC1, los educadores pueden clasificar eficientemente los 30 proyectos, identificando aquellos con mayor impacto en el aprendizaje. Los proyectos con puntuaciones elevadas en PC1 demuestran un dominio de las habilidades de investigación, pensamiento crítico y originalidad, que son esenciales para alcanzar el éxito académico, desarrollar competencias profesionales y ejercer un liderazgo estratégico (Sampaio de Sousa y Villanueva, 2022; Villalobos Oliver et al., 2024).

La visualización de la comparación de PC1 vs. PC2 mejora esto al mapear las puntuaciones del proyecto y las contribuciones de los criterios de evaluación, lo que permite ofrecer una retroalimentación formativa y abordar, por ejemplo, enunciados de problemas deficientes en entregas que, por lo demás, son sólidas. La inclusión del índice *Turnitin*, que tiene una alta correlación con PC1, garantiza que la originalidad y las prácticas éticas formen parte de la evaluación, y promueve una cultura de valores y principios que desarrolla el pensamiento crítico (Sampaio de Sousa y Villanueva, 2022; Villalobos Oliver et al., 2024).

Estos resultados tienen implicaciones significativas para las estrategias pedagógicas en las IES del Estado de México (Villalobos Oliver et al., 2024). El marco PCA permite a los educadores proporcionar retroalimentación personalizada basada en las puntuaciones PC1 y PC2, atendiendo las necesidades individuales de cada estudiante y egresado. Por ejemplo, los estudiantes con puntuaciones bajas en PC2 debido a los enunciados de problemas deficientes pueden recibir orientación específica, lo que mejora su experiencia de aprendizaje. Este enfoque automatizado por IA ahorra tiempo y permite al profesorado gestionar cohortes más grandes de manera eficaz sin perder rigor. Al estandarizar las evaluaciones, las instituciones pueden fomentar la excelencia investigadora y alinearse con los objetivos educativos (Sampaio de Sousa y Villanueva, 2022; Villalobos Oliver et al., 2024).

La Tabla 3, muestra la rúbrica de evaluación utilizada para determinar el valor numérico y el nivel de desempeño de los proyectos estudiados. La rúbrica contiene diez criterios de evaluación y las especificaciones de los niveles de desempeño excelente, notable, bueno, suficiente e insuficiente, junto con su correspondiente valoración. Para este estudio, se consideraron cinco criterios de evaluación, conforme a lo descrito anteriormente.

Tabla 3

Rúbrica de Evaluación de proyectos (criterios de evaluación, valoración numérica y nivel de desempeño)

| RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS, RESIDENCIAS PROFESIONALES, TITULACIÓN Y PROTOCOLOS PARA IES | | | | | | |
|--|--|---|--|---|--|-------------------|
| Nombre del proyecto: | | | | Tipo: | | Fecha: |
| Criterio | Excelente | Notable | Bueno | Suficiente | Insuficiente | Evaluación |
| | 10 puntos | 9 puntos | 8 puntos | 7 puntos | 6 puntos | |
| Planteamiento del problema | Delimitación clara, relevante, original y bien fundamentada con fuentes científicas. | Bien formulado y justificado, aunque con menor profundidad. | Claro, pero requiere mayor precisión o evidencia. | Superficial o poco claro. | Confuso o sin justificación teórica. | |
| Objetivos de investigación | Claros, específicos y congruentes con el problema y la metodología. | Claros y bien formulados, aunque pueden ser más precisos. | Aceptables, pero algo generales. | Ambiguos o poco congruentes. | Inexistentes, vagos o sin relación con el problema. | |
| Marco teórico | Actualizado, profundo, con integración crítica y citas adecuadas. | Fundamentado con fuentes válidas, aunque descriptivo. | Aceptable pero desactualizado o con poca profundidad. | Escaso sustento teórico. | Sin marco o con referencias inválidas. | |
| Metodología | Coherente, rigurosa, clara y factible; bien justificada. | Adecuada y clara, aunque puede ampliarse. | Aceptable con algunas debilidades. | Ambigua o con fallas de estructura. | Inadecuada o ausente. | |
| Resultados esperados y/o avances | Claros, viables y coherentes con los objetivos; con impacto potencial. | Coherentes y factibles, aunque generales. | Adecuados, pero poco específicos. | Vagamente definidos o poco viables. | Inexistentes o incoherentes con los objetivos. | |
| Originalidad y aportación al conocimiento | Propuesta innovadora, con aportes claros y significativos. | Con aportes valiosos, aunque no disruptivos. | Con valor, pero con escasa novedad. | Poca aportación o repetitivo. | Sin aportación o copia de otros trabajos. | |
| Redacción y presentación general | Excelente ortografía, sintaxis, puntuación y presentación profesional. | Redacción clara y sin errores importantes. | Redacción aceptable, con algunos errores. | Redacción deficiente que afecta la comprensión. | Presentación desorganizada o ilegible. | |
| Estilo académico (coloquialismo, conectores, redundancias, precisión) | Lenguaje preciso, sin coloquialismos ni redundancias; excelente uso de conectores. | Buen estilo académico, aunque puede mejorar en fluidez o precisión. | Uso adecuado, pero con algunos problemas de estilo o repeticiones. | Estilo informal o con errores de cohesión. | Estilo inadecuado, con expresiones no académicas o imprecisas. | |

Tabla 3

Rúbrica de Evaluación de proyectos (criterios de evaluación, valoración numérica y nivel de desempeño)

| RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS, RESIDENCIAS PROFESIONALES, TITULACIÓN Y PROTOCOLOS PARA IES | | | | | | |
|--|---|---|--|---|--|------------|
| Nombre del proyecto: | | | | Tipo: | | Fecha: |
| Criterio | Excelente | Notable | Bueno | Suficiente | Insuficiente | Evaluación |
| | 10 puntos | 9 puntos | 8 puntos | 7 puntos | 6 puntos | |
| Índice de originalidad (Turnitin) | <10%. Excelente parafraseo y citación; texto original. | 11-20%. Coincidencias justificadas. | 21-30%. Necesita mejora en parafraseo y referencias. | 31-40%. Coincidencias excesivas. | >40%. Riesgo de plagio; trabajo no original. | |
| Referencias | Todas las citas tienen referencia APA y las referencias están citadas | Todas las citas tienen referencia APA y máximo 2 referencias no están citadas | No todas las citas tienen referencia APA y las referencias están citadas | Máximo 2 no todas las citas tienen referencia APA y máximo 2 referencias no están citadas | Las citas no tienen referencia APA | |
| Nivel de desempeño alcanzado | | | Valoración numérica total (máxima 100%) | | | |
| Excelente de 95 a 100 | | | | | | |
| Suficiente de 70 a 74 | | | | | | |
| Notable de 85 a 94 | | | | | | |
| Insuficiente < 70 | | | | | | |
| Bueno de 75 a 84 | | | | | | |
| Profesor(a) evaluador(a): | | | Nivel de desempeño | | | |

No obstante, es imprescindible reflexionar críticamente sobre los límites del uso de IA en procesos evaluativos en educación superior. Uno de los principales desafíos es la dependencia tecnológica que puede generarse en docentes e instituciones, especialmente cuando se pierde de vista el juicio pedagógico en favor de resultados automatizados (Luckin et al., 2016). Esta situación podría desvalorizar la interacción educativa y limitar el desarrollo de la intuición didáctica necesaria para atender particularidades humanas.

A ello se suman los sesgos algorítmicos, que pueden reproducir inequidades si los modelos de IA son entrenados con datos parciales o no representativos. Esto implica un riesgo para la equidad educativa, ya que estudiantes con contextos o estilos diversos podrían ser evaluados injustamente (Holmes et al., 2021).

Desde una perspectiva ética, el uso de IA en la evaluación debe fundamentarse en principios como la equidad, la transparencia, la privacidad y el respeto. Evaluar con justicia

significa garantizar que ningún estudiante sea discriminado por condiciones de origen, estilo de aprendizaje o nivel previo de conocimiento. Además, se requiere asegurar la confidencialidad de los datos personales, promoviendo un entorno de confianza y respeto mutuo (Floridi et al., 2018).

Por tanto, los sistemas automatizados deben integrarse como herramientas complementarias que potencien el juicio docente, y no lo reemplacen. Es crucial que los educadores mantengan el control sobre las decisiones evaluativas, y que las instituciones establezcan marcos normativos claros sobre el uso ético de la IA. En este sentido, la evaluación automatizada puede ser una vía poderosa para el aprendizaje profundo y personalizado, siempre que esté guiada por principios de justicia y desarrollo integral del estudiantado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados del PCA proporcionan un marco sólido para evaluar el contenido de los proyectos académicos en las IES del Estado de México. El predominio de PC1 como indicador de calidad, respaldado por altas cargas en todos los criterios establecidos, permite un sistema de evaluación automatizado que refleja el desempeño estudiantil de forma integral. La comparación de PC1 vs. PC2 ofrece una herramienta visual para identificar tendencias y valores atípicos, profundizando la comprensión del impacto en el aprendizaje significativo. A medida que las instituciones buscan mejorar la calidad de la investigación, la integración de estos métodos estadísticos puede estandarizar las evaluaciones, promover la originalidad y enriquecer el panorama educativo, impulsando en última instancia el éxito estudiantil y el crecimiento institucional.

Es importante tener en cuenta la opinión del profesorado a la hora de aplicar tecnologías de IA para determinar qué necesidades hay que atender al integrarlas en el proceso de enseñanza-aprendizaje pertinente a las necesidades de la industria y la sociedad. Por ello, para diseñar y organizar actividades de aprendizaje y gestionar evaluaciones basadas en IA, es necesaria la capacitación docente en tecnologías de información y comunicación (TIC).

En conclusión, este trabajo ilustra cómo la IA transforma la educación mediante el análisis de PCA de 30 proyectos en IES del Estado de México. El caso de estudio destaca beneficios como la evaluación automatizada y la retroalimentación personalizada, respaldados por la explicación de la varianza observada del 82.6% de PC1 y su correlación. Las propuestas de herramientas predictivas y verificaciones de integridad en tiempo real ofre-

cen potencial futuro, mientras que desafíos como la privacidad y la precisión exigen una consideración cuidadosa. A medida que la IA continúa evolucionando, su integración en asignaturas educativas relevantes promete mejorar los resultados del aprendizaje, siempre que los desafíos se aborden mediante esfuerzos interdisciplinarios. Esta investigación subraya el poder transformador de la IA para forjar un futuro educativo basado en datos.

Con base en la experiencia de este estudio de caso, se proponen las siguientes recomendaciones para IES interesadas en implementar IA en sus procesos de evaluación:

1. Diseñar rúbricas alineadas con criterios automatizables, que permitan evaluar dimensiones clave como originalidad, argumentación, redacción académica y formulación del problema.
2. Capacitar al profesorado en herramientas de IA educativas, de modo que comprendan su funcionamiento, alcances y limitaciones, y puedan integrar su uso de manera ética y pedagógica.
3. Implementar plataformas seguras y éticas que garanticen la protección de los datos estudiantiles y fomenten la transparencia en los procesos de evaluación automatizada.
4. Utilizar técnicas estadísticas como PCA para la visualización de patrones de desempeño, lo que permite tomar decisiones basadas en datos para mejorar la calidad académica y ofrecer retroalimentación personalizada.
5. Fomentar el diálogo institucional sobre la integración de IA en la evaluación, promoviendo una cultura de innovación responsable centrada en el aprendizaje y el desarrollo de competencias.

Estas recomendaciones permiten transitar hacia un modelo de evaluación formativa apoyado por tecnologías emergentes, fortaleciendo tanto la calidad académica como la equidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

REFERENCIAS

- Añapa Quiñónez, P. L. (2024). Impacto del uso de la IA en el aprendizaje autónomo y desafíos en las IES. *Reincisol*, 3(5), 60–79. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(5\)60-79](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(5)60-79)
- Arteaga, M., Jaramillo, J., Sotomayor, M., Arce, J., & Landívar, J. (2024). El rol de la IA en la educación superior. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 8(55), 49–58. <https://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/768>

- Floridi, L., Cows, J., Beltrametti, M., et al. (2018). AI4People—An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>
- González-Campos, J., López-Núñez, J., & Araya-Pérez, C. (2024). Educación superior e inteligencia artificial: desafíos para la universidad del siglo XXI. *Aloma: Revista De Psicología, Ciències De l'Educació I De l'Esport*, 42(1), 79–90. <https://doi.org/10.51698/aloma.2024.42.1.79-90>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2021). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Loáisiga Manzanarez, V. A. (2025). Implicaciones del uso de la IA para el desarrollo de la competencia comunicativa en estudiantes universitarios. *Revista Lengua y Literatura*, 11(1), 71–81. <https://doi.org/10.5377/rll.v11i1.20466>
- López-Sánchez, J. A., Mesa-Gallego, C., Hernández-Ortiz, J., y Rojas-Arias, J. P. (2024). Tendencias en competencias de innovación y emprendimiento en IES. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(3), 165–181. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n3/115>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Open Ideas de Pearson. <https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/global/Files/about-pearson/innovation/open-ideas/IntelligenceUnleashedSPANISH.pdf>
- Nokeri, T. C. (2022). Principal Component Analysis with Scikit-Learn, PySpark, and H2O. En: *Data Science Solutions with Python. Fast and Scalable Models Using Keras, PySpark MLlib, H2O, XGBoost, and Scikit-Learn* (pp. 15–28). Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-7762-1_9
- Obando Zambrano, B. S. (2024). Análisis comparativo de la similitud de textos generados por ChatGPT-3.5 y textos humanos con el programa Turnitin. *E-Ciencias de la Información*, 14(2). <https://doi.org/10.15517/eci.v14i2.57267>
- Rodríguez Barrios, J. (2022). *Análisis de datos ecológicos y ambientales. Aplicaciones con el programa R*. Ediciones Díaz de Santos. <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788490524817.pdf>
- Sampaio de Sousa, B. J., & Villanueva, J. M. M. (2022). Methodology for Evaluating Projects Aimed at Service Quality Using Artificial Intelligence Techniques. *Energies*, 15(13), 4564. <https://doi.org/10.3390/en15134564>
- Settanni, E. (2024). Principal Component Analysis and biplots. A Back-to-Basics Comparison of Implementations. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2404.15115>
- Sosa, P. N., Jiménez, V. E., y Riego, A. (2024). El análisis de la percepción de los profesores respecto al uso de la inteligencia artificial. *Revista EDUCA UMCH* (24), 66–77. <https://doi.org/10.35756/educaumch.202424.293>

- TecNM (2015). *Manual de Lineamientos Académico-Administrativos del Tecnológico Nacional de México. Planes de estudio para la formación de competencias profesionales*. Tecnológico Nacional de México.
- Velázquez, L. M., Martínez, E. A., Ochoa, C., & Sánchez, C. P. (2024). *Avances de la investigación educativa en la Universidad Anáhuac: estudios interdisciplinarios, intervención, evaluación y liderazgo educativo*. Universidad Anáhuac México.
- Villalobos Oliver, E. B., Cornejo Serrano, M. D. C., & Quintana Hernández, P. A. (2024). Propuesta de un modelo para analizar la calidad entre las instituciones del Tecnológico Nacional de México. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(28). <https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1971>

SEMBLANZAS DE COORDINADORAS Y COORDINADOR



MARINA FABIOLA HERNÁNDEZ FLORES

ORCID: 0000-0002-3215-6144

MARINA.HERNANDEZFL@UTN.EDU.MX

Ingeniera en informática por el Instituto Politécnico Nacional (IPN), con Maestría y Doctorante en Tecnologías de la Información con más de 16 años de experiencia, apasionada por la innovación y la transformación educativa, ha liderado proyectos innovadores con modelos de inteligencia artificial (IA) en ámbitos como la educación, la salud y el bienestar social, su trayectoria combina formación académica de posgrado, investigación aplicada, liderazgo docente y coordinación de iniciativas estatales de capacitación digital. Participa activamente en redes académicas nacionales e internacionales, impulsando la equidad tecnológica, el desarrollo de talento y el uso ético de la IA como herramienta para transformar contextos reales y construir un futuro próspero.



DORICELA GUTIERREZ CRUZ
ORCID: 0000-0003-2843-3273
DGUTIERREZCR@UAEMEX.MX

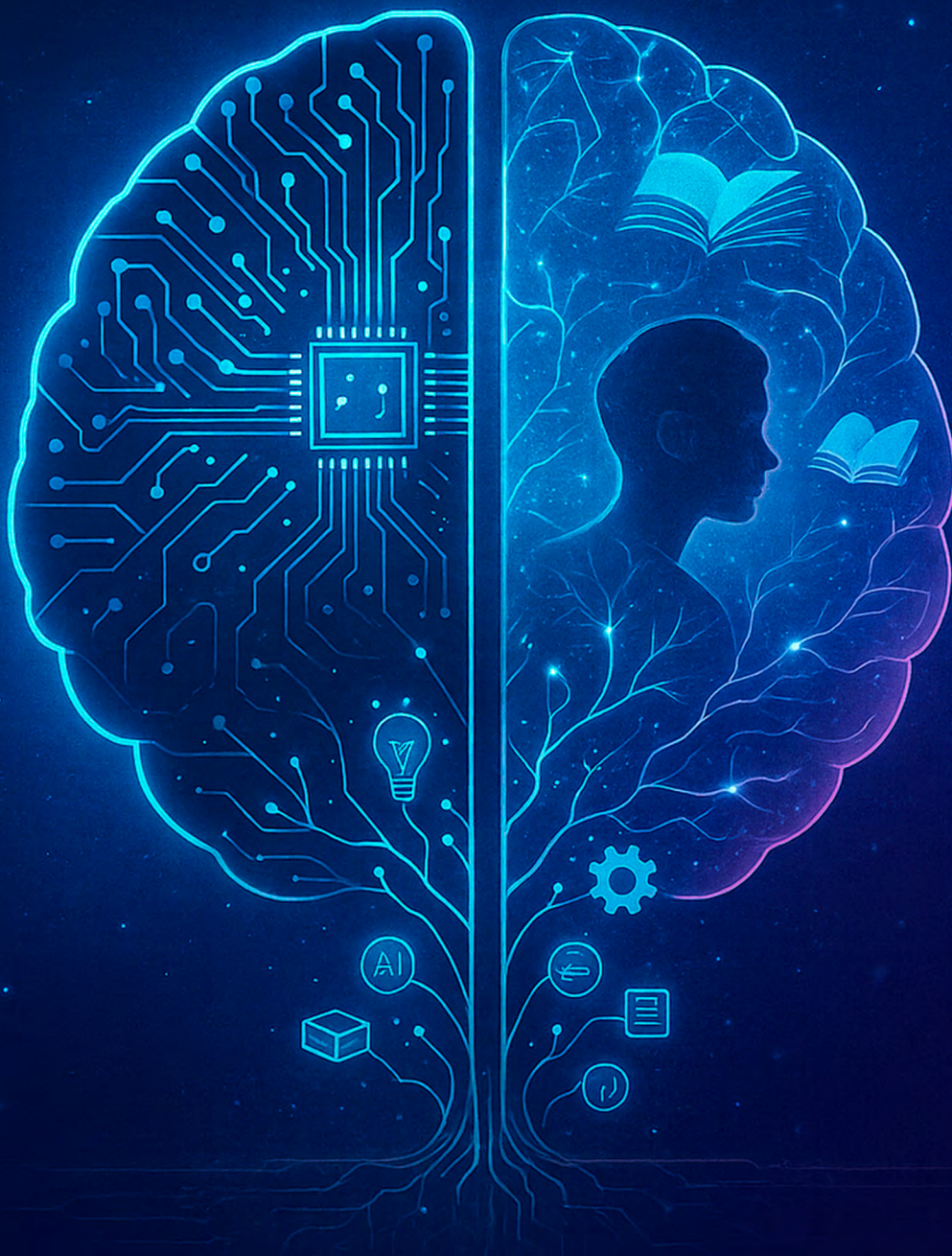
Ingeniera en Comunicaciones y Electrónica, con Maestría y Doctorado en Ingeniería de Sistemas por el Instituto Politécnico Nacional (IPN). Desde 2009 se desempeña como Profesora de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), donde lidera el grupo de investigación Ciencia de Datos en Sistemas Complejos y Transdisciplinarios. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación de México, y cuenta con el Perfil PRODEP de la Secretaría de Educación Pública de ese país. Sus líneas de investigación abarcan aprendizaje automático, ciencia de datos y sistemas inteligentes aplicados a salud, educación, transporte y sociedad. Pertenece a la Academia Mexicana de Computación, la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial y la Red de Investigación e Innovación Educativa del IPN.



JOVAN DEL PRADO LÓPEZ
ORCID: 0009-0003-3462-4989
JDELPRADOL@IPN.MX

Ingeniero en Sistemas Computacionales con más de 16 años de experiencia, apasionado por la enseñanza y la tecnología, como profesor en la Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl y la Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomás del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Ha guiado a jóvenes en el aprendizaje de programación, desarrollo web y bases de datos, siempre con la idea de que la educación transforma vidas; se distingue por su cercanía con los estudiantes y su interés en impulsar el potencial de cada uno. Su trayectoria refleja no solo conocimiento técnico, sino también un profundo compromiso humano y el deseo constante de compartir y aprender junto con los demás.

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN EL APRENDIZAJE



ISBN: 978-968-9724-03-2



9 789689 724032

Trans[®]
digital
editorial