

Inteligencia artificial en contextos contemporáneos:

educación, innovación y sociedad

Visítanos en:



Corporación Unificada Nacional
de Educación Superior

VIGILADA MINEDUCACIÓN

www.cun.edu.co



COORDINACIÓN DE
PUBLICACIONES

Materia: 006.3 - Inteligencia artificial

BERNAL, ÁNGELA
GÉLVEZ GARCÍA, LAURA ESPERANZA
MONTEALEGRE SAAVEDRA, ALEXANDER
SÁNCHEZ CASTILLO, VERENICE
GONZÁLEZ, MARIO SARIÁN

SANSORES GUERRERO, EDGAR ALFONSO
LOZANO CARRILLO, ÓSCAR
LOZANO PARADA, YERIS
ESLAVA ZAPATA, ROLANDO
SIERRA NARVÁEZ, FRANCISCO

Inteligencia artificial en contextos contemporáneos: educación, innovación y sociedad

Primera edición, Corporación Unificada Nacional de Educación Superior - CUN, 2026

Clasificación: UYQ - Inteligencia artificial

Tamaño: 21 cm x 29,7 cm / Páginas: 185

Título original: Inteligencia artificial en contextos contemporáneos: educación, innovación y sociedad

Corporación Unificada Nacional de Educación Superior - CUN

ISBN (Digital): 978-628-97342-9-4

Primera edición, 2026.

Autores:

Laura Esperanza Gélvez García
Alexander Montealegre Saavedra
Verenice Sánchez Castillo
Mario Sarián González
Edgar Alfonso Sansores Guerrero

Óscar Lozano Carrillo
Yeris Lozano Parada
Rolando Eslava Zapata
Francisco Sierra Narváez

Prologuista:

Ángela Bernal

Corrección de estilo: Coordinación de Publicaciones

Diagramación interna, ilustraciones adicionales: Diana Paola Cruz Velásquez

publicaciones@cun.edu.co

Todos los derechos reservados.

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual.

Esta obra se realizó gracias al apoyo de la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior - CUN

Hecho en Colombia / Made in Colombia

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Contenido

Prólogo	9
CAPÍTULO 1. Discusiones e impactos de la inteligencia artificial en la educación superior en Colombia: entre determinismos, ambivalencias y apropiaciones	11
Resumen	13
Introducción	13
Un debate inconcluso: tecnología, ambivalencia y (supuesta) neutralidad	17
Educación superior en Colombia: la permanencia del cambio	25
IA, ética y educación: escenarios posibles (y necesarios)	32
Reflexiones finales	40
Referencias	41
CAPÍTULO 2. Análisis sistemático de intersecciones entre la inteligencia artificial y sus aplicaciones en la educación ambiental	47
Resumen	49
Introducción	50
Fundamentación teórica	52
Perspectivas de investigación y desafíos actuales	54
Metodología	55
Criterios de inclusión y exclusión	56
Estrategia de búsqueda	57
Selección y evaluación de la calidad de los estudios	59
Extracción y análisis de datos	60

Análisis de resultados bibliométricos	62
Producción científica y evolución temporal	63
Fuentes de producción científica y redes de colaboración	64
Núcleos temáticos de estructura conceptual	66
Clústeres emergentes en la literatura científica	68
Integración de la inteligencia artificial al currículo de la educación ambiental	72
Conclusiones	73
Referencias	73

CAPÍTULO 3. Clustering educativo: aplicación del algoritmo **83**

K-means para la mejora de estrategias docentes

Resumen	85
Introducción	86
Desarrollo	94
Metodología	96
Método lógico: algoritmo <i>K-means</i>	99
Resultado esperado	107
Conclusiones	108
Referencias	111

CAPÍTULO 4. Inteligencia artificial generativa y educación **119**

emprendedora: análisis crítico de una intervención universitaria en México

Resumen	121
Introducción	122
Revisión de la literatura	124
Marco contextual	131
Metodología	134
Hallazgos	137
Discusiones	140
Conclusiones	142
Referencias	145

CAPÍTULO 5. *Marketing* digital e inteligencia artificial: un **151**

estudio con las redes sociales Instagram y TikTok

Resumen	153
Introducción	154
Metodología	157
Desarrollo	162
Plan de <i>marketing</i> digital	165
Redes sociales	166
Inteligencia artificial en <i>marketing</i> digital	167
Marco legal relacionado con el <i>marketing</i> digital	168
Resultados	169
Conclusiones	178
Referencias	178

Prólogo

“El surgimiento de una poderosa inteligencia artificial será lo mejor o lo peor que le haya pasado a la humanidad” (Hawking, 2016, párr. 3).

En la Universidad de Cambridge Stephen Hawking en un discurso inaugural nos condenaba a lo peor y mejor de la humanidad, casi como una sentencia ciega que leía con claridad nuestro futuro, hablaba en una sola frase de lo que somos como humanos y lo que tenemos en frente: una de las revoluciones más importantes de la historia contemporánea.

Y casi como magia la inteligencia artificial se convierte en una herramienta presente en la vida cotidiana en donde un día despertamos y nos encontramos buscando la manera de investigar, aprender, trabajar y tomar decisiones más rápidas, más eficientes y con una velocidad que resulta abrumadora. Si no la tomas empiezas tu carrera de extinción y si la aprovechas no sabes si vas hacia la peor o mejor versión de la humanidad.

Por eso resulta primordial formar capacidades en humanos para convivir con tecnologías emergentes, así aunque la ia democratiza el acceso al conocimiento y amplía los desafíos sociales y educativos; hablar de inteligencia artificial no implicará únicamente referirse a algoritmos, automatización o procesamiento de datos; implicará reflexionar sobre el papel del ser humano en un entorno cada vez más cambiante, dinámico, lleno de retos y mediado por tecnologías inteligentes. El desafío radica en el desarrollo de la capacidad de orientar estas herramientas hacia el desarrollo sostenible, la equidad, la educación, la ciencia y la transformación social.

Este libro presenta desde diferentes perspectivas y procesos investigativos un análisis de contextos contemporáneos y surge como una invitación a comprender la inteligencia artificial desde una mirada crítica, estratégica y un poco más humana, reconociendo sus oportunidades y retos éticos, sociales y organizacionales que acompañan su implementación. Cada capítulo representa una aproximación al potencial de la IA como motor de innovación y como instrumento para fortalecer las capacidades humanas, investigativas y territoriales en un mundo que cambia cada día.

Se convierte entonces en una herramienta que nos permite como menciono Stephen Hawking: convertir el uso y desarrollo de la inteligencia artificial en lo mejor que ha pasado a la humanidad.

Hawking, S. (19 de octubre de 2016). The best or worst thing to happen to humanity [Discurso de inauguración]. University of Cambridge. cam.ac.uk

Angela Lyulieth Bernal Martínez

Discusiones e impactos de la inteligencia artificial en la educación superior en Colombia: entre determinismos, ambivalencias y apropiaciones

Discussions and Impacts of Artificial Intelligence
in Higher Education in Colombia: Between
Determinisms, Ambivalences, and Appropriations

*Laura Esperanza Gélvez García**
*Alexander Montealegre Saavedra***

Las cuestiones a las que no podemos responder suelen ser mucho mejores
para nosotros que las respuestas que no podemos cuestionar.
YUVAL HARARI, 21 lecciones para el siglo XXI

* Licenciada en Lengua Castellana y Comunicación; magíster en Lingüística Española y doctora en Ciencias de la Educación. Docente del Área de Formación Investigativa de la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior - CUN. Correo electrónico: laura_gelvez@cun.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0164-2972>.

**Politólogo, licenciado en Ciencias Sociales y magíster en Investigación en Problemas Sociales Contemporáneos. Docente del Área de Formación Investigativa de la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior - CUN. Correo electrónico: alexander_montealegresaa@cun.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1958-6091>.

Resumen

A través de un ejercicio de triangulación que explora las discusiones y la bibliografía publicada sobre la temática, los datos disponibles de la realidad observada y la experiencia de sus autores desde una perspectiva de reflexividad, este capítulo propone una revisión general sobre la importancia de la tecnología en los cambios más recientes generados en el campo de la educación superior, en particular en los usos, desarrollos y apropiaciones de la inteligencia artificial (IA) en Colombia. Destaca su carácter ambivalente y la imposibilidad de su neutralidad, así como los efectos que puede generar en términos de construcción de conocimiento y de pensamiento crítico. Presenta, finalmente, algunos escenarios posibles de regulación para la contención de ciertas consecuencias derivadas de su utilización acrítica que no centra su atención en el proceso de formación, sino exclusivamente en el resultado obtenido.

Palabras clave: ambivalencia, apropiación tecnológica, educación superior, inteligencia artificial, pensamiento crítico.

Abstract

Through a triangulation exercise that explores the debates and published literature on the topic, the available data from the observed reality, and the authors' experience from a reflexive perspective, this chapter proposes a general review of the importance of technology in the most recent changes occurring in the field of higher education, particularly regarding the uses, developments, and appropriations of artificial intelligence (AI) in Colombia. It highlights its ambivalent character and the impossibility of its neutrality, as well as the effects it may generate in terms of knowledge construction and critical thinking. Finally, it presents several possible regulatory scenarios aimed at containing certain consequences derived from its uncritical use, which focuses not on the educational process itself but exclusively on the results obtained.

Keywords: ambivalence, artificial intelligence, critical thinking, higher education, technological appropriation.

Introducción

El nuevo orden mundial atraviesa momentos álgidos, caracterizados por el cambio abrupto y la transformación en las más disímiles esferas, lo que genera

procesos de adaptación, pero también de incertidumbre. Sin temor a caer en exageraciones, se vislumbra una era de excesos: de mucha información y poca apropiación; de riesgo y centralización del poder y del conocimiento. En las redes sociales se exhiben genocidios que, sin embargo, son silenciados. Se trata del predominio, entre otras cosas, de una visión idealista del poder y de la información, en la que se busca ejercer control sobre los resultados desatados sin atender, en ocasiones, al proceso, a sus dinámicas y transformaciones. Se suele considerar que una mayor disposición de información puede generar conocimiento; no obstante, no se discute el contenido mismo de esa información ni el propósito central que encierra su adquisición, lo cual constituye un tema de sumo interés para la educación de las actuales y futuras generaciones. Por ello, la reflexión sobre cuáles son los riesgos y posibilidades de este escenario para el sector educativo en Colombia forma parte de las indagaciones que se desarrollan en este documento.

En este contexto, diversas tecnologías emergentes y recientes desarrollos de inteligencia artificial (IA) han sido incorporados en la producción de conocimiento e, incluso, han logrado impactar los procesos educativos. En su estudio desde una perspectiva histórica sobre la información y la comunicación, Harari (2024) reconoce que, en los años más recientes, con el auge de la IA, la generación de redes inorgánicas para acceder al conocimiento conlleva al menos dos elementos de consideración:

1. De un lado, puede implicar la demanda de atención permanente sobre mentes sobreexcitadas, ya al límite, y eso no siempre generará más conocimiento, en particular cuando se ha considerado la atención como un elemento susceptible de pensarse, desde una óptica económica, como un recurso escaso.¹ Además, estos nuevos desarrollos avanzan cada vez más hacia una mayor autonomía, lo que puede implicar aprendizaje propio, así como la toma de decisiones en lugar de seguir patrones de comportamiento.
2. Por otro lado, existe un riesgo real de aislar a la población en burbujas tecnológicas y de información, autoritarias y, por lo tanto, inconexas y

¹ Berardi explica con suficiencia este tema. Para él, hablar de la *economía de la atención* significa que cuando “una facultad cognitiva pasa a formar parte del discurso económico [esto] quiere decir que se ha convertido en un recurso escaso. Falta el tiempo necesario para prestar atención a los flujos de información a los que estamos expuestos y que debemos valorar para poder tomar decisiones. La consecuencia está a la vista: decisiones económicas y políticas que no responden a una racionalidad estratégica a largo plazo sino tan sólo al interés inmediato. Por otra parte, estamos cada vez menos dispuestos a prestar nuestra atención gratuitamente. No tenemos ya tiempo para el amor, la ternura, la naturaleza, el placer y la compasión” (2003, p. 23).

censuradas. Aquí también está en cuestión una interpretación de la geopolítica actual y, en ese sentido, la cuestión central que distinguirá a diferentes regímenes políticos será la gestión de la información, lo que representa una alerta temprana especialmente para los países del sur global.

Este contexto forma parte de los desafíos a los que debe enfrentarse la sociedad contemporánea, así como de los usos, retos y posibilidades de la educación superior: un escenario con muchos elementos ya estudiados y otros por discutir, como se mostrará en el acápite correspondiente.

Varias de las reflexiones que se presentarán a continuación devienen de una serie de preocupaciones importantes y cada vez más apremiantes en el ámbito educativo, en particular en el campo de la educación superior y, como todo escenario holístico, con interconexiones en otros ámbitos: lo cultural, lo social y lo político. Ya hace un tiempo, Ítalo Calvino (1998) exploró algunos elementos o valores propios del momento de transición que le correspondió entre la modernidad y la posmodernidad, con el propósito de orientar su campo de visión más allá del principio dialéctico de la contradicción y hacer más visibles algunos contornos aún difusos: la levedad, la rapidez, la exactitud, la visibilidad y ciertas lógicas de multiplicidad. Desde su perspectiva, se trata de elementos presentes en los aún inciertos escenarios de transformación. Es una lectura que se enmarca en la transición de una serie de valores aceptados hacia otros valores o principios aún por conocer o descubrir. Se trata de explorar y mirar la realidad con otro enfoque, otra lógica y otros métodos: la levedad, por ejemplo, no implica vaguedad, superficialidad o abstracción, sino “precisión y determinación” (p. 16). Cada uno de estos conceptos es, potencialmente, un elemento para repensar el momento actual.

Una de las preocupaciones subyacentes está determinada por la influencia, en casi todos los aspectos, de elementos discutibles como la velocidad, la rentabilidad o la productividad. En este escenario, es muy importante permanecer alertas para que la concisión o la exactitud no se reduzcan al medio de difusión y puedan incluirse en el contenido del mensaje. Es un poco lo que Calvino invita a reflexionar con la expresión *festina lente* (apresúrate despacio) (1998, p. 31), que puede extrapolarse a la preocupación por los cambios y procesos de adaptación necesarios en el escenario educativo y pedagógico. Más que respuestas rápidas, hay que tomarse el tiempo necesario para comprender el proceso. Con un agregado elemental que invita a pensar la escritura como polifonía —pues se trata, en casi todos los casos, de un “texto múltiple que sustituye la unicidad de un yo pensante por una multiplicidad

de sujetos” (p. 62)—, se trata de devenir otros, ser multiplicidad como ejercicio de crítica, creación y resistencia.

Estas ideas y problematizaciones pueden ayudar a explicar los elementos metodológicos presentes en este escrito: 1) pasa por una serie de revisiones, conversaciones y consultas bibliográficas para identificar los elementos más importantes de la discusión, ubicarse en relación con estas apropiaciones y proyectar escenarios de construcción de lo que aún no es, de lo que existe como posibilidad; 2) se suma la reflexión propia que atraviesa el prisma de la experiencia, en este caso, de dos docentes universitarios que deben lidiar a diario con la ambivalencia propia de toda actividad humana, pues, por una parte, en los más jóvenes reside la expectativa y la esperanza, pero, al mismo tiempo, han sido instrumentalizados por los mismos artefactos que dificultan la comprensión crítica de la realidad y su transformación. Aquí se trata de la herramienta teórica y metodológica conocida como *reflexividad* (Wacquant, 2005), entendida como un elemento que invita a pensar el propio pensamiento y, en el proceso, develar los mecanismos internos de elaboración, construcción y apropiación; y 3) además, se incorporan algunos datos, diagnósticos y realidades propias del escenario descriptible de la educación superior en el país. En este sentido, se trata de un ejercicio de triangulación entre los documentos consultados, las experiencias propias de los autores y los datos observables en la realidad de la educación superior, lo cual constituye el eje articulador de la propuesta.

El capítulo se encuentra organizado en tres apartados bajo esta lógica de interrelación. En primer lugar, intenta traer a colación la discusión general sobre las transformaciones que se han venido generando en la sociedad contemporánea, especialmente aquellas que son producto del desarrollo tecnológico, su supuesta neutralidad y otros cambios presentes en el mundo del trabajo. Luego, invita a una discusión general sobre cifras y perspectivas de la educación superior en Colombia, cuáles son los principales escenarios prospectivos y cuáles son las discusiones que aún se deben dar en función de la incorporación de nuevas tecnologías, especialmente la IA, en este escenario. En tercer lugar, realiza un recorrido por posibles ejes de discusión y búsqueda de regulación para el desarrollo y los usos de la IA en educación, donde también se explora cuáles pueden considerarse límites éticos (¿necesarios?) para la relación posible entre ética, educación e IA.

Siempre que se piensa y se escribe se hace desde algún lugar y con algún propósito que, para esta ocasión, busca visibilizar algunos de los derroteros que

han permanecido invisibilizados en el debate, obnubilados por la idea de lo nuevo, de lo deslumbrante, de optimizar tiempos y recursos, aunque no es muy claro para qué ni qué se hará con el tiempo recuperado con la ayuda de algunas IA; si acaso se trata de ser más productivos o si, quizás, se ha olvidado —como sostiene Ospina al hablar del desarrollo reciente y cuestionar cierta mirada romántica del progreso— que “sus maravillas están en las vitrinas y sus horrores en la trastienda” (2018, p. 159). Esto suele ocurrir, por ejemplo, con el impacto ambiental que también generan estos usos masivos y poco reflexivos, frente al cual no se puede ni se debe soslayar el hecho de que “generar un texto de 100 palabras en ChatGPT consume, en promedio, 519 mililitros de agua” (Parra, 2025, párr. 3).

Sin embargo, en esta disyuntiva se seguirá buscando apropiaciones críticas que planteen un uso alternativo de las nuevas tecnologías, que puedan ver en la IA un aliado para liberar del trabajo operativo, mecánico y repetitivo, pero que cuestionen, precisamente, la manera de hacerlo.² Que pongan el énfasis en los procesos y no solo en los resultados; que logren superar visiones reduccionistas centradas exclusivamente en la rentabilidad; que contribuyan a generar escenarios críticos y de reflexión educativa; y que, además, ayuden a localizar los debates internacionales en un país altamente dependiente en materia tecnológica como Colombia, caracterizado por la existencia de brechas sociales y digitales considerables como para pensar en un escenario de apropiación y proyección tecnológica, productiva y solidaria. Ese será parte del camino por recorrer, como una actividad que ha sido planteada y que se encuentra, felizmente, irresuelta.

Un debate inconcluso: tecnología, ambivalencia y (supuesta) neutralidad

El desarrollo de la tecnología ha traído, qué duda cabe, efectos benéficos para la mayoría de la población mundial: en términos médicos, de transporte, de producción de alimentos y bienes (a veces en exceso) o de acceso a la información, entre muchos otros logros. Un elemento central tiene que ver con la interconexión; en última instancia, la tecnología permite conectar formas humanas distantes en el tiempo y en el espacio. Como afirma Suleyman al respecto: “Desde la aparición de la

² Aunque es necesario explorar con mayor detalle algunos desarrollos en este sentido, puede considerarse interesante lo que se ha denominado *aprendizaje por refuerzo* (o *reinforcement learning*), que busca, precisamente, centrar el interés más en el proceso y en su comprensión que en el resultado. Se trataría de llevar, si cabe la comparación, la mayéutica socrática al desarrollo y aprendizaje de la IA. Lanier (2011) discute algunos elementos críticos iniciales para esta reflexión desde la perspectiva de un *humanismo digital*.

palabra escrita hasta los barcos de vela, la tecnología aumenta la interconectividad y contribuye a potenciar su propio flujo y difusión” (2023, p. 40). También lo plantea Harari (2014) cuando sostiene que el lenguaje es producto de la necesidad de cooperación, y esta resulta ser el principio del predominio de una especie, el *Homo sapiens*, sobre las demás. En su momento se trató de cooperar para construir relatos socialmente compartidos, como la moneda, la religión o las instituciones, lo que hoy puede estar en entredicho en función de otros discursos hegemónicos.

Por otra parte, aquí se quiere resaltar el carácter ambivalente de la mayor parte de las actividades humanas. Esto quiere decir que, así como se generan efectos que pueden entenderse desde una mirada alentadora, optimista y positiva, también ocurren otros que permanecen en la sombra, invisibilizados y que, al menos, invitan a cuestionar la idea de un progreso unilineal. En este sentido, Suleyman sostiene que la IA se ha constituido en “una herramienta poderosa para lograr un bien extraordinario, pero, como la mayoría de las formas de poder, también estaría plagada de inmensos peligros y dilemas éticos” (2023, p. 14). Se tiene así un primer elemento central para el análisis propuesto: la ambivalencia tecnológica. Es una dinámica que cobra mayor importancia si se reflexiona desde contextos tecnológicamente marginales o con incidencia mínima en el mercado mundial, como el nuestro.

Uno de los elementos implícitos en esta reflexión consiste en entender el movimiento y la orientación general de carácter económico en que se enmarca el desarrollo tecnológico. En este sentido, la tecnología no puede aislarse de la economía ni de la sociedad en la que se produce, como bien reconoce Zuboff (2020). No puede aislarse porque existe un contexto social (y material) en el que sus logros tienen implicaciones concretas. En algunos casos puede generar asombro y adscripción acrítica; en otros, rechazo generalizado, profundización de brechas sociales u otras consecuencias. En la historia contemporánea puede citarse la experiencia de los luditas (Vega, 2012), aquellos trabajadores del siglo XIX que volcaron su rabia y frustración contra las máquinas que los despojaron del trabajo en el marco de la primera y la segunda revolución industrial, ignorando quizá que las máquinas podían servir para liberar tiempo: tiempo de ocio y de desarrollo personal. Esto permite pensar que se trata de prácticas y reacciones recurrentes en la historia, aunque cambian, desde luego, con los mismos cambios tecnológicos. Desde el siglo XIX se ha debatido la necesidad de obtener más tiempo libre: la consigna de los movimientos obreros fue ocho horas para trabajar, ocho horas para estudiar y ocho horas para descansar, situación que en muchos lugares aún está pendiente de resolverse. En países como Colombia convergen en un mismo momento diversos

regímenes de organización del tiempo de trabajo: jornadas estables del empleo formal, disponibilidad extendida del trabajo digital, intermitencia del trabajo por horas, precariedad de la informalidad y tiempos muertos del desempleo.

Entonces, frente a los procesos históricos de mecanización y automatización que implican adelantos y desarrollos en diversos ámbitos de la vida social, también se presenta una importante reducción de empleos tradicionales. Sin embargo, hasta ahora esa reducción ha venido acompañada de la creación de otras formas de empleo, escenarios de inserción laboral alternativos y, por lo tanto, nuevas formas de cualificación y desempeño. Ha sido una constante, y valdría la pena preguntarse —anticipando las explicaciones subsiguientes— si ocurrirá lo mismo en esta ocasión o qué elementos podrían hacerla diferente. En cualquier caso, es importante reconocer que se trata de un proceso de creación humana; por ello se puede rastrear con claridad qué ocurrió y cómo se llegó a este punto, pero no es tan claro lo que pueda suceder en el futuro. Si bien no se trata de un proceso ineluctable o determinista, sí se generan ciertos escenarios de proyección. En este sentido, parece que quien no se adapta a estos procesos de transformación perece o es excluido. La marginalidad termina siendo una consecuencia no buscada de quien permanece desconectado, ya sea por iniciativa propia o por causa de su contexto social. Pero ¿qué puede significar eso en un país como Colombia, con brechas sociales y regionales tan pronunciadas?

Para Suleyman, además, es una ley inexorable que cada nueva tecnología tienda a expandirse, abaratar sus costos y generalizar su uso. Como él mismo señala:

Casi todas las tecnologías fundacionales que se han inventado, de las piquetas a los arados, de la cerámica a la fotografía, de los teléfonos a los aviones y todas las demás cumplen una única ley inmutable: se vuelven más baratas y más fáciles de usar y, con el tiempo, proliferan a lo largo y ancho del planeta. (2023, p. 9)

Esto significa que el consumo se expande lentamente hacia zonas tradicionalmente excluidas, donde se generan nuevos movimientos de apropiación tecnológica y se redescubren nuevas brechas de acceso, uso y consumo. Esta lectura se relaciona estrechamente con lo que menciona Rifkin (2014) a propósito del costo marginal cero. Según este autor, se encuentran presentes las condiciones para avanzar gradualmente hacia la gratuidad y democratización del proceso productivo, pasando del capitalismo de mercado al procomún colaborativo: un nuevo modo

de producción mediado por desarrollos tecnológicos que debe entenderse como trabajo colaborativo bajo la responsabilidad de diversos colectivos sociales. Aunque es difícil que esta situación se concrete bajo los designios hegemónicos de la productividad y la rentabilidad, que también se expresan en la obsolescencia, percibida y programada, no deja de ser interesante pensar en su realización efectiva o, al menos, en la posibilidad de erigir formas diferentes de organización.

En este escenario también resulta importante comprender qué cambios se han presentado en el mundo del trabajo, así como las nuevas formas de organización y de materialización de los adelantos tecnológicos mencionados. Entonces, se puede pensar en formas organizativas que funcionan sin un centro fijo, que promueven la descentralización y la ausencia de jerarquías bajo el auge de la producción posfordista, que logran subsumir la importancia del espacio geográfico, y diversas modalidades productivas asociadas al capitalismo digital y a los desarrollos de la IA en los últimos años. Se atraviesan, así, nuevas formas de organización del trabajo, del tiempo y del hacer: una producción que se caracteriza más por su estructura en red que por su jerarquía. A continuación, a manera de ilustración, se presentan algunos de los elementos más importantes que permiten comprender los diversos estadios y formas previas de organización:

1. **Fordismo.** Se trató de incorporar la ciencia y la medición al mundo del trabajo. Se caracteriza por la producción masiva de grandes series (por ejemplo, mil neveras), pocas variantes de producto, obreros no cualificados, grandes unidades de producción, organización burocrática y escasas actividades de I+D. Las diferencias entre tiempo de trabajo y tiempo libre eran muy claras, con fuerte inclinación hacia el primero. Existía, asimismo, poca movilidad social y laboral. Coincide históricamente con la primera mitad del siglo XX.
2. **Posfordismo o toyotismo.** Desde los años sesenta del siglo XX se consolidó una nueva forma de organización. Se buscó flexibilizar la producción para responder a necesidades cambiantes de los usuarios (por ejemplo, mil neveras con diferente color, tamaño o capacidad). Se caracteriza por una producción adaptada a la demanda, con grandes variantes; mayor cualificación e hiperespecialización del trabajo, lo que implicó, paradójicamente, pérdida de control del proceso por parte del trabajador, tecnologías programables y reorganización y descentralización productiva mediante la maquila. Entre otras consecuencias, el capital se desplaza libremente en busca de

apropiación más expedita de la riqueza a través de la desregulación laboral y la desterritorialización productiva. Tuvo su apogeo hasta finales del siglo XX.

3. **Capitalismo informacional o de vigilancia.** Desde comienzos del siglo XXI puede hablarse de una nueva fase (Zuboff, 2020), caracterizada por la difuminación entre jornada laboral y tiempo libre; pérdida continua de control sobre proyectos de largo plazo, lo que deja una sensación de fugacidad y deriva (Sennett, 2006). El elemento central de la producción es el conocimiento. Las herramientas tecnológicas asumen un papel protagónico en la producción, aunque bajo la orientación general del capital. Predomina un mundo virtual signado por redes sociales, desinformación o *fake news*. En términos laborales se avanza, con distintos niveles, bajo lógicas de precarización y pérdida de derechos reivindicados y obtenidos durante las fases anteriores.

Aunque estas fases convergen en espacios nacionales particulares, también se presentan nuevas formas de flexibilización laboral asociadas a la incorporación masiva de tecnologías al proceso productivo. En relación con los volúmenes de información, se transita hacia la vigilancia y la pérdida paulatina de la privacidad. Es decir, el problema central ya no está determinado por el acceso a la información, sino por los criterios de selección de esta. Un aspecto interesante es que la vigilancia ya no opera mediante el encierro y disciplinamiento del cuerpo, como lo analizó Foucault (2009) para pensar instituciones como la escuela, la clínica o la cárcel; ni mediante el control de mentes y comportamientos a través de cámaras o de la interiorización de un deber ser que se “modula”, como afirma Deleuze (1999). Se ha pasado a una organización en la que los usuarios entregan voluntariamente sus propios datos y colaboran con el insumo que permite el control ejercido por el sistema. Como sostiene Byung-Chul Han (2010), la sociedad se inserta en lógicas de cansancio y rendimiento exacerbado: la presión por parecer activos conduce a la autoexplotación bajo el discurso de la libertad. Se entrega gratuitamente lo que antes pertenecía al ámbito de la privacidad, imágenes, datos, deseos, temores y expectativas, y se incorpora, se vuelve cuerpo, la idea del éxito como consumo.

Si se pone un énfasis mayor en esta última parte, con el fin de comprender las nuevas formas y dinámicas de producción, se podrá constatar lo que menciona Zuboff (2020) de manera contundente, pues, según ella:

Desde que estamos embarcados en esta travesía, ciertos términos cuyos significados consideramos positivos o, cuando menos,

banales —*internet abierta, interoperabilidad o conectividad*—, han sido disimuladamente puestos al servicio de un proceso de mercado en el que los individuos tienen atribuido definitivamente el papel de medios para los fines mercantiles de otros. (p. 72)

Precisamente, se trata de tiempos vertiginosos en los que estas empresas han logrado transformar de manera unilateral las reglas de juego acordadas. Dentro del equilibrio inestable propio de la modernidad entre Estado, capital y trabajo, la balanza se ha inclinado inexorablemente hacia el capital y, por ello, las normativas y regulaciones estatales muchas veces terminan siendo funcionalizadas para los fines de las empresas tecnológicas. Esto se ha confirmado desde el momento en que Google, por poner un ejemplo, “decidió rastrear detalles personales, indexarlos y hacerlos accesibles desde todos los rincones de la red informática mundial [...] sin pedir permiso a nadie” (Zuboff, 2020, p. 78). El usuario deja de ser cliente potencial y, lentamente, es convertido en fuente de provisión de la materia prima del proceso: la información.

Esto ha quedado en evidencia con la apropiación, por parte de las grandes empresas tecnológicas, del espacio público y del rol activo que desempeñan en campañas políticas y escenarios electorales, como se ha hecho evidente en diferentes contextos, desde los Estados Unidos hasta Europa y otros países de la región (Applebaum, 2024), con la anuencia, siempre necesaria, del capital internacional.³ Pero otra cuestión de vital importancia es la generación de burbujas informáticas que dificultan cada vez más el diálogo y la comprensión de argumentos distintos de los que cada quien profesa. Por una u otra razón, se tiene la percepción de estar en posesión de la verdad y, por lo tanto, cualquiera que sostenga una mirada diferente frente a cualquier tema será considerado equivocado en el mejor de los casos o un enemigo que debe combatirse. Sin duda, mayor información no implica mayor conocimiento, ni supone *per se* la construcción de una sociedad más democrática, respetuosa de la diferencia y del Estado de derecho.

Asimismo, Suleyman (2023) reconoce dos grandes amenazas como resultado del auge tecnológico reciente: la amenaza a la privacidad y el auge de información errónea.

³ Causó cierto malestar mediático la decisión del periódico *The Washington Post* de censurar la publicación de una caricatura de uno de sus periodistas, en la que se aludía, a través de la sátira, a los empresarios de las grandes compañías tecnológicas rindiéndole pleitesía a una estatua de Trump, junto a varias bolsas llenas de dinero, a manera de ofrenda. Tras la censura, el periodista decidió renunciar. Puede consultarse su carta de renuncia y la caricatura en cuestión en Telnaes (2025).

En relación con la privacidad, resalta elementos orientados cada vez más hacia la personalización e, incluso, el perfilamiento de datos, un tema que merece la mayor atención frente a las dinámicas generales ya mencionadas. Si además se consideran otras características que este autor atribuye a las nuevas tecnologías, su carácter universal, su evolución vertiginosa, su impacto asimétrico y su creciente autonomía (p. 27), se configura un escenario que invita a reflexionar sobre la apropiación diferencial por parte de distintos sectores, la exclusión de otros, los sesgos en la información producida y las estructuras de cambio permanente, incluso antes de pensar en un eventual escenario de regulación.

En cuanto a la amenaza a la privacidad, conviene considerar un aspecto ligado especialmente al auge de las redes sociales y al uso de nuevas tecnologías. Se trata de un tránsito impensable hace unas décadas, pues subvierte la lógica de la identidad: ahora cada quien maneja una especie de avatar y puede devenir en otros, múltiples y contradictorios. El anonimato generalizado de la web puede generar efectos todavía difíciles de calcular en sociedades democráticas, aunque ya es posible advertir otros relacionados con mayor agresividad, odio y polarización entre quienes interactúan, todo ello bajo el amparo del anonimato y la impunidad. Está por estudiarse si algunos de estos efectos patológicos se quedan en la red o si pueden trasladarse a contextos más presenciales.

Un ejemplo reciente se relaciona con el aislamiento cada vez más voluntario de la población más joven, el ensimismamiento frente al mundo que circula en términos informativos, de entretenimiento o laborales. Según un estudio divulgado por la *RRHH Digital*, un “tercio de los profesionales de la generación Z (37 %) afirman que no disfrutan del ambiente de trabajo en equipo, de los que casi la mitad (49 %) declaran que trabajan mejor solos” (2023, párr. 4). Esto puede redundar en escasas habilidades comunicativas y de empatía. Aunque parezca contradictorio porque las tecnologías también son herramientas de interacción social; esa interacción parece no generar vínculos afectivos sólidos y sí propiciar escenarios de ciberacoso y *bullying* entre sus consecuencias más extremas.

De este modo, bajo la premisa de que la tecnología no puede ser neutral en el marco de la sociedad del conocimiento, pero de que es necesario perseverar en el propósito de convertirla en aliada para ciertas batallas, surgen dos escenarios relevantes. El primero es la autorregulación de las empresas tecnológicas, es decir, la posibilidad de revisar y evaluar el impacto generado por las nuevas tecnologías

en distintas esferas de la vida social y, en ese intervalo, ajustar, corregir y proyectar lo que sea necesario para el bienestar colectivo. Esto implica poner en cuestión los dos valores fundantes mencionados al inicio del capítulo: la productividad y la rentabilidad. Seguirá siendo una apuesta estructural que, infortunadamente, no garantiza un campo sólido de acción, pues no se trata de organizaciones democráticas susceptibles de regulación bajo lógicas altruistas; más bien, constituyen una expresión de las profundas dificultades para construir sociedades auténticamente democráticas, con controles y contrapesos efectivos.

El segundo escenario es la posibilidad de la contención⁴. Se trata de una estrategia orientada a limitar el impacto del uso de ciertas tecnologías y a reducir las consecuencias de una gestión guiada exclusivamente por el lucro y la productividad. En este sentido, conviene pensar qué elementos pueden emplearse como herramientas colaborativas en los procesos de formación académica y qué competencias requieren los más jóvenes, pues no puede asumirse que se trata únicamente de exigencias del mercado. Desde una perspectiva de formación integral, se necesitan profesionales autónomos y críticos, pero también buenas personas y buenos ciudadanos. Esto exige potenciar elementos transversales en los diseños curriculares y en cursos electivos. Martha Nussbaum (2016) ha abordado la importancia de las artes y las ciencias humanas, y podría añadirse la investigación, para la construcción de sociedades democráticas, preocupación más que justificada en el contexto actual. Quizás puedan pensarse alternativas de regulación bajo preceptos éticos y de convivencia (aprender a convivir), sumados a los ya tradicionales pilares de aprender a ser, a conocer y a hacer (Unesco, Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI, 1996). Con todo, debe quedar claro que no se trata, bajo ninguna consideración, de pensar en su prohibición.

Esta discusión general puede servir como eje articulador de los temas que se abordan a continuación. Por una parte, revisar el escenario de la educación superior y cómo su cotidianidad y estructura se han visto transformadas por los avances tecnológicos más recientes, en particular la IA. Por otra, examinar el contexto en el que la educación más tradicional parece perder terreno de manera gradual. Desde una perspectiva complementaria, en el acápite final se discutirán posibles escenarios de regulación o contención, tanto en términos normativos como desde la experiencia educativa y docente.

⁴ Suleyman afirma que “durante la mayor parte de la historia, el reto de la tecnología consistía en la creación y la liberación de su poder. Ahora es al revés: el reto radica en la contención del poder desatado y en garantizar que siga prestándonos servicio tanto a nosotros como al planeta” (2023, p. 71).

Educación superior en Colombia: la permanencia del cambio

La coyuntura de la pandemia mundial generada por el COVID-19 permitió a las instituciones de educación superior (IES) iniciar una acelerada etapa de transición hacia la utilización masiva de nuevas tecnologías en las diversas actividades que desarrollan. No fue un fenómeno completamente nuevo, pero sí se vio intensificado por las particularidades del momento. Dentro de esos múltiples desarrollos, han logrado posicionarse en la discusión pública, tanto por sus riesgos como por sus

potencialidades y, en cualquier caso, por los impactos que pueden generar, los temas relacionados con la IA. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Colombia (PNUD), es fundamental avanzar en la capacitación sobre sesgos algorítmicos, perspectiva de género y derechos humanos, dirigida a todas las personas involucradas en las distintas etapas del ciclo de vida de la IA (2024, p. 13).

Si bien no se trata de un desarrollo reciente, lo que posteriormente sería denominado como IA tiene antecedentes que se remontan a 1956, con la conferencia *Summer Research Project on Artificial Intelligence*, llevada a cabo en Dartmouth, Estados Unidos, así como en los desarrollos posteriores conocidos como *machine learning* y, luego, en la década de 1980, *deep learning* (Sayad, 2024, p. 57). Desde entonces, su presencia en la agenda pública ha sido considerable, así como su impacto a través del *big data*, nuevos desarrollos, aplicaciones y fuentes de información. Además, está presente en la mayor parte de las actividades realizadas mediante dispositivos móviles y en múltiples ámbitos sociales, económicos y productivos.

En términos generales, más allá de los cambios constantes, puede definirse la IA como “that machines which are based on AI, or on ‘cognitive computing’, are potentially capable of imitating or even exceeding human cognitive capacities, including sensing, language interaction, reasoning and analysis, problem solving, and even creativity” (Unesco, World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (Comest), 2019, p. 3). Se trata de poner el acento en su capacidad de reformulación, aprendizaje y eventual toma de decisiones. Desde luego, requiere acceso a bases de datos que los seres humanos alimentan de manera permanente; sin embargo, resulta innegable su desarrollo exponencial en la actualidad y en los próximos años. Como sostiene Suleyman, en un futuro cercano “estas tecnologías podrán hablar, razonar e incluso actuar en el mismo mundo que nosotros. Tendrán unos sistemas sensoriales que serán tan buenos como los nuestros” (2023, p. 89).

Ahora bien, para el país, el desarrollo de la IA implica nuevos desafíos y retos en la consolidación de prácticas que apropien estas y otras herramientas. Esto exige identificar las principales problemáticas del sector de la educación superior y evaluar en qué medida estas tecnologías pueden contribuir a su comprensión y solución. En términos amplios, pueden retomarse las palabras de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), cuando afirma que en los últimos años se ha:

avanzado en profundizar en nuevas metodologías pedagógicas, en la implicación de la tecnología y de los procesos de digitalización en la enseñanza, así como en la construcción de modelos híbridos y flexibles o en competencias pedagógicas más contextualizadas. Sin embargo, en tal proceso se producen disrupciones como la generada por la inteligencia artificial que, aunque en nuestro día están instalados casi de manera imperceptible, sabemos poco sobre sus implicaciones en el campo de la educación. (2023, p. 4)

Esto plantea varios escenarios por explorar, en la medida en que la IA dejó de ser una construcción ficcional o “imperceptible” para convertirse en una realidad presente en múltiples campos de la vida cotidiana. Ofrece opciones que permiten superar tareas operativas, pero también exige reflexionar sobre sus alcances, límites y riesgos en el ámbito educativo. Por ello, la reflexión debe involucrar los usos posibles y reforzar la mirada ambivalente ya expuesta.

Entre las múltiples dificultades que presenta el sector de la educación superior, puede coincidir con un diagnóstico inicial como el que plantea el profesor Cajiao, quien sintetiza diversos informes en los que se alude, entre otros aspectos, a la difícil articulación entre subsistemas formativos. Señala un real

aumento de brechas de calidad, deserción en la educación superior, cierre de colegios, renuencia de los adolescentes que terminan el bachillerato para ingresar a la universidad, aumento de casos graves de salud mental en estudiantes y maestros, amén de los múltiples problemas administrativos que afectan el sector. (2025, párr. 2)

En este sentido, se trata de problemáticas multidimensionales ya estudiadas en el ámbito educativo. Incluso, podría añadirse un elemento central para pensar una educación superior de calidad: la necesidad de integrar a los actores intervinientes, es decir, regiones, subsistemas y poblaciones. En el país se presenta lo que Cárdenas

et al. (2021) denominan un *apartheid educativo*, caracterizado por la separación de poblaciones según su origen social y por la imposibilidad de integración. Esto redundaría en crecientes índices de desigualdad en términos de acceso y oportunidades.

No obstante, el diagnóstico no es exclusivamente negativo. Como se muestra en un trabajo anterior, existen avances en términos de acceso y cobertura en educación superior en la mayor parte de países de América Latina. Para el caso de Colombia, según datos de Snies, se logró un importante aumento en esta tasa al pasar de 43.93 % al 54.92 % en un periodo comprendido entre 2011 y 2023 (Montealegre, 2024, p. 40). Se trata de un aumento significativo, aunque aún distante de las tasas de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), cercanas al 80 %. Persisten, además, fuertes brechas regionales: cerca del 70 % de la oferta educativa se concentra en las cinco principales ciudades capitales, y más del 35 % de los programas académicos corresponde a ciencias administrativas e ingeniería, entre otros aspectos por considerar. El Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2013) ya había advertido sobre los riesgos de no avanzar hacia una educación inclusiva, al identificar brechas entre regiones, instituciones y grupos poblacionales. Estos elementos permiten caracterizar las circunstancias actuales y plantean la necesidad de actualizar retos y posibilidades, así como de pensar y diseñar estrategias de adaptación y apropiación tecnológica sin perder de vista el contexto social en el que se inscriben.

Durante siglos, el acceso al conocimiento fue un problema de limitación y exclusión sobre el cual se fundamentaron diversas formas de organización social. Ese panorama cambió como uno de los efectos propios de la modernidad. En la actualidad, el problema ya no es el acceso a la información, sino el exceso de esta. En un horizonte saturado de datos, ¿con qué herramientas pueden los jóvenes discernir qué información resulta verosímil y cuál no?, ¿qué fuentes son confiables y cuáles cuestionables? En este contexto adquieren relevancia las competencias asociadas a la Alfabetización Mediática e Informacional (AMI) (Durán y Machuca, 2018): habilidades orientadas al uso adecuado de fuentes, al análisis de su calidad, limitaciones y posibilidades, así como a la necesidad de contrastarlas. Como señala Pastor, “nos encontramos en una sociedad digital, culturalmente diversa y compleja, en la que no basta con saber leer y escribir para estar alfabetizado” (2019, p. 63).

En definitiva, es fundamental tomar distancia de posiciones extremas: de un lado, la que considera la tecnología como elemento alienante que impediría la apropiación temática por falta de memorización; de otro, la que la presenta como

solución automática a las problemáticas educativas e incluso como sustituta de la pedagogía, bajo la premisa de que la forma desplaza al contenido. Se trata, más bien, de comprender y adaptarse sin perder de vista los riesgos e intereses que atraviesan cualquier contexto social e histórico. Uno de los aspectos que ha generado un auge significativo de publicaciones y reflexiones es la incorporación masiva de la IA en el aula. Diversos estudios recientes (Kroff *et al.*, 2024; León y Viña, 2017; López *et al.*, 2023) muestran que su integración plantea oportunidades relevantes, pero también desafíos complejos. En este escenario, el desarrollo del pensamiento crítico, entendido como la capacidad de imaginar escenarios alternativos al estado actual de cosas, emerge como elemento esencial para aprovechar las herramientas tecnológicas emergentes.

Según Romaní y Macedo (2024), la eficacia de herramientas como la IA generativa no depende únicamente de su capacidad técnica, sino también de factores humanos: el nivel de pensamiento crítico de los estudiantes, la calidad de los resultados generados, la facilidad de uso percibida y la influencia social que estas ejercen. Esto conduce a reflexionar sobre la proliferación de tecnologías en oleadas, tendencia que, según Suleyman (2023), refleja el empeño humano por perfeccionar sus capacidades y transformarse en el *Homo technologicus*. Sin embargo, esta aspiración no está exenta de tensiones y ambivalencias.

Se plantea que la IA podría representar una respuesta para que la educación se adapte a los requerimientos del mundo digital (Schleicher, 2018), mediante propuestas como la personalización del aprendizaje, la automatización de labores administrativas y el fortalecimiento de habilidades tecnológicas (Miranda *et al.*, 2022). No obstante, junto a estas posibilidades surgen dilemas: el eventual desplazamiento de empleos en el ámbito educativo (Barrios *et al.*, 2020) o la restricción del ambiente de aprendizaje, con el riesgo de convertir el proceso formativo en una secuencia operativa, repetitiva y lineal, con escaso margen para el descubrimiento. En otros contextos se vivió la problemática asociada al uso acrítico de la información disponible, lo que puede repetirse más allá del desarrollo asociado a las IA.

Las herramientas impulsadas por IA tienen el potencial de romper barreras lingüísticas, traducir artículos académicos y hacerlos accesibles a una audiencia más amplia. Sin embargo, detrás de este aparente progreso tecnológico emerge un panorama mucho más complejo y preocupante. La integración de IA generativa en la producción y gestión del conocimiento académico no solo plantea cuestiones técnicas, sino dilemas éticos y existenciales que desafían los fundamentos mismos

de lo que entendemos por *conocimiento*. Verdegay *et al.* (2021) advierten sobre los riesgos de una dependencia exclusiva de la IA para la toma de decisiones y subrayan la necesidad de una supervisión humana rigurosa que garantice la calidad e integridad de los resultados de la investigación. Pero ¿qué sucede cuando esta supervisión se debilita o se abandona en aras de la eficiencia? ¿Qué ocurre cuando los usos posibles se vuelven parte de la rutinización de la experiencia?

Nos encontramos ante una auténtica aventura hacia el “laberinto del destino”. La práctica docente en el aula, ya frágil frente a los embates de la modernización tecnológica, enfrenta ahora una nueva amenaza: la transformación de la educación en un mero ejercicio de traslación de información, camuflada como conocimiento. Lo que antes era la repetición mecánica de lo que el docente decía; después fue la actividad de copiar lo que en internet se encontraba; y ahora se convierte en la reproducción automatizada de lo que las herramientas de IA generan. En lugar de formar individuos críticos, capaces de cuestionar y reinterpretar el mundo, estamos formando una generación de *agentes pasivos*, como podría decir Bauman (2001), adaptados perfectamente a los intereses de sistemas tecnológicos cada vez más poderosos. Estas herramientas, lejos de democratizar el conocimiento, pueden reforzar las dinámicas de exclusión y control propias de nuestras sociedades líquidas modernas. Las grandes corporaciones tecnológicas, indiferentes a las consecuencias humanas de sus productos, priorizan la acumulación de datos y beneficios económicos sobre el bienestar social (López *et al.*, 2023). En este contexto, el uso inconsciente de la IA en la educación no solo reproduce las desigualdades existentes, sino que también nos aliena aún más, al convertir a los estudiantes en meros consumidores de información predigerida, incapaces de discernir entre lo significativo y lo irrelevante, entre lo verosímil y lo cuestionable.

La tecnología ha exacerbado el carácter líquido de la sociedad moderna al crear un sistema de *comunicación líquida* que, aunque facilita el acceso a la información, encierra a los usuarios en burbujas informáticas o digitales (Bauman, 2001; Harari, 2024). Estas burbujas limitan su visión del mundo y refuerzan sesgos alimentados por valores implícitos en las plataformas tecnológicas. Este fenómeno, junto con el debilitamiento de las instituciones tradicionales, refleja una preocupante paradoja: mientras se busca certidumbre en la tecnología, se sacrifican la diversidad y la profundidad en el conocimiento y se perpetúan dinámicas de alienación y control. No se trata de cuestionar el uso de la IA en sí mismo, sino de reflexionar sobre cómo este uso, cuando carece de conciencia crítica, puede perpetuar un ciclo de dependencia y conformismo. La pregunta clave no es si podemos integrar la IA en

la educación, sino qué tipo de humanidad queremos preservar en un mundo donde la tecnología está redefiniendo quiénes somos, cómo pensamos y qué valoramos. ¿Estamos dispuestos a sacrificar nuestra capacidad de pensar autónomamente en nombre de una supuesta eficiencia? O, peor aún, ¿estamos dispuestos a permitir que otros decidan por nosotros qué significa aprender y enseñar?

Es necesario considerar estos y otros interrogantes para replantear el escenario, las apuestas y las posibilidades de la educación en medio de un contexto tan complejo como el descrito. En ese sentido, es importante cuestionarse por los posibles impactos que genera la IA en el desarrollo del pensamiento crítico. Sin duda, uno de los principios orientadores propios de la modernidad, vinculado con la educación, es la posibilidad de contribuir a la generación de seres autónomos, con criterio propio, críticos y propositivos frente a las problemáticas de su área de conocimiento y de su propio entorno. Todo, absolutamente todo, es debatible y cuestionable; por ello el epígrafe seleccionado para este capítulo, pero también la apuesta para que cualquier temática sea abordada bajo una premisa de transformación y cambio constante. Desde esta perspectiva, como muestra Sayad (2024), más allá de las dificultades en la definición del término pensamiento crítico, este se ha convertido en un eje articulador de las más disímiles propuestas, pero también se ha consolidado en un común denominador de lo que se espera como resultado del proceso formativo. En sus orígenes contemporáneos, puede pensarse en la importancia de las diferentes generaciones de la Escuela de Frankfurt, su noción de teoría crítica y la necesidad de transformar algunos elementos de la sociedad existente para contribuir a su emancipación. De ahí la importancia de este concepto y el salto al terreno de la cultura y la educación durante la segunda mitad del siglo anterior.

A manera de síntesis, en atención a Sayad (2024) y a su interpretación del pensamiento del pensador norteamericano John Dewey, puede sostenerse que, cuando se habla de esta capacidad crítica tan importante en el desarrollo del pensamiento, hay que tener en cuenta que

se caracteriza por tener un propósito moral, que garantiza el aprendizaje del individuo, pues asegura la comprensión y el sentido de una etapa educativa a otra; una reflexión sistemática, rigurosa y disciplinada del pensamiento basada en la investigación y el método científico, que debe darse en la comunidad y en la interacción entre los individuos; y, finalmente, requiere actitudes

que valoren el crecimiento intelectual del individuo y del grupo. La escuela es lugar de encuentro y, por tanto, de pensamiento y experimentación. (p. 47)

Un primer elemento de reflexión sería preguntarse si las nuevas tecnologías, en particular la IA, contribuyen a reforzar o a enriquecer estos elementos asociados al pensamiento crítico. Desde una perspectiva moral, ¿qué sería lo bueno: centrar la atención en el proceso de aprendizaje o en el resultado obtenido? Hasta este punto, parece que, desde la perspectiva laboral y educativa, ha primado el interés por el resultado. Es la forma privilegiada en que se ha apropiado la IA para la realización de actividades, consultas, trabajos y demás. Podría pensarse en un uso diferente, que también existe; pero, en términos generales, predomina lo que ya se mencionó. En segundo lugar, valdría la pena considerar si se ha hecho un esfuerzo consciente por mantener, apropiarse y experimentar con el método científico para la obtención de conocimiento. De nuevo, esto pasa por identificar que se trata de un proceso, con más o menos niveles de análisis e interpretación, en el que el usuario comprende cuál es el resultado obtenido y de dónde proviene la información suministrada.

De nuevo, tampoco es lo que parece ocurrir en la cotidianidad. En este sentido, ¿qué tanto se puede aprender cuando el propósito central parece ser el entretenimiento sin esfuerzo, el resultado, como ya se dijo, y la idea de ser más productivo? Cuando se genera cada vez mayor dependencia de las ayudas tecnológicas para pensar o para escribir, ¿se puede hablar de mayor autonomía o de pensamiento propio? Según García (2025), cerca del 84 % de los estudiantes en el país utilizan a diario la IA generativa para la realización de actividades escolares y, definitivamente, hacer un buen uso de la herramienta forma parte de un proceso en gestación. Por otro lado, para Puche (2025) es fundamental vincular la implementación de la IA a prácticas educativas basadas en la integridad académica, fomentando una cultura de honestidad y respeto mutuo en el entorno de aprendizaje.

Estas breves reflexiones deben ser un llamado a seguir considerando los debates y críticas para identificar qué cambios se necesitan en el sistema educativo. Se trata, desde el punto de vista organizativo, de considerar formas de organización más horizontales y democráticas; de incorporar en los currículos elementos de reflexión sobre los más variados temas; de no contribuir a la separación artificial entre teoría y práctica; de imaginar formas alternativas a la calificación y la nota; y también de revisar el rol administrativo. Pero, además, la noción de alumno debe

cambiarse, desde luego, y con ello el rol central del profesor como poseedor único del conocimiento: es parte del proceso de descentralización de la producción del conocimiento. Se trata de una apuesta política muy interesante. Las etimologías de la palabra alumno no son claras: una vertiente habla de “sin luz” y de todo lo que implica su consideración más tradicional; pero hay otra que menciona su origen en la palabra latina *alere*, que puede entenderse como alimentar o nutrir (Domínguez, 2018). Más que un estudiante que debe alimentarse de lo que el profesor ofrece, puede entenderse como un intercambio de saberes, de conocimientos, de ágapes, de comidas, sabores y todo lo demás. Sería como el festín, encuentro e intercambio del conocimiento.

En este sentido, también resulta urgente pensar en actuales y futuros escenarios de regulación sobre el uso de la IA y de otras expresiones tecnológicas en la educación. Un primer elemento de reflexión es que, con cambios tan vertiginosos, los documentos de política pública se generan cuando las problemáticas que se querían contemplar empiezan a cambiar. Es una dinámica difícil de comprender y mitigar. Un segundo aspecto importante es que existirá, necesariamente, una gran distancia entre la norma y su orientación regulatoria, y la dinámica de la vida social. Finalmente, deben considerarse algunas expresiones de inconformidad y rebeldía que harán caso omiso de los marcos regulatorios. Con estas variables en mente, avanzamos hacia el tercer y último acápite en este documento.

IA, ética y educación: escenarios posibles (y necesarios)

El auge reciente de la IA se ha convertido en una oportunidad para estados y actores participantes para pensar y proyectar posibles escenarios de regulación en esta materia, bajo la premisa de que no todos los efectos posibles son positivos y de que, frente a los retos o riesgos, es importante empezar a actuar con la mayor prudencia. De hecho, la mayoría de la documentación disponible reconoce los efectos negativos o dispares que puede generar un uso no controlado de la IA⁵ y la necesidad de regirse por prácticas éticas. En ese sentido, se entiende la ética como una estructura prescriptiva de carácter deontológico (deber ser), que se erige en una guía que promueve las relaciones desde una perspectiva global, pluricultural e interdependiente.

⁵ Por ejemplo, el documento de la OCDE reconoce, frente a la implementación de sistemas IA, posibles “efectos dispares” en relación con “las sociedades y las economías y sobre todo en relación con los cambios económicos, la competencia, las transiciones en el mercado laboral, las desigualdades y las implicaciones para la democracia y los derechos humanos, la privacidad y la protección de datos y la seguridad digital” (2024, p. 3).

Precisamente, en el escenario internacional se cuenta con el documento *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial* de la Unesco (2021), en el que se sugiere a los Estados miembros —por su calidad de actores en materia de IA y por estar en condiciones de legislar en la materia— tener en cuenta, de manera voluntaria, el contenido del documento. Uno de los temas más interesantes tiene que ver con el reconocimiento de nuevos desafíos éticos que “surgen [...] por el potencial de los algoritmos de la IA para reproducir y reforzar los sesgos existentes, lo que puede exacerbar las formas ya existentes de discriminación, los prejuicios y los estereotipos” (p. 66). Posteriormente agrega que, en el marco de los desarrollos tecnológicos existentes, puede preverse que, a largo plazo, los

sistemas de IA podrían disputar al ser humano el sentido especial de la experiencia y la capacidad de actuar que le son propios, lo que plantearía nuevas inquietudes sobre la autocomprensión, la interacción social, cultural y ambiental, la autonomía, la capacidad de actuar, el valor y la dignidad del ser humano, entre otras. (pp. 66-67).

La paradoja más preocupante es que las organizaciones que hoy producen y manejan la mayor parte del conocimiento, con un impacto significativo en la vida diaria de las personas, operan bajo estándares regulatorios más laxos que las instituciones educativas: una especie de desigualdad normativa que incrementa el riesgo de abusos, sesgos algorítmicos y violaciones a los derechos individuales, afectando negativamente a la sociedad en su conjunto (Monasterio, 2017). En el caso de la Unesco (2021), el documento recopila una serie de principios que expresan el sentido de bien común en la construcción del sistema internacional y alude a la necesidad de protección de los derechos humanos, las libertades fundamentales y la dignidad; a la importancia del medio ambiente, la diversidad y la inclusión; y al derecho a vivir en sociedades pacíficas e interconectadas, entre otros aspectos. Problemáticas actuales cuya caracterización pasa, precisamente, por una mayor ampliación de las voces existentes y, quizás, por una mayor transparencia en el uso y tratamiento de la información de la que se dispone.

En una perspectiva similar se encuentra la serie de recomendaciones del Consejo de la OCDE sobre IA (2024). Allí se enuncian también una serie de principios rectores que deberían considerarse al momento de pensar las implicaciones de la IA. Entre los principios que se mencionan se encuentran: 1) crecimiento inclusivo,

desarrollo sostenible y bienestar; 2) respeto por el Estado de derecho, los derechos humanos y los valores democráticos, incluidos la equidad y la privacidad; 3) transparencia y explicabilidad; 4) solidez, seguridad y protección de datos; y, finalmente, 5) responsabilidad. En ocasiones es importante atender no solo a lo que figura en los documentos y a la distancia natural que existe con la práctica concreta, sino auscultar lo que no se dice de manera explícita. La preocupación y exposición de esta serie de valores, las sugerencias a los Estados y las alertas esgrimidas son, sin duda, parte del escenario y de las preocupaciones que deben valorarse frente a las acciones futuras.

Un elemento adicional, relacionado con la información que circula libremente por la web, tiene que ver con un precedente jurídico bastante llamativo. Se trata de una sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea (TJUE) sobre el derecho al olvido y a la prescripción de información que circula en la web y que es indexada a través de Google y otros buscadores (Zuboff, 2020, p. 74 y ss.). Como lo presenta esta autora, se trata de precedentes que plantean la exigencia de resistir la voluntad de las grandes corporaciones tecnológicas a través de la legislación vigente y de poner freno a la información que circula sin control aparente. En tiempos de IA, con el desarrollo de *deep fakes* o información falsa mediante producción audiovisual, es un elemento muy importante que considerar en escenarios concretos. Si se revisa el caso desde una perspectiva más cercana, “para el primer trimestre de 2024, en Colombia se ha evidenciado un crecimiento del 433 % respecto del número de incidentes relacionados con fraude mediante utilización de *deep fakes*” (citado en Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2025, p. 66). Es importante saber que, pese a la falta de regulación en la materia, no se pueden transgredir las normas ya aceptadas en la realidad en el marco del ciberespacio. Otro ejemplo lo constituye la demanda interpuesta por *The New York Times* frente a OpenAI por vulneración de los derechos de autor (Grynbaum y Mac, 2023). Si bien es un tema que puede tomar varios años, será un precedente importante cuando se vuelva sobre estas temáticas.

Desde una perspectiva académica se han dado discusiones en relación con dos temas centrales: por una parte, la colonización de los datos y, por otra, el impacto ambiental que también se genera por la sola utilización de la IA. En esta línea argumentativa se cuenta con el estudio de Vargas (2023), quien plantea una necesaria descolonización de datos, pues el momento actual sería la expresión de diversos tipos de colonización previa que han contribuido a instaurar una serie de patrones hegemónicos de “orden racista y patriarcal” (p. 7) en las formas mismas de producción de conocimiento. Esto pasa también por formas de precarización laboral cada vez

más apremiantes, asociadas a algunas actividades que han empezado a adelantarse en países de la región como Venezuela y Argentina. En ese sentido, dicho proceso de descolonización pasa por “la construcción de autonomía tecnológica, lo que requiere construir lenguajes de programación plurales y multilingües que puedan codificar la realidad de manera relacional como en la cartografía aborígen, en lugar de atomizada como en el simbolismo” (p. 14).

Esto se debería sumar, qué duda cabe, a formas de organización más democráticas que vislumbren otros procesos cognitivos, que problematicen las implicaciones éticas y políticas de no tener control sobre los algoritmos y que, finalmente, puedan entender que la apropiación tecnológica debe implicar libertad para inventar, trabajar e innovar, pues lo contrario es asimilación o imposición. Como afirma Mendoza (2025), no es un secreto que en la actualidad se presenta cierto perfilamiento de los gustos e intereses de la población, al punto de generar burbujas informáticas en las que, a través del algoritmo, se suministra permanentemente la misma información a las personas. No hay búsqueda, contraste ni equivocación; es lo que él denomina “nuevas tribus digitales” (párr. 9), que también son una expresión más de esa concentración del poder político y económico a partir de los datos de los usuarios, los cuales hacen tan próspero el negocio para las grandes compañías, cuya única ideología es, precisamente, la rentabilidad. Es aún más preocupante que varios servicios de herramientas de IA utilizadas para el quehacer académico ofrezcan versiones gratuitas con funcionalidades restringidas, mientras que sus capacidades completas están reservadas para usuarios que pagan suscripciones. Herramientas como Claude y ChatPDF presentan límites claros en sus versiones gratuitas, lo que dificulta su uso efectivo en entornos académicos (Pizarro-Romero, 2024), problemática que se aúna a las ya descritas.

Una prueba de lo anterior se relaciona con el segundo elemento en consideración: el impacto sobre el ambiente. En este sentido, puede resaltarse la lectura institucional que se hace frente a las dificultades normativas y de regulación en la materia, pues es importante entender que

En el impacto de IA para el ambiente, se sabe que el desarrollo, mantenimiento y desechos de la tecnología vienen con una enorme huella de carbono. Según investigaciones, desde el 2012, la cantidad de poder computacional requerido para entrenar los más avanzados modelos de IA se ha duplicado cada 3,4 meses. Para el

2040 se espera que las emisiones de la industria de las TIC alcancen el 14 % de las emisiones globales. (citado en DNP, 2025, p. 38)

Es un tema sobre el que también es necesario reflexionar, pues lo que está en juego es la sostenibilidad misma del sistema y la responsabilidad con el futuro. Sin duda, se trata de una preocupación muy presente en las nuevas generaciones, pero cuyo impacto desde la IA ha tendido a invisibilizarse o a no discutirse suficientemente.

De manera complementaria, en materia de política pública se cuenta con diversos documentos, entre los que puede mencionarse el Documento Conpes 4144 de 2025. Aquí se reconoce que hay elementos que no cuentan con la suficiente regulación, por ejemplo, en relación con el impacto ambiental. En términos generales, plantea un diagnóstico que implica múltiples retos futuros para pensar en dinámicas propias del contexto nacional antes de vislumbrar escenarios de desarrollo de la IA: en términos de cobertura, accesibilidad e infraestructura. Llama mucho la atención la referencia a un estudio de la Unesco en el que se aduce que la población colombiana se ha clasificado según su nivel de habilidades TIC, logrando competencias básicas en el 34.7 % de la población, 26.4 % en nivel intermedio y apenas un 4.6 % en un nivel avanzado (DNP, 2025, p. 62), lo que traduce la importancia de avanzar en términos de cualificación más allá del sistema de educación formal y plantea un fuerte reto en términos de cobertura educativa, pero también frente a problemas estructurales como la informalidad en el país, que está por encima del 60 %.

Este recorrido nos permite conectar con un elemento central en la estructuración de este documento: la educación. Uno de los retos que deben asumir los docentes en el ámbito educativo actual es el uso indebido o excesivo de herramientas de IA por parte de los estudiantes en el desarrollo de sus actividades académicas (Puche, 2025). Esta situación se ha vuelto cada vez más compleja, dado que, al presentarse tareas o proyectos, muchos estudiantes recurren a dichas herramientas sin comprender realmente los contenidos generados por la IA y, aun así, presentan sus trabajos. En múltiples ocasiones, cuando se les cuestiona sobre los conceptos expuestos en dichas producciones, no son capaces de responder ni de justificar lo entregado, lo cual refleja una actitud de dependencia frente a las tecnologías emergentes y una credibilidad acrítica frente a su veracidad.

Un estudio realizado por Stojanov *et al.* (2024) destaca la diversidad en el uso de ChatGPT entre estudiantes universitarios, identificando cinco perfiles diferentes: “usuarios versátiles de baja dependencia”, “buscadores de conocimiento”, “aprendices proactivos”, “delegadores de tareas” y “usuarios integrales”. Aunque,

en general, el nivel de dependencia del *chatbot* es bajo, los autores encontraron diferencias significativas en función del perfil. Los “usuarios integrales” y los “buscadores de conocimiento” mostraron mayor alfabetización en IA, actitudes más propositivas hacia ChatGPT y un uso más crítico de la herramienta. Por otro lado, los “delegadores de tareas” presentaron un riesgo mayor de mal uso académico al emplear la IA sin una reflexión crítica. Se trataría también de establecer diversos tipos de IA, algunas especializadas, que permitan atender a las necesidades de formación del usuario, a la edad y a otras características importantes.

Con todo, este fenómeno pone en evidencia una creciente confianza por parte del estudiantado en los resultados automatizados, orientada principalmente hacia la obtención de una calificación, más que hacia el aprendizaje significativo o la reflexión crítica. Ante esta realidad, se hace necesario replantear las dinámicas didácticas empleadas en la elaboración de actividades académicas, no desde una lógica prohibicionista respecto al uso de herramientas tecnológicas, sino promoviendo estrategias pedagógicas que incentiven el cuestionamiento de la información generada por la IA. Beneite-Martí (2024) afirma que su uso plantea importantes desafíos éticos: los sesgos en los datos pueden reproducir discriminaciones raciales, de género o sociales, afectando decisiones como la asignación de becas o evaluaciones académicas; la privacidad de los datos educativos requiere una protección rigurosa, especialmente cuando se recopilan emociones y comportamientos; y existe el riesgo de generar dependencia tecnológica que limite el desarrollo del pensamiento crítico y creativo. También resulta fundamental abordar el tema de qué fuentes se consultan, así como la correcta elaboración de citas y referencias bibliográficas, aspectos en los que se observan deficiencias significativas.

Esta problemática refleja un bajo nivel de apropiación respecto a cuestiones esenciales como los derechos de autor y la propiedad intelectual, lo que implica, necesariamente, pensar en temas de acceso y contrastación de fuentes. Pero también la falta de rigor en la gestión de las fuentes utilizadas no solo afecta la calidad académica de los trabajos, sino que pone en evidencia una insuficiente formación en buenas prácticas de investigación y ética académica. Según lo menciona Caldevilla “estos desafíos éticos se centran principalmente en la privacidad y protección de datos, la equidad y acceso, la transparencia y la responsabilidad, la autonomía y la deshumanización y el impacto en el empleo docente” (2024, p. 60).

Desde esta perspectiva, como lo plantean Loján *et al.* (2024), es fundamental reconocer que la autonomía del estudiante no debe verse reemplazada por la

automatización o delegación total en sistemas de IA. Aunque estas herramientas pueden facilitar tareas repetitivas, resolver problemas técnicos, proporcionar retroalimentación inmediata o generar ideas sugerentes, su uso irresponsable puede llevar a una disminución en la capacidad de análisis, razonamiento lógico y toma de decisiones. Las herramientas tecnológicas no deben entenderse ni como una amenaza ni como una solución definitiva dentro del ámbito educativo; más bien, cumplen un rol mediador orientado a transformar positivamente la educación superior. Es fundamental que las IES y sus docentes asuman de manera activa su responsabilidad en la implementación e integración pedagógica de esas herramientas, con el fin de potenciar competencias como el pensamiento crítico, la autonomía intelectual y el uso ético de la tecnología (González-Hernández *et al.*, 2025).

Un elemento también muy importante está relacionado con los cambios en las formas de lectura. Aquí se quiere resaltar algo contraevidente: los jóvenes sí leen, y mucho. El énfasis está relacionado con la forma en que leen, con los contenidos de lo que leen y con los cambios en la estructura del pensamiento derivados de las herramientas que utilizan, así como con la importancia de recuperar elementos cognitivos y de comprensión que exige la aventura misma de la lectura. Como lo menciona De Zubiría (2025), la mitad de los jóvenes que leen lo hace exclusivamente en formatos digitales, con apenas un 19 % que utiliza ambos formatos (párr. 2). Son cifras que se incrementan cuando se indaga por la manera de informarse. No se trata, desde luego, de un hecho anecdótico, pues tiene implicaciones muy importantes en términos de atención, comprensión y pensamiento crítico; también contribuye al deterioro de la empatía y del trabajo colaborativo y comunicativo, como se mencionó antes; pero, además, deteriora el lóbulo prefrontal, que es el encargado de funciones como la toma de decisiones, la gestión emocional, la planificación, la atención voluntaria y el autocontrol (párr. 9).

Por otra parte, Guzmán y Gélvez (2023) muestran que el uso sistemático de aparatos electrónicos y el acceso a redes sociales también pueden tener incidencias físicas (ansiedad, falta de sueño, etc.), además de las psicológicas y sociales que ya se han mencionado y que pueden generar serias afectaciones en términos de salud mental y convivencia. Todo lo anterior es una pequeña muestra de la necesidad de pensar creativamente en formas de regulación frente al uso que se pueda hacer de nuevos dispositivos y herramientas, tema sobre el que todavía hay mucho por reflexionar.

Colombia aún se encuentra en proceso de consolidación de una normativa específica sobre el uso de la IA en el ámbito de la educación superior. No obstante,

tanto el MEN como organismos dedicados a la ciencia y la tecnología promueven su implementación desde un enfoque ético, inclusivo y responsable. Este marco orientador establece que la IA debe funcionar como una herramienta que potencie el aprendizaje autónomo sin sustituir la labor docente ni menoscabar valores fundamentales como la privacidad, la equidad y la dimensión humana del proceso educativo (MEN, 2025). Implementación que pasa, necesariamente, por la proyección de política pública, por la apropiación por parte de las IES y los docentes y, finalmente, por un trabajo crítico a través de los medios, las redes y los usuarios, como directamente implicados y poseedores de un saber que es necesario potenciar.

La IA transformará profundamente la educación superior al cambiar los métodos de enseñanza, impulsar la investigación y mejorar la gestión institucional. Sin embargo, su implementación debe estar guiada por principios éticos, equidad y sostenibilidad, asegurando que beneficie a toda la población y prepare a los futuros profesionales para un mundo cada vez más tecnológico y complejo. La colaboración entre gobiernos, instituciones educativas y el sector privado será clave para aprovechar al máximo su potencial sin dejar a nadie atrás y hacer frente a las implicaciones que pueda tener esta tecnología en el mundo del trabajo.

En este sentido, la OCDE (2024) ha considerado una serie de recomendaciones que valdría la pena empezar a apropiarse en entornos como el colombiano, conscientes, a su vez, de las múltiples dificultades del contexto: invertir en investigación y desarrollo de la IA; fomentar un ecosistema inclusivo que la propicie; dar forma a un entorno político y de gobernanza interoperable que la impulse; reforzar las capacidades del ser humano y prepararse para la transformación del mercado laboral; y pensar más allá de los marcos nacionales para incluir la cooperación internacional en aras de una IA fiable. Esto conlleva una serie de acciones que, para ser operables, deben considerar y trascender el interés inmediato por la rentabilidad, así como la cualificación de docentes y estudiantes y su preparación para futuros escenarios. Aunque con una dosis de utopía, Sennett (2006) contribuye a estos escenarios de reflexión a través de una premisa básica: la importancia de la resignificación del trabajo artesano, es decir, del gusto por hacer las cosas bien porque es lo que hacemos o porque implican un sentido de responsabilidad, lo que conlleva, a su vez, la valoración de lo público como algo que no se reduce a lo estatal y, finalmente, poner el acento en un elemento que no ha sido suficientemente considerado en la política pública: los elementos de la economía del cuidado que ninguna IA podrá desarrollar al nivel que lo realiza cada quien cuando sus acciones

no están mediadas por el mercado o la rentabilidad. Es una práctica que debe tenerse siempre presente.

Reflexiones finales

Hasta aquí el recorrido planteado. Es posible que surjan más inquietudes que respuestas, pero de eso se trata la apuesta al investigar y escribir; de eso trata también el eje articulador que se expresa en el epígrafe inicial: preguntas e incertidumbres discutibles, más que certezas incontrastables. Lo expuesto constituye un motivo para pensar y articular escenarios académicos de reflexión y transformación, donde la experiencia sea considerada una fuente de conocimiento válida en el escenario científico. De hecho, la reflexividad como elemento metodológico en la construcción de conocimiento debe entenderse como

el proceso de colocarse justo entre lo que ha sido dicho y lo que está por decirse; entre lo que ha sido sentido y lo que está por sentirse. En esa doblez de la experiencia que no se agota en su realización. (Cubides y Guerrero, 2008, p. 139)

Se trata de escenarios cíclicos e inagotables de reflexión, búsqueda, acción y transformación para volver a comenzar.

Así, en un primer momento, el capítulo reflexiona sobre los elementos centrales de la discusión en relación con los impactos que genera la tecnología en la actualidad, donde se destacan las dificultades para plantear la neutralidad de dichos desarrollos tecnológicos a la luz del contexto social, cultural y económico en el que se presentan. Se muestra el recorrido histórico y se identifican las principales características de los cambios en el mundo del trabajo, para llegar al momento actual, caracterizado por lo que se denomina capitalismo de vigilancia (Zuboff, 2020), que ha logrado permear dichos desarrollos, su incidencia, sus efectos en el comportamiento de los usuarios y el rol de las grandes empresas tecnológicas.

Luego, se avanza hacia la forma en que la educación superior en el país ha logrado hacer frente al debate mismo de incorporar la IA en sus procesos. Se abordan algunos elementos propios del contexto nacional, otras reflexiones que son producto de lo que ha venido ocurriendo en los últimos años, los debates en torno al pensamiento crítico y aspectos de prácticas conducentes a mantener las dudas al respecto. Se trata de algunos retos y posibilidades presentes en el escenario

educativo. Finalmente, la discusión incursiona en la documentación existente para pensar en una serie de advertencias y posibles marcos regulatorios de la IA, para terminar en la apropiación de estos temas en términos educativos. También se cuestiona la serie de posibilidades y dificultades que se atraviesan desde una perspectiva de la docencia, la experiencia y las apuestas que tienen los autores en relación con el futuro de sus actividades.

Es necesario insistir en que no se encontraron respuestas definitivas y, en ese sentido, la búsqueda continuará. Hay una anécdota que se le ha adjudicado a diversos autores, pero lo que importa es su contenido: “¿Para qué sirve la utopía?” — pregunta alguien—. “Si me muevo en su búsqueda, ella retrocede; si quien retrocede soy yo, ella avanza. Si voy hacia los lados, ella también lo hará. Entonces, ¿para qué la utopía?” Y la respuesta no puede ser más sencilla, como aleccionadora: para eso es la utopía, para moverse. Consideramos que la investigación es, en definitiva, para eso: para moverse, para preguntar, para intentar comunicar las dudas, tropiezos y hallazgos; pero se trata de elementos que nos permiten diferenciarnos de cualquier proceso de automatización: un sentimiento de aprendizaje que nos permita recuperar la capacidad de asombro. Nada más, nada menos. Esperamos que ese sentimiento se haya transmitido a través de estas líneas y reflexiones, que permitan articular esfuerzos y pensar colectivamente los derroteros posibles e inciertos frente al futuro de la enseñanza. Allí reside toda su potencia y toda su ambivalencia: la misma investigación puede convertirse en herramienta poderosa de liberación, porque, si hay algo que la IA no puede replicar, por ahora, es esa chispa de humanidad que late en cada pregunta que nos hacemos y en el recorrido del proceso para buscar las respuestas.

Referencias

- Applebaum, A. (2024). *Autocracia S.A.* Penguin Random House Casa Editorial.
- Bauman, Z. (2001). *Modernidad líquida*. Fondo de Cultura Económica.
- Barrios, H., Díaz, V. y Guerra, Y. (2020). Subjetividades e inteligencia artificial: desafíos para ‘lo humano’. *Veritas*, (47), 81–107. <https://doi.org/10.4067/So718-92732020000300081>
- Beneite-Martí, J. (2024). ¿Inteligencia artificial en proyectos de aprendizaje-servicio? Innovación tecnológica y transformación social. *Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 12(2), 99–109. <https://doi.org/10.62701/revedu.v12.5414>
- Berardi, F. (2003). *La fábrica de la infelicidad: nuevas formas de trabajo y movimiento global*. Editorial Traficante de Sueños. <https://n9.cl/svwpi>

- Cajiao, F. (2025, abril 21). Un sector con grandes dificultades. *El Tiempo*. <https://n9.cl/ql8Ir>
- Caldevilla, D. (2024). Usos éticos de la IA en la universidad moderna: más allá del plagio. *Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 12(1), 57–65. <https://doi.org/10.62701/revedu.v12.5184>
- Calvino, I. (1998). *Seis propuestas para el próximo milenio*. Ediciones Siruela.
- Cárdenas, J., Fergusson, L. y García, M. (2021). *La quinta puerta: de cómo la educación en Colombia agudiza las desigualdades en lugar de remediarlas*. Editorial Planeta.
- Cubides, H. y Guerrero, P. (2008). Reflexividad en la investigación cualitativa: narrar, visualizar y dialogar. *Nómadas*, (29), 128–141. <http://www.scielo.org.co/pdf/noma/n29/n29a10.pdf>
- Deleuze, G. (1999). Post-scriptum sobre las sociedades de control. En *Conversaciones 1972–1990* (pp. 277–281). Pre-Textos.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2025, febrero 14). *Política nacional de inteligencia artificial* [Documento Conpes 4144]. DNP. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4144.pdf>
- Domínguez, I. (2018). Hablemos del lenguaje. *Varona*, (66), e17. <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rVar/article/view/272>
- Durán, T. y Machuca, G. (Eds.). (2018). *Comunicación y educación para la construcción de paz*. Fondo Editorial CUN. <https://libros.cun.edu.co/index.php/editorial-cun/catalog/book/26>
- Foucault, M. (2009). *Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión*. Siglo XXI Editores.
- García, J. (2025, 4 de mayo). Cinco errores que no debe cometer al usar la inteligencia artificial generativa. *El Tiempo*. <https://n9.cl/roty8>
- Grynbaum, M. y Mac, R. (2023, 27 de diciembre). The New York Times demanda a OpenAI y Microsoft por el uso de obras con derechos de autor en la IA. *The New York Times*. <https://n9.cl/l2lkp>
- Guzmán, V. y Gélvez, L. (2023). Adicción o uso problemático de las redes sociales online en la población adolescente: Una revisión sistemática. *Psicoespacios*, 17(31), 1–22. <https://doi.org/10.25057/21452776.1511>
- González-Hernández, L., Rudas, C., Flores, C. y Salazar, J. (2025). Inteligencia artificial: beneficios y desafíos en el ámbito educativo en nivel superior. *Revista Tribunal*, 5(10), 253–270. <https://doi.org/10.59659/revistatribunal.v5i10.114>
- Han, B. C. (2010). *La sociedad del cansancio*. Herder.
- Harari, Y. N. (2024). *Nexus: una breve historia de las redes de información desde la Edad de Piedra hasta la IA*. Penguin Random House.
- Harari, Y. N. (2018). *21 lecciones para el siglo XXI*. Penguin Random House.
- Harari, Y. N. (2014). *De animales a dioses: breve historia de la humanidad*. Penguin Random House.

- Kroff, F. J., Coria, D. F. y Ferrada, C. A. (2024). Inteligencia artificial en la educación universitaria: Innovaciones, desafíos y oportunidades. *Revista Espacios*, 45(5), 120–135. <https://www.revistaespacios.com/a24v45n05/24450509.html>
- Lanier, J. (2011). *Contra el rebaño*. Random House Mondadori.
- León, G. y Viña, S. (2017). La inteligencia artificial en la educación superior: Oportunidades y amenazas. *INNOVA Research Journal*, 2(8.1), 412–422. <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n8.1.2017.399>
- Sayad, A. (2024). *Inteligencia artificial y pensamiento crítico: caminos para la educación mediática*. Uniminuto. <https://n9.cl/m5x4jl>
- Loján, M., Romero, J., Aguilera, D. y Romero, A. (2024). Consecuencias de la dependencia de la inteligencia artificial en habilidades críticas y aprendizaje autónomo en los estudiantes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 2368–2382. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10678
- López, H. L., Rivera, A. y Cruz, C. R. (2023). Personalización del aprendizaje con inteligencia artificial en la educación superior. *Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas*, 7(1), 123–128. <https://doi.org/10.61530/redtis.vol7.n1.2023.165.123-128>
- Mendoza, M. (2025, febrero 21). Los nuevos homínidos. *Cuaderno de Campo*. <https://www.mariomendoza.com.co/los-nuevos-hominidos/>
- Monasterio, A. (2017). Ética algorítmica: implicaciones éticas de una sociedad cada vez más gobernada por algoritmos. *Dilemata*, (24), 185–217. <https://www.dilemata.net/revista/index.php/dilemata/article/view/412000107>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2013). *Lineamientos. Política de educación superior inclusiva*. <https://n9.cl/5skif>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2025, marzo 7). Educación superior inicia el camino para integrar la inteligencia artificial en el país. <https://n9.cl/afpcy>
- Miranda, X., Espín, A. y García, T. (2022). Desarrollo del pensamiento crítico a través de las tecnologías de la información y la comunicación en el nivel académico superior. *Revista Publicando*, 9(36), 72–117. <https://doi.org/10.51528/rp.vol9.id2348>
- Montealegre, A. (2024). Elementos de reflexión sobre la educación superior en América Latina: Entre transformaciones posibles y escenarios inciertos. En A. Rodríguez, A. Montealegre, L. Rodríguez y D. Cortes, *Trazando el camino educativo: pensamiento crítico, educación superior y estructuras pedagógicas innovadoras* (pp. 36–69). Fondo Editorial CUN. <https://libros.cun.edu.co/index.php/editorial-cun/catalog/book/42>
- Nussbaum, M. (2016). Educación para el lucro, educación para la libertad. *Nómadas*, (44), 13–25. <https://dx.doi.org/10.30578/nomadas.n44a1>

- Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). (2023). *El futuro de la inteligencia artificial en educación en América Latina*. OEI y ProFuturo. <https://n9.cl/an53m>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2024). *Recomendación sobre la inteligencia artificial*. OCDE. <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>
- Ospina, W. (2018). *El taller, el templo y el hogar*. Penguin Random House Grupo Editorial.
- Parra, S. (2025). La sed de ChatGPT: La IA consume una cantidad de agua alarmante. *National Geographic España*. <https://n9.cl/er2vj4>
- Pastor, A. (2019). Diseño universal para el aprendizaje: Un modelo teórico-práctico para una educación inclusiva. *Participación Educativa*, 6(9), 55–68. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7449797>
- Pizarro-Romero, J. (2024). Desempeño de la IA en la búsqueda de fuentes especializadas y escritura de textos académicos. *Lengua y Sociedad*, 23(2), 911–944. <https://doi.org/10.15381/lengsoc.v23i2.27856>
- Puche, D. J. (2025). La inteligencia artificial y el fraude académico en el contexto universitario. *Revista Digital de Investigación y Postgrado*, 6(11), 73–93. <https://doi.org/10.59654/kg944e15>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Colombia (PNUD). (2024). *AILA: evaluación del panorama de la inteligencia artificial en Colombia*. PNUD. <https://n9.cl/qq6cz6>
- Rifkin, J. (2014). *La sociedad de coste marginal cero: el internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*. Editorial Paidós.
- Romaní, G. y Macedo, K. S. (2024). Inteligencia artificial y el pensamiento crítico reflexivo en estudiantes de educación superior de la Región Ica. *Punto Cero*, 29(49), 60–71. <https://doi.org/10.35319/puntocero.202449241>
- RRHH Digital. (2023, septiembre 27). A uno de cada tres jóvenes profesionales no les gusta trabajar en equipo. <https://n9.cl/79xeo>
- Schleicher, A. (2018). *The Future of Education and Skills: Education 2030*. OECD Education Working Papers. https://www.oecd.org/en/publications/the-future-of-education-and-skills_54ac7020-en.html
- Sennett, R. (2006). *La cultura en el nuevo capitalismo*. Editorial Anagrama.
- Stojanov, A., Liu, Q. y Ling, J. (2024). University students' self-reported reliance on ChatGPT for learning: A latent profile analysis. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100 243. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100243>
- Suleyman, M. (2023). *La ola que viene: tecnología, poder y el gran dilema del siglo XXI*. Debate.

- Telnaes, A. (2025). Por qué me voy del Washington Post. *Cambio Colombia*. <https://cambiocolombia.com/los-danieles/por-que-me-voy-del-washington-post>
- Unesco, Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. (1996). *La educación encierra un tesoro: informe a la Unesco de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI*. Unesdoc - Biblioteca Digital. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa
- Unesco, World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (Comest). (2019). *Preliminary Study on the Ethics of Artificial Intelligence* (SHS/COMEST/EXTWG-ETHICS-AI/2019/1). Unesdoc - Biblioteca Digital. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367823>
- Unesco. (2021). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. En *Certified Copy of the Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence* (pp. 62-93). Unesdoc - Biblioteca Digital. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381133>
- Vargas, A. (2023). Deus ex machina: Inteligencia artificial frente a la pluralidad epistémica. *Nómaditas*, (57). <https://dx.doi.org/10.30578/nomadas.n57a5>
- Vega, R. (2012). *Un bicentenario olvidado: la rebelión de los luditas (1812-2012)*. <https://www.rebellion.org/docs/160049.pdf>
- Verdegay, J., Lamata, M., Pelta, D. y Cruz, C. (2021). Inteligencia artificial y problemas de decisión: la necesidad de un contexto ético. *Suma de Negocios*, 12(27), 104-114. <https://doi.org/10.14349/sumneg/2021.V12.N27.A2>
- Wacquant, L. (2005). Hacia una praxeología social: La estructura y la lógica de la sociología de Bourdieu. En P. Bourdieu y L. Wacquant, *Una invitación a la sociología reflexiva* (pp. 21-90). Siglo XXI Editores.
- De Zubiría, J. (2025, 22 de abril). ¿Cómo afecta a nuestro cerebro la lectura en pantallas? *El Espectador*. <https://n9.cl/w8s8o>
- Zuboff, S. (2020). *La era del capitalismo de la vigilancia: La lucha por un futuro humano frente a las nuevas fronteras del poder*. Paidós.

Análisis sistemático de intersecciones entre la inteligencia artificial y sus aplicaciones en la educación ambiental

Systematic Analysis of the Intersections Between Artificial Intelligence and Its Applications in Environmental Education

*Verenice Sánchez-Castillo**

* Doctora en Antropología. Docente de tiempo completo de la Universidad de la Amazonia. Correo electrónico: ve.sanchez@udla.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3669-3123>.

Resumen

Este capítulo presenta un análisis de las intersecciones entre la inteligencia artificial (IA) y la educación ambiental y examina cómo la convergencia tecnológica redefine los procesos pedagógicos actuales. El propósito central es analizar el impacto de la IA en la mejora de las pedagogías ambientales y en la formación de una conciencia ecológica sostenible en los últimos años. La investigación se sustenta en una revisión sistemática bajo la normativa Prisma al analizar una muestra cualitativa de 30 estudios seleccionados de bases de datos de alto impacto como Scopus y Web of Science. Los hallazgos revelan tres núcleos temáticos fundamentales: la sostenibilidad como concepto puente, el uso de *machine learning* en la gestión ambiental y el rol de la educación superior como espacio de innovación. Se destaca que herramientas como los modelos predictivos y el análisis de *big data* favorecen la personalización del aprendizaje y el monitoreo en tiempo real, aunque su implementación enfrenta desafíos éticos y brechas digitales. Se concluye que la integración efectiva de estas tecnologías en los currículos requiere una estrategia estratégica y una capacitación docente integral para asegurar un impacto proambiental real.

Palabras clave: educación ambiental, inteligencia artificial, machine learning, revisión sistemática, sostenibilidad.

Abstract

This chapter presents an analysis of the intersections between artificial intelligence (AI) and environmental education, examining how technological convergence is reshaping contemporary pedagogical processes. Its central purpose is to analyze the impact of AI on the enhancement of environmental pedagogies and on fostering sustainable ecological awareness in recent years. The study is grounded in a systematic review conducted in accordance with PRISMA guidelines, based on a qualitative sample of 30 studies selected from high-impact databases such as Scopus and Web of Science. The findings reveal three core thematic strands: sustainability as a bridging concept, the use of machine learning in environmental management, and the role of higher education as a space for innovation. The results highlight that tools such as predictive models and big data analytics support personalized learning and real-time monitoring, although their implementation faces ethical challenges and digital divides. The chapter concludes that the effective

integration of these technologies into curricula requires a strategic approach and comprehensive teacher training to ensure a genuine pro-environmental impact.

Keywords: artificial intelligence, environmental education, machine learning, sustainability, systematic review.

Introducción

Las transformaciones ambientales y tecnológicas se enmarcan, en la última década, como una tendencia científica que modifica sustancialmente los procesos pedagógicos, como remarca Afanador (2023) en su investigación. Tal es el caso que, en este período, la educación ambiental ha conseguido instaurarse inequívocamente como una postura insustituible en el impulso sostenible y ecológicamente consciente, hecho remarcado especialmente en los estudios de González (2023), Suárez-Perales *et al.* (2021) y Van de Wetering *et al.* (2022).

Al respecto, no se puede dejar de mencionar, en esta axiología ambientalista, el aporte de Díaz-López *et al.* (2023). Para estos autores, la educación con enfoque ambiental evolucionó sustancialmente desde su génesis como práctica de construcción ecológica. Así, en el auge científico contemporáneo, trasciende esta formulación genérica inicial para adoptar la educación en hábitos de consumo interrelacionados, además, con economías locales y, como eje mediador, con la reducción de la huella ambiental, como indican Tian *et al.* (2024) en su estudio.

A pesar de este evidente crecimiento en interés y corpus didáctico-pedagógico, continúan en el foco de atención los métodos de enseñanza tradicionales que, pese a las frecuentes advertencias, siguen sin presentar un marco epistemológico suficiente para abordar los desafíos climáticos. Más aún, como expresa Beach (2023) en su estudio seminal, los docentes carecen de una preparación que concuerde con la actual crisis climática. Esto, a decir de dos colectivos de autores significativos (Cardeno *et al.*, 2023; López, 2023), no hace más que reforzar la idea de que los programas de formación docente deben interrelacionarse con el enfoque en cambio climático, opinión que concuerda con Amoakwa *et al.* (2024).

Afortunadamente, Valencia *et al.* (2023) describen un escenario prometedor al sugerir las bondades inherentes a la inteligencia artificial (IA) en las pedagogías con enfoque ambiental. Tales bondades son, a partir de la sistematización que realiza Caro *et al.* (2023), la planificación —y, en este caso, la personalización— automática del

aprendizaje y su asociación casi causal con la adaptación a las necesidades específicas de cada receptor del conocimiento. A partir de ello, Ahmad *et al.* (2021) y Zapata *et al.* (2024) evidencian que estas aplicaciones favorecen, de forma innegable, el abordaje basado en evidencia y la práctica sostenida de los desafíos pedagógicos que se observan como resultado de la falta de adaptación a métodos de enseñanza divergentes.

En función de una conceptualización teórico-fáctica, la IA se define, por los autores de este estudio y como producto de una sistematización de los contenidos de Morandín-Ahuerma (2022), Suryawanshi y Singh (2024) y Shah (2024), como la capacidad que tienen los sistemas de cómputo para llevar a cabo tareas o acciones que, hasta el momento, siempre habían requerido de la inteligencia humana. En los contextos educativos, objeto de esta investigación, debe recalcarse el aporte de Nuryana *et al.* (2024) y Wani *et al.* (2024). Estos autores expresan que la aplicación de estas bondades tecnológicas produce, de manera proporcional, una mejora de la sostenibilidad y la salud, debido al monitoreo persistente de parámetros y métricas ambientales en tiempo real. Además, los sistemas de Inteligencia Artificial de las Cosas pueden mejorar las experiencias de aprendizaje, involucrar a los estudiantes y optimizar los entornos educativos mediante el monitoreo de la salud de la planta, el CO₂, la intensidad de la luz y la temperatura, así como mediante la detección de la presencia e interacciones humanas, como lo demostraron Tabuenca *et al.* (2023) en su estudio.

Hasta este punto, y a pesar del creciente interés en la educación ambiental sustentada en aportes de tecnologías basadas en IA, aún persisten importantes desafíos en la literatura académica. Tal es el caso que las herramientas de gestión de residuos con *machine learning* han demostrado reducir la distancia, el coste y el tiempo de transporte, al tiempo que mejoran la identificación de residuos, la pirólisis, la estimación de las emisiones de carbono y la conversión de energía en las ciudades inteligentes (Fang *et al.*, 2023; Huang y Koroteev, 2021; Thao, 2023); sin embargo, no existen investigaciones que aborden de manera integral el impacto pedagógico de estas tecnologías.

Además, persisten en la literatura preocupaciones éticas no resueltas sobre el uso de la IA en la educación ambiental. Esto plantea un debate complejo en la comunidad científica, ya que el propio desarrollo y uso de la IA contribuyen, por sí mismos, a problemas ambientales, incluido el aumento de las emisiones de carbono, los desechos electrónicos y la injusticia ambiental, como advierte Zhuk (2023). Por tanto, Donati *et al.* (2022) señalan que los organismos internacionales encargados

del cuidado del medioambiente deben crear comités internos para monitorear las aplicaciones de IA, promover esfuerzos transdisciplinarios y determinar la infraestructura y la gobernanza óptimas con el fin de minimizar los efectos no deseados y reducir las brechas digitales.

Precisamente por esta razón, este capítulo busca abordar estos vacíos y cuestiones poco estudiadas mediante una revisión sistemática de las intersecciones actuales entre la IA y la educación ambiental. Con ello, los autores se proponen realizar una síntesis de las evidencias empíricas que emergen en la literatura sobre las aplicaciones educativas de la IA en la sostenibilidad. Además, se pretende identificar las limitaciones teóricas y metodológicas en la literatura reciente para proponer un marco conceptual que sirva como base para la comunidad científica.

En opinión de los autores, la relevancia de esta investigación radica en su potencial para orientar políticas públicas y educativas, así como estrategias tecnológicas que tengan como propósito promover de forma activa una mayor alfabetización ambiental digital. Por tanto, los autores del presente estudio plantean como objetivo general analizar el impacto de la IA en la mejora de las pedagogías ambientales en los últimos años.

Fundamentación teórica

Marcos conceptuales e intersecciones entre constructos

La IA, adaptada y aplicada específicamente en contextos educativos —y en función de las salvedades producidas por Enrique (2023), corroboradas en la literatura (véase, por ejemplo, Bozkurt *et al.*, 2021; Hamal *et al.*, 2022; Ng *et al.*, 2022; Xu y Ouyang, 2021)—, cuenta con el aprendizaje automático y el procesamiento de lenguaje natural como motores impulsores de este neoaprendizaje enfocado en la mejora de la educación ambiental.

Asimismo, Fatima (2023) conceptualiza la educación con enfoque y direccionalidad ambientalista como aquella que, en su quehacer cotidiano, estudia las interacciones que emergen de los marcos relacionales entre sistemas naturales y humanos. Esta conceptualización se ve complementada por Tian *et al.* (2024), quienes sintetizan su propósito al enmarcarla dentro de una rama de la pedagogía centrada en formar una comunidad global enraizada en sólidos conocimientos medioambientales y sensibilizada ante sus problemas inherentes (Sanabria, 2022; Sánchez *et al.*, 2024a; Shutaleva, 2023).

Lo planteado en párrafos anteriores amerita, de acuerdo con el orden lógico-teórico de este estudio, un análisis detallado sobre la integración de la IA en la educación con enfoque ambientalista. Dicha integración es denominada por Moreira y Reis Fonseca (2024) como una transformación en las prácticas cotidianas de desarrollo del proceso pedagógico de apropiación del conocimiento, especialmente en lo relacionado con lo que estos autores denominan “desafíos ecológicos contemporáneos”.

Tal es el caso que, en la educación superior, Sajja *et al.* (2023) demostraron que los asistentes de IA reducen de forma estadísticamente significativa la carga cognitiva en los estudiantes. Con ello, directa e indirectamente, mejoran sus resultados de aprendizaje, compromiso y satisfacción con estas plataformas tecnológicas. Ejemplo de esto lo constituye la plataforma Smart-Learning Partner que, según publican Niu *et al.* (2022) en el contexto oriental —específicamente en China—, apoya las interacciones que conllevan la recepción y apropiación del conocimiento. No obstante, advierten estos autores, todavía se requieren interfaces sencillas y accesibles, así como la aplicación de principios de aprendizaje basados en la teoría de la conducta para reforzar conductas socialmente significativas.

Además, los *chatbots* de IA, como AsasaraBot, pueden enseñar eficazmente a los estudiantes de secundaria contenidos culturales en un idioma extranjero, como el inglés o el francés, mientras estos aprenden la lengua, según publican Mageira *et al.* (2022). Asimismo, una plataforma educativa Web 3.0 que utiliza vídeos de realidad virtual, pagos con criptomonedas y *chatbots* de IA puede revolucionar el sector educativo al hacer que el aprendizaje sea más accesible, atractivo y personalizado (Salomi *et al.*, 2023).

Adicionalmente, los modelos predictivos y la simulación de escenarios ecológicos constituyen, en la literatura científica contemporánea, otra aplicación significativa de las bondades de la IA en la educación ambiental (Gonzales *et al.*, 2023). Estos modelos de realidad virtual han demostrado facilitar la exploración de las consecuencias de diversas acciones y decisiones sobre el medio ambiente, lo que ha otorgado a sus usuarios una mejor comprensión de los sistemas ecológicos (Han *et al.*, 2023). En este escenario, Ye (2023) y Gómez y Sánchez (2023) plantean que la IA y la tecnología de simulación virtual interactiva reducen eficazmente el consumo de energía y mejoran la eficiencia energética en los edificios, sin sacrificar las condiciones del entorno habitable o laboral.

De manera similar, las tecnologías de análisis de *big data* han demostrado mejorar significativamente el monitoreo ambiental al abordar la creciente necesidad de una detección atmosférica precisa y promover su uso generalizado (Chen *et al.*, 2021; Gómez *et al.*, 2024). De acuerdo con Ekundayo *et al.* (2022), el *big data* puede optimizar la gestión de recursos y la sostenibilidad ambiental al permitir la toma de decisiones informadas a través de análisis avanzados, aprendizaje automático y sistemas de monitoreo en tiempo real. Por tanto, estas herramientas de análisis de datos basadas en IA pueden transformar la toma de decisiones medioambientales al posibilitar estrategias proactivas mediante la detección temprana de problemas y modelos predictivos mejorados (Ncube y Ngulube, 2024).

Perspectivas de investigación y desafíos actuales

En la medida en que la IA logre integrarse de forma sinérgica en la educación ambiental, se hace cada vez más necesario un análisis crítico de las limitaciones, tanto técnicas como pedagógicas, que pueden afectar su implementación efectiva en contextos educativos, como indican Roman-Acosta *et al.* (2023). A pesar de su probado potencial para transformar los procesos de enseñanza mediante métodos innovadores de aprendizaje, la adopción de tecnologías basadas en IA se enfrenta a desafíos significativos que requieren análisis por parte de la comunidad científica.

En primer lugar, entre las limitaciones técnicas a las que se hacía referencia se encuentra la necesidad de una infraestructura adecuada, como el acceso a internet de alta velocidad y a dispositivos compatibles, que muchas veces no están disponibles en determinados contextos educativos (Higuera, 2022). En este sentido, Moosa Panjwani (2024) señala que las tecnologías de IA mejoran significativamente la participación de los estudiantes y los resultados de aprendizaje en la educación en ciencias de la computación; sin embargo, la infraestructura limitada, la insuficiente financiación y la escasa capacitación del personal continúan como barreras para su adopción generalizada (Gârdan *et al.*, 2025; Borges y González, 2022; Wang, 2024). Por tanto, el empleo de la IA en la educación es prometedor; no obstante, desafíos como el uso inadecuado, los cambios de roles y los problemas sociales y éticos requieren una mayor colaboración entre educadores e ingenieros de IA (Celik, 2022; Lampou, 2023; Tan *et al.*, 2024; Zhai *et al.*, 2021).

Por otro lado, no pueden ignorarse las preocupaciones y consideraciones éticas asociadas al empleo y aplicación de la IA. En este sentido, Huang *et al.* (2023) señalan

que los problemas éticos asociados con la IA incluyen la filtración de información privada, la discriminación, el desempleo y los riesgos de seguridad. Además, de acuerdo con Stahl *et al.* (2023), las tecnologías relacionadas con la IA pueden plantear cuestiones éticas y de derechos humanos, como la privacidad, los prejuicios y la discriminación, la seguridad, la distribución económica, la participación política o la naturaleza cambiante de la guerra.

Asimismo, las disparidades en el acceso a las tecnologías y a la información, que generan brechas digitales, limitan la participación de los estudiantes en currículos de educación ambiental basados en IA. Especialmente en los países en vías de desarrollo, la brecha digital en la educación superior está impulsada por la asequibilidad, las limitaciones de infraestructura y la escasa alfabetización digital, lo que afecta la participación de los estudiantes y su rendimiento académico, de acuerdo con la investigación conducida por Assefa *et al.* (2024). Además, según Afzal *et al.* (2023), la brecha digital en la educación afecta el acceso de los estudiantes a la tecnología y sus resultados educativos, con variaciones en el acceso a internet según los grupos de edad, las zonas rurales y urbanas, el género y los antecedentes socioeconómicos.

En consecuencia, aunque existen estudios que demuestran aplicaciones efectivas de la IA en el aprendizaje (Dogan *et al.*, 2023; Stamenković *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2024), no se ha logrado evaluar de manera suficiente el impacto de estas en el comportamiento proambiental y la conciencia ecológica de los receptores de este conocimiento. Esto, en opinión de los autores, puede limitar la comprensión de cómo estas herramientas pueden influir en la formación de patrones comportamentales y actitudes sostenibles a mediano y largo plazo.

Metodología

Este estudio emplea una metodología de revisión sistemática conforme a la normativa *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (Prisma) (Page *et al.*, 2020, 2021). La revisión se centró en analizar las aplicaciones de la IA en la educación ambiental.

En esta investigación se establecieron los siguientes objetivos específicos, que complementan el objetivo general planteado anteriormente:

1. Identificar las principales herramientas y metodologías de IA aplicadas en la educación ambiental en los últimos años.

- 2. Analizar el impacto de dichas herramientas y metodologías en el aprendizaje, la sensibilización sobre los problemas ambientales y la adopción crítica de comportamientos sostenibles en el cuidado del medio ambiente.
- 3. Evaluar las limitaciones y vacíos persistentes en la literatura científica contemporánea que podrían constituir futuras líneas de investigación en este campo de estudio.

Criterios de inclusión y exclusión

Los estudios considerados en esta revisión sistemática debieron cumplir criterios de inclusión y exclusión preestablecidos. En este sentido, se asumieron parámetros basados en el marco PICO (población, intervención, comparación, resultados y diseño) (Stark y Woods, 2022), como se refleja en la tabla 1.

Adicionalmente, como criterios de exclusión se descartaron los artículos publicados fuera del período 2020-2024. Asimismo, no se tuvieron en cuenta investigaciones que mencionaran la IA de forma indirecta o tangencial, sin aplicaciones o resultados concretos en la educación ambiental. También fueron omitidas aquellas investigaciones que no hubieran sido revisadas por pares, tales como conferencias sin indexación, informes técnicos no publicados en revistas académicas, memorias de eventos y reportajes de ONG u organismos nacionales e internacionales.

Tabla 1. Criterios de inclusión empleados a partir de parámetros PICO

Enfoque PICO	Criterios de inclusión
Población	Estudios que involucren estudiantes, educadores, comunidades o público en general, siempre que se inserten en el contexto de la educación ambiental y muestren el empleo de herramientas tecnológicas basadas en IA.
Intervención	Estudios que utilicen herramientas de IA en la educación ambiental (aprendizaje automático, chatbots, monitores digitales, sistemas de recomendación y análisis de datos para la personalización del aprendizaje).
Comparación	Estudios que comparen enfoques tradicionales de educación ambiental o perspectivas pedagógicas con métodos basados en el uso de IA en contextos educativos.
Resultados	Medición de cambios en conocimiento, actitudes o comportamientos proambientales.

Diseño del estudio

Investigaciones empíricas (con enfoques cuantitativos, cualitativos o mixtos), revisiones sistemáticas y metaanálisis.

Estrategia de búsqueda

Se consultaron las siguientes bases de datos y fuentes de información de primer nivel: PubMed, Scopus y Web of Science. Estas plataformas fueron seleccionadas por su amplia cobertura de literatura científica, de acuerdo con las recomendaciones de investigaciones previas (véase, por ejemplo, Afraz *et al.*, 2024; Stuart y Petersen, 2022; Ortega y Delgado-Quirós, 2024).

En cuanto a los términos de búsqueda, se empleó la siguiente fórmula: (“Artificial Intelligence” OR “AI” OR “Machine Learning”) AND (“Environmental Education” OR “Sustainability Education” OR “Eco-Literacy” OR “Climate Awareness”) AND (“applications” OR “tools” OR “projects” OR “case studies” OR “technology”).

Además, se aplicaron filtros por año (2020-2024), tipo de documento (artículos empíricos y revisiones) e idioma (español e inglés). Adicionalmente, se realizó una búsqueda manual en Google Scholar para asegurar la identificación de estudios relevantes no indexados en Scopus.

Proceso de selección de estudios

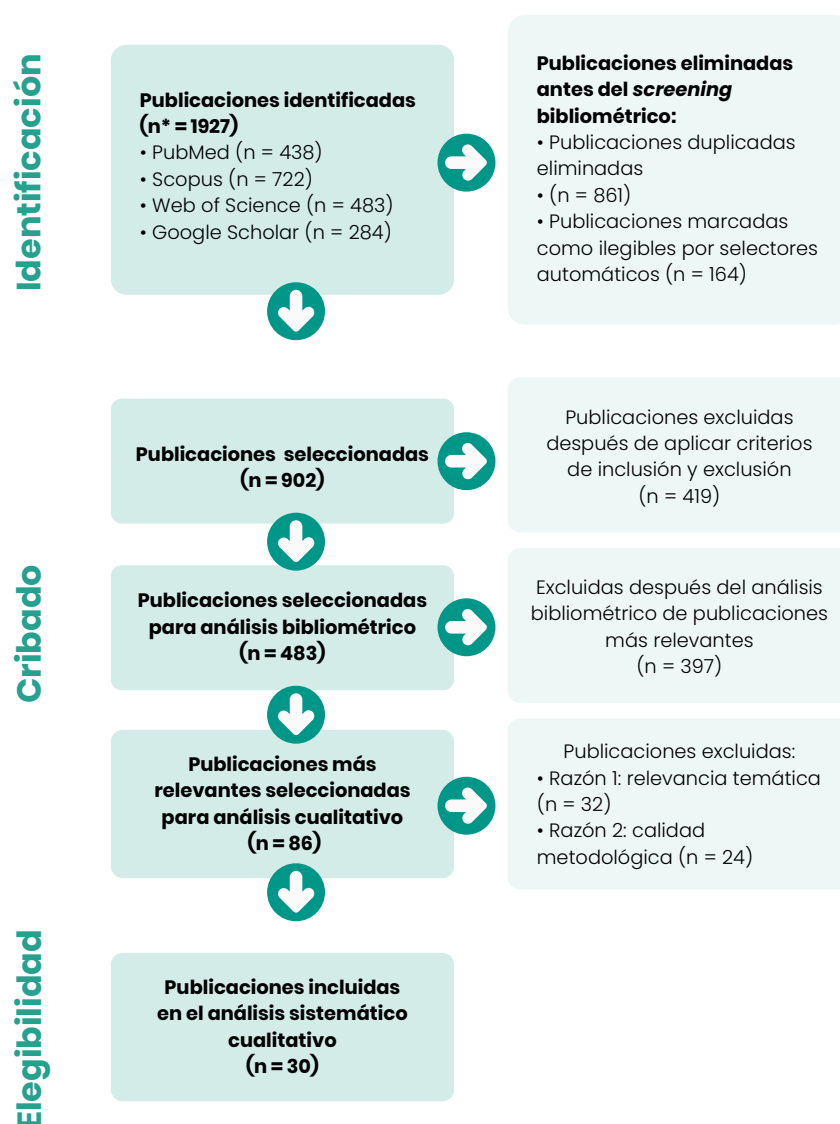
Se siguió el diagrama de selección de estudios recomendado en las directrices Prisma (véanse las figuras 1 y 2) (Page *et al.*, 2020, 2021). Para seleccionar los textos, los autores se apoyaron en los criterios de inclusión y exclusión descritos en la sección anterior.

En un primer momento, se realizó una búsqueda en PubMed, Scopus, Web of Science y Google Scholar. Se identificó un total de 1927 estudios a partir de esta búsqueda inicial. Se utilizó el *software* EndNote para gestionar las referencias, eliminar duplicados (861) y descartar publicaciones marcadas como ilegibles por selectores automáticos (164). Esta herramienta facilitó la organización de los estudios y permitió un seguimiento eficiente de las decisiones tomadas. Tras la eliminación de estos registros, quedaron 902 estudios.

Durante la etapa cuantitativa se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos, lo que condujo a la eliminación de 419 publicaciones. Se

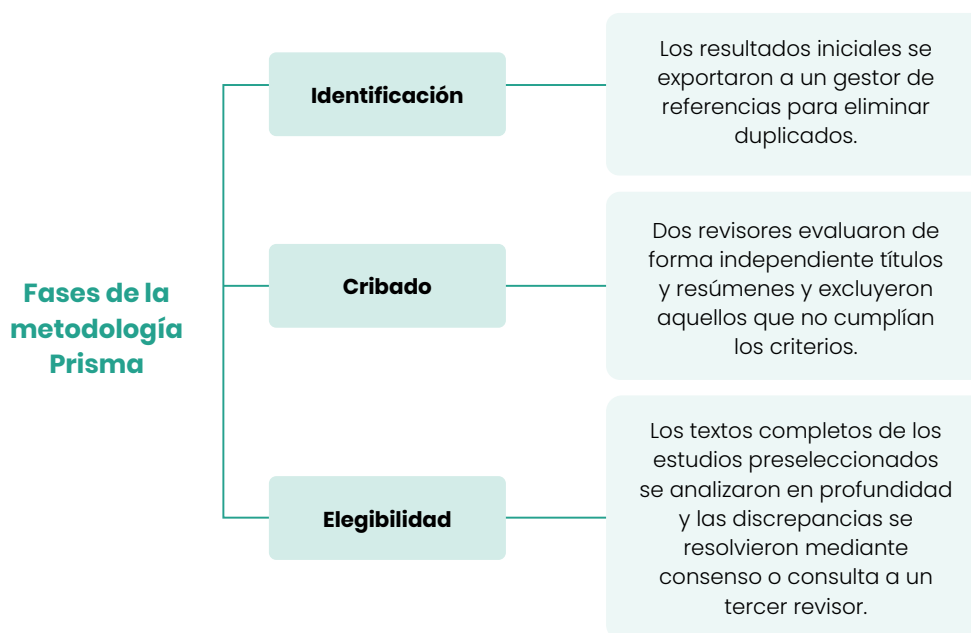
revisaron los títulos y resúmenes de los 483 estudios restantes para determinar su relevancia con respecto a los objetivos del análisis bibliométrico. Posteriormente, en la etapa cualitativa, se seleccionaron 86 investigaciones para el análisis cualitativo mediante unidades de contenido temático. Finalmente, tras eliminar 32 estudios por falta de relevancia temática y 24 por insuficiente calidad metodológica, se retuvieron 30 investigaciones para el análisis sistemático cualitativo.

Figura 1. Diagrama de flujo de acuerdo con la metodología Prisma para la selección de estudios



Nota: * n = número de publicaciones. Elaboración propia a partir de “The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews”, por Page *et al.*, 2020, *Journal of Clinical Epidemiology*, 134 y “PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews”, por Page *et al.*, 2021, *BMJ*, 372.

Figura 2. Fases de la selección de estudios de acuerdo con la metodología Prisma



Nota: elaboración propia a partir de “The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews”, por Page *et al.*, 2020, *Journal of Clinical Epidemiology*, 134 y “PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews”, por Page *et al.*, 2021, *BMJ*, 372.

Selección y evaluación de la calidad de los estudios

En la presente investigación se seleccionaron dos investigadores con experiencia en la redacción y publicación de revisiones sistemáticas, quienes evaluaron los estudios de manera independiente. En una primera fase, revisaron únicamente los títulos y resúmenes de los artículos identificados en los motores de búsqueda seleccionados. La mayoría de los estudios se seleccionaron por consenso; las discrepancias se resolvieron mediante discusión entre los investigadores, con la mediación de los autores del presente estudio. En caso de no alcanzarse acuerdo, se estableció como protocolo recurrir a un tercer investigador neutral para dirimir la decisión.

Para la aplicación de criterios de calidad en la selección de los estudios se emplearon indicadores bibliométricos complementados con una evaluación cualitativa del contenido. En primer lugar, se evaluó el número de citaciones de los estudios como indicador de influencia en la comunidad científica. Asimismo, se analizó el índice h de los autores y el factor de impacto de las revistas para complementar las métricas de calidad.

Los autores decidieron priorizar revistas con cuartiles altos (Q1-Q3), por lo que las revistas ubicadas en Q4 fueron descartadas sistemáticamente por su menor factor de impacto. No obstante, para evitar la exclusión de estudios relevantes debido a métricas bajas de las revistas en que se publicaron, los investigadores realizaron una revisión cualitativa de su metodología y principales resultados. En caso de discrepancia, se recurrió a la verificación de las métricas de impacto en Scimago Journal Rank, con preferencia por métricas normalizadas por año.

Extracción y análisis de datos

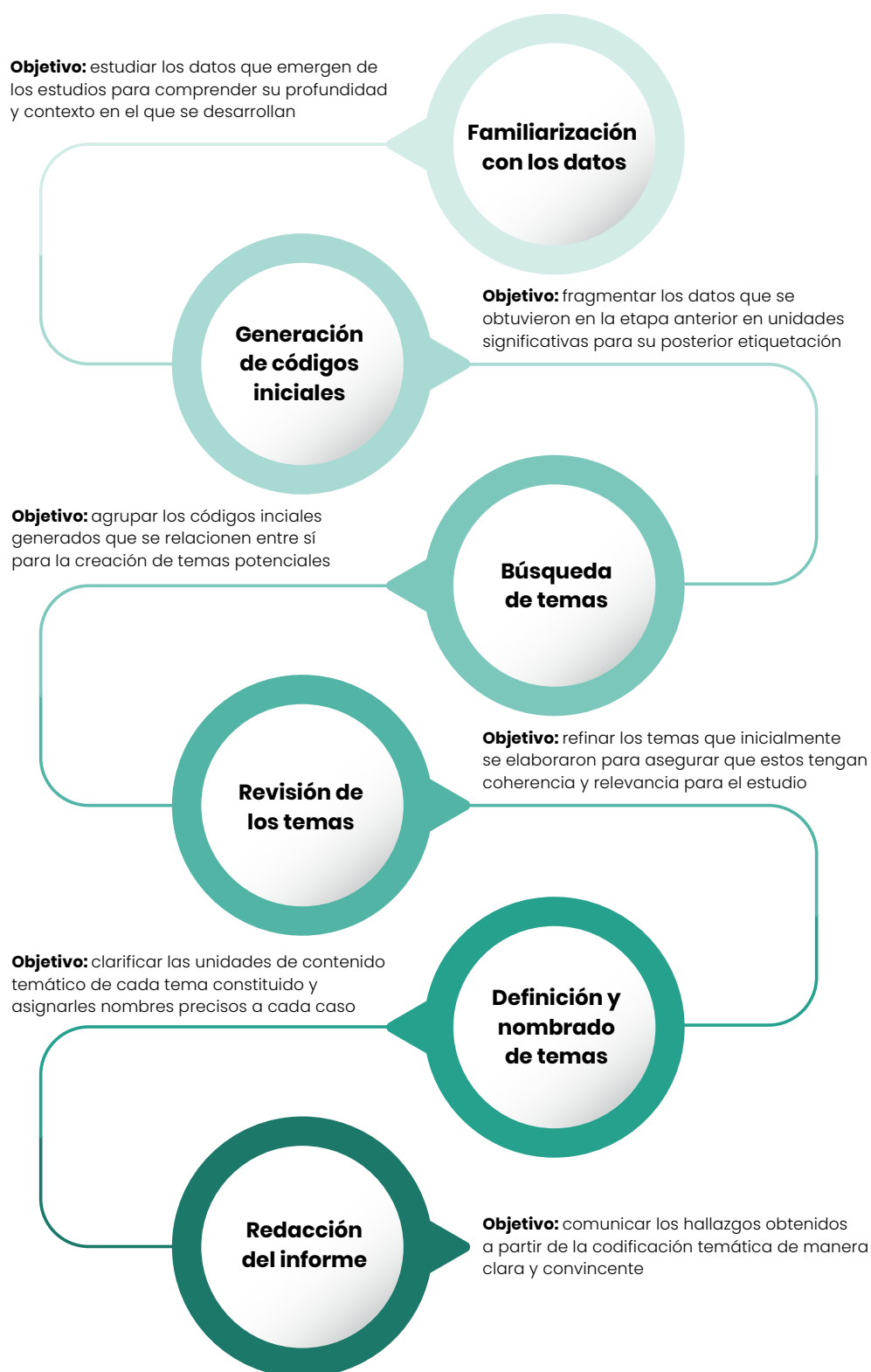
Se empleó Bibliometrix para la extracción y análisis de datos. Esta es una herramienta de código abierto en R que simplifica el análisis de mapeo científico complejo mediante la integración de diversas herramientas de *software* y el soporte de un flujo de trabajo recomendado (Aria y Cuccurullo, 2017; Ledesma y Malave, 2022; Sánchez *et al.*, 2024b). De acuerdo con Moral-Muñoz *et al.* (2020), Bibliometrix permite realizar análisis bibliométricos detallados y resulta fundamental en investigaciones que requieren un análisis cuantitativo de la literatura revisada, ya que facilita la identificación de tendencias, patrones y relaciones entre los estudios incluidos.

Los estadísticos empleados incluyeron medidas descriptivas de las métricas de publicación, autoría, citas y colaboraciones. Además, se desarrollaron análisis de la producción científica anual y del promedio de citas por año. Para ello, se consideró la media de citas por artículo y por año. Asimismo, se realizó un análisis de las fuentes de información más relevantes en función del número de publicaciones.

También se efectuó un análisis de redes temáticas a partir de la frecuencia de aparición de palabras clave en la literatura; este se complementó con un análisis tendencial de los principales temas consolidados como líneas de investigación. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de conglomerados en el que se agruparon clústeres temáticos según las métricas de centralidad y densidad de Callon, así como el *ranking* correspondiente y la frecuencia de los clústeres.

Además del análisis cuantitativo, se realizó un análisis cualitativo mediante análisis de contenido, de acuerdo con los seis pasos propuestos por Braun y Clarke (2006) (véase figura 3). Este enfoque de análisis temático reflexivo, según Byrne (2021), puede implementarse de manera efectiva en diversos contextos y temas de investigación, lo que contribuye a clarificar su posición entre las tipologías existentes de análisis temático.

Figura 3. Procesos de codificación temática cualitativa seguidos para el análisis de datos cualitativos



Nota: elaboración propia a partir de “Using thematic analysis in psychology”, por Braun y Clarke, 2006, *Qualitative Research in Psychology*, 3(2).

Análisis de resultados bibliométricos

La muestra final de documentos quedó conformada por 483 investigaciones extraídas de 286 fuentes (ver tabla 2). Se observa un crecimiento anual del 49.71 %, lo que constituye un indicador bibliométrico de una temática en auge dentro de la literatura científica. Asimismo, se registra un promedio de 11.47 citaciones por documento y un total de 19 180 referencias empleadas. De estos documentos, 76 son de autoría única, y existe un promedio de 4.54 coautores por documento. Además, la mayoría de las publicaciones corresponde a artículos científicos (415), y destaca la presencia de 16 *preprints*, lo que indica que los autores se mantienen actualizados y respaldan nuevas formas de presentación de resultados de investigación, de acuerdo con lo señalado por Díaz-Guerra y Hernández-Lugo (2023) sobre este tipo de publicaciones.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de los metadatos

Información principales sobre los datos	Indicadores numéricos
Tiempo	2020:2024
Fuentes (revistas, libros, etc.)	286
Documentos	483
Crecimiento anual por año en porciento	49.71
Promedio de antigüedad por documento	2.18
Promedio de citaciones por documento	11.47
Total de referencias	19 180
Autores	2026
Documentos con un solo autor	76
Promedio de coautores por documentos	4.54
Porcentaje de coautorías internacionales	0
Cantidad de libros	4

Cantidad de capítulos de libros	48
Artículos	415
Preprints	16
Revisiones	1

Producción científica y evolución temporal

La producción científica en esta temática, de acuerdo con su evolución anual en el rango seleccionado, experimentó un notable crecimiento en los últimos años (véase tabla 3). En el año inicial (2020) se registraron 43 publicaciones, mientras que en el año de cierre del filtrado (2024) se contabilizaron 216. Esto evidencia un aumento exponencial del interés de la comunidad científica en la temática. Dicho auge coincide, en el panorama histórico-científico, con la consolidación de la IA en contextos educativos y con la creciente urgencia de la comunidad internacional por abordar las crisis ambientales cada vez más frecuentes.

Las citas por documento presentan una paradoja significativa. Aunque en 2020 se observa la menor cantidad de publicaciones (43), existe una media de 30.23 citas totales por artículo. En 2024, por el contrario, pese a registrarse 216 publicaciones, solo se observa una media de 3.43 citas totales por artículo. El promedio general de 11.47 citas por documento indica un impacto moderado de la producción científica, especialmente concentrado en los primeros años del período analizado. Esto podría sugerir una posible saturación temática o una migración del interés hacia otras intersecciones de estos constructos.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de la producción científica y evolución temporal de las investigaciones seleccionadas

Año de publicación	Cantidad de publicaciones	Media de citas totales por artículo	Numero de citas	Media de citas totales por año
2020	43	30.23	1300	5.04
2021	50	18.32	916	3.66
2022	73	18.15	1325	4.54

2023	101	12.48	1260	4.16
2024	216	3.43	741	1.72

Fuentes de producción científica y redes de colaboración

En cuanto a las fuentes de producción científica (véase tabla 4), se observa que las revistas con mayor número de publicaciones son *Sustainability* (21 artículos), *Environment, Development and Sustainability* (18) y *Environmental Science and Pollution Research International* (18). A partir de los nombres y enfoques de estas revistas, se identifica un claro énfasis en la sostenibilidad y la protección del medio ambiente. Sin embargo, en los textos consultados se constató que la colaboración internacional es nula (como se muestra en la tabla 2).

Tabla 4. Principales fuentes de producción científica de los datos consultados

Fuentes de producción científica	Cantidad de artículos
Sustainability	21
Environment, Development and Sustainability	18
Environmental Science and Pollution Research International	18
Education and Information Technologies	16
Humanities and Social Sciences Communications	11
Journal of the Knowledge Economy	11
Scientific Reports	11
Environmental Monitoring and Assessment	8
Discover Sustainability	5
Postdigital Science and Education	5

Por otro lado, la alta densidad de coautoría (véase figura 4), con un promedio de 4.54 autores por documento, indica que las redes académicas son activas a nivel institucional. Asimismo, se observa que las principales instituciones con mayor producción en esta temática son Beijing Normal University (7 publicaciones), National Taiwan University (5), Chinese Academy of Sciences (5) y Central China Normal University (5) (véase figura 5).

Figura 4. Análisis de densidad de redes de coautorías

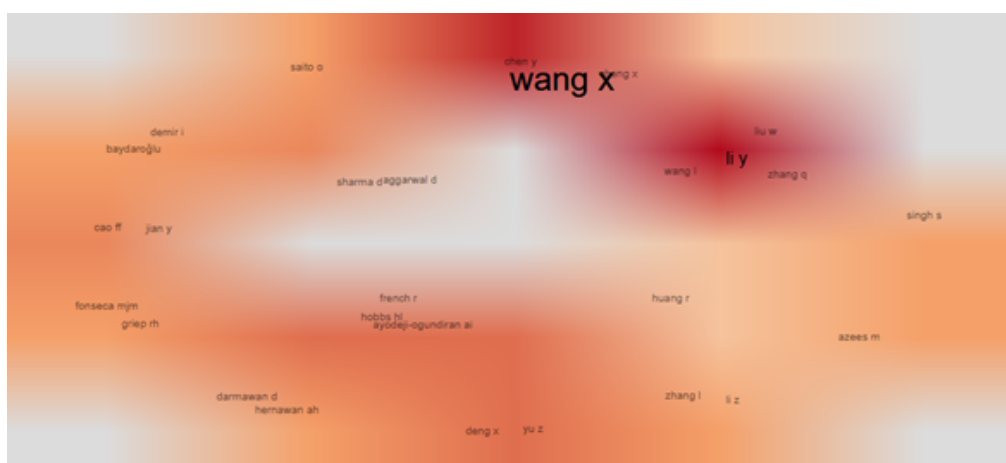
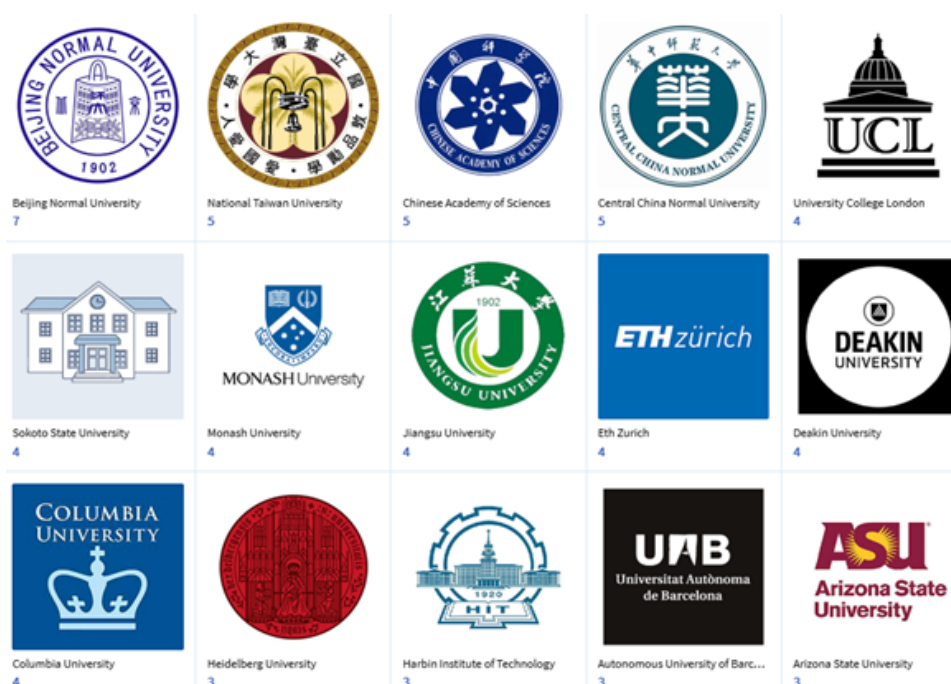


Figura 5. Universidades que mayores producciones de investigaciones científicas presentan



2024; Bates *et al.*, 2020; Chen *et al.*, 2020; Kamalov *et al.*, 2023), aunque en este caso con énfasis en problemáticas ecológicas.

Tabla 5. *Frecuencia de aparición de las 10 principales palabras claves en la literatura consultada*

Palabras claves	Frecuencia de aparición
sustainability	7
artificial intelligence	6
machine learning	6
higher education	5
climate change	4
bibliometric analysis	3
carbon emission	3
digital transformation	3
education	3
human capital	3

Por otra parte, un tercer eje temático lo constituye “higher education”, con una frecuencia de 5. Este eje identifica a las universidades como espacios idóneos para la innovación pedagógica en educación ambiental mediante la incorporación de herramientas de IA. Ahmad *et al.* (2022) señalan que el uso de IA en la educación mejora el aprendizaje estudiantil, reduce la carga laboral del profesorado y apoya tareas administrativas, lo que permite mayor concentración en la enseñanza y la orientación académica. No obstante, en el conteo de palabras clave no se encuentran referencias explícitas a otros niveles educativos, salvo el término “education” en novena posición (frecuencia 3), lo que suscita interrogantes sobre la aplicación de la IA en pedagogías ambientales en otros niveles de enseñanza.

Tabla 6. *Análisis de temáticas que actualmente se encuentran como tendencias de investigación*

Término	Frecuencia	Año (Q1)	Año (media)	Año (Q3)
sustainability	7	2022	2023	2023
machine learning	6	2020	2023	2024
higher education	5	2023	2023	2023
artificial intelligence	6	2023	2024	2024

Clústeres emergentes en la literatura científica

Con el propósito de identificar las principales agrupaciones en la literatura que abordan la intersección entre IA y educación ambiental, se realizó un análisis de clústeres bibliométricos. Este análisis permitió estructurar el conocimiento de forma estratificada y organizar temáticamente la producción científica (véanse figuras 7a y 7b, y tabla 7). De acuerdo con Bilgili y Sheu (2022), este tipo de análisis ofrece perspectivas sobre la manera en que los estudios se relacionan entre sí para formar corrientes de investigación coherentes.

En el caso particular de esta investigación, el núcleo central de la red lo constituye el clúster “artificial intelligence & sustainability”, con un indicador de centralidad de 0.529. Su posición dominante sugiere un rol articulador en el campo de estudio, en tanto la literatura respalda que tecnologías avanzadas como la IA, la cadena de bloques, el *big data* y el IoT pueden fortalecer los sistemas de gestión medioambiental y mejorar la sostenibilidad en diversos sectores e industrias (Sira, 2024).

De forma similar, el clúster “machine learning”, con una densidad de 16 667, indica un desarrollo consolidado en aplicaciones científicas concretas. Este foco se manifiesta principalmente en el desarrollo de algoritmos para la medición precisa de la huella ecológica (Espoir *et al.*, 2024; Janković *et al.*, 2020; Roumiani *et al.*, 2022), la optimización de recursos energéticos y la modelización predictiva

de impactos ambientales (Afroz y Raghutla, 2024; Awan *et al.*, 2022; Mohsin *et al.*, 2021). Estos resultados corroboran que las técnicas de aprendizaje automático están transformando los enfoques cuantitativos en la educación ambiental.

Tabla 7. Métricas de clasificación de los clústeres a partir del análisis temático de conglomerados

Clústeres	Métrica de centralidad de Callon	Métrica de densidad de Callon	Ranking de centralidad	Ranking de densidad	Frecuencia del clúster
medical education	0.167	50 000	9	6	5
carbon emission	0.000	81 019	4	11	14
sustainability	0.529	38 492	12	2	18
machine learning	0.181	16 667	10	1	6
digital economy	0.000	62 500	4	10	4
multivariate analysis	0.000	50 000	4	6	2
artificial intelligence	0.033	109 217	8	12	30
citizen science	0.000	50 000	4	6	2
CO ₂	0.000	50 000	4	6	2
google earth engine	0.000	50 000	4	6	2

Por otra parte, el clúster “digital economy”, con una frecuencia de 4, se configura como un área emergente. Este clúster conecta las políticas educativas verdes con los avances en transformación digital. Aunque su frecuencia es menor en comparación con otros, sugiere una tendencia en crecimiento, dado su potencial para impulsar modelos educativos ambientalmente sostenibles. En este sentido, Cao y Peng (2023) y Karlilar *et al.* (2023) señalan que la economía digital puede promover la calidad ambiental al optimizar la estructura industrial y fomentar la innovación tecnológica.

Figura 7a. Clasificación de los clústeres en función del grado de relevancia y desarrollo temático

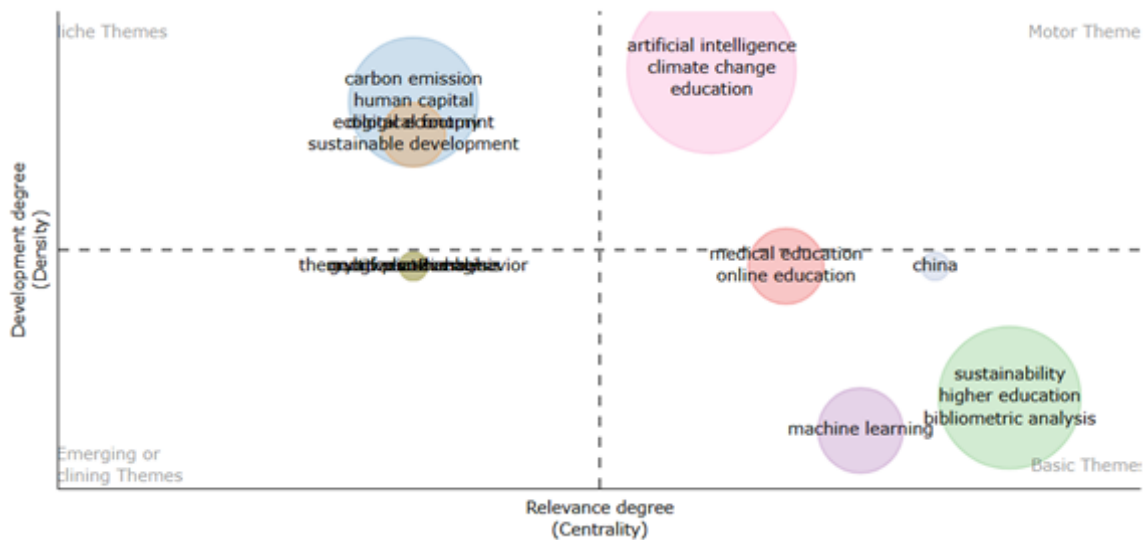
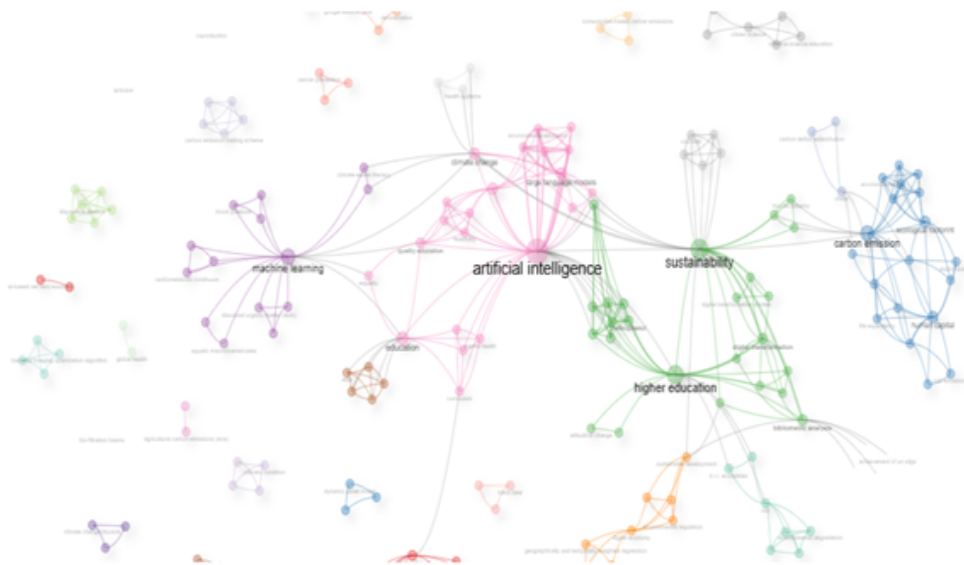


Figura 7b. Mapa de redes de intersección entre los clústeres identificados en el análisis de conglomerados



Discusión crítica de las unidades de contenido temático cualitativas

Pedagogías basadas en inteligencia artificial para la educación ambiental

Una tendencia reiterada en la literatura científica consultada en este estudio es el papel de las pedagogías basadas en IA y sus aplicaciones en la educación

ambiental. Con base en ello, Chen *et al.* (2020) refieren que el empleo de la IA en la educación ha mejorado significativamente la administración, la instrucción y el aprendizaje, al incrementar la eficiencia, fomentar la retención de estudiantes y optimizar la personalización del plan de estudios (Alam y Mohanty, 2023).

Tapalova y Zhiyenbayeva (2022) y Yim y Su (2024) enfatizan en su estudio que la IA en la educación puede mejorar las rutas de aprendizaje personalizadas al proporcionar capacitación las 24 horas del día, los 7 días de la semana, adaptar el contenido a las necesidades personales, ofrecer retroalimentación en tiempo real y optimizar el proceso educativo. Además, existe evidencia sólida recabada por Chaturvedi *et al.* (2023) que señala que las simulaciones basadas en IA en la educación mejoran la comprensión, la participación y la empleabilidad de los estudiantes, ya que permiten contenido multisensorial, comunicación sincrónica e incorporación de ejemplos de la industria del mundo real.

Hasta este punto, se ha enfatizado que las pedagogías basadas en IA en la educación son prometedoras; sin embargo, Gerdes *et al.* (2024) advierten que se necesita más investigación para optimizar su integración con otras estrategias pedagógicas. Esto corrobora lo planteado por Memarian y Doleck (2024), quienes señalan que la pedagogía de la IA en la educación superior, como tendencia reiterada en esta revisión, enfrenta desafíos y requiere mayor investigación sobre los objetivos de aprendizaje, las habilidades de pensamiento y las actividades necesarias para avanzar en la alfabetización en estas tecnologías.

Particularmente, la integración de la educación y la cultura ambiental en la modernización digital puede mejorar la comprensión y la participación del público en la solución de los problemas ambientales (Karagachev, 2024). Por ejemplo, el programa de educación sobre el medio ambiente ecológico basado en *Novel Engineering* que emplean Kim y Kim (2024) tuvo un impacto positivo en la competencia ambiental y en la conciencia sobre la IA de los estudiantes de primaria.

Herramientas tecnológicas para la educación ambiental

Otra tendencia importante en este estudio es el empleo de herramientas tecnológicas en el cuidado del ecosistema y en la educación ambiental. Específicamente, los datos digitales en línea de las plataformas de medios de comunicación pueden complementar los esfuerzos de seguimiento de la biodiversidad e integrarse en los conjuntos de datos actuales, como se propone en el Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal (Soriano-Redondo *et al.*, 2024).

En este sentido, las aplicaciones del *big data* en la educación ambiental ayudan a los estudiantes a analizar datos complejos, identificar patrones y correlacionar sistemas biológicos, lo que, de acuerdo con Orazbek *et al.* (2024), mejora las habilidades analíticas y fomenta la preparación para abordar los desafíos modernos relacionados con la biodiversidad y el desarrollo sostenible (Francisco, 2023; McClure *et al.*, 2020; Panda *et al.*, 2024). De manera similar a lo expuesto en el párrafo anterior, también existe un relativo consenso en la literatura sobre el uso de experiencias inmersivas en las pedagogías ambientales. Estas tecnologías de realidad virtual, a decir de Sahabuddin y Makkasau (2024), han demostrado favorecer la mejora del conocimiento, las actitudes y los comportamientos proambientales de los estudiantes universitarios (Aguayo y Eames, 2023; Cho y Park, 2023).

Sin embargo, Petersen *et al.* (2020) advierten que la capacitación previa a las excursiones de realidad virtual inmersiva puede mejorar el rendimiento en las pruebas de transferencia en la educación sobre el cambio climático. Además, de acuerdo con Rawson *et al.* (2022) y Gross *et al.* (2023), la realidad virtual de baja inmersión también puede mejorar eficazmente las experiencias de aprendizaje a distancia en línea para los estudiantes de gestión ambiental, con resultados positivos y potencial para futuras adaptaciones.

Integración de la inteligencia artificial al currículo de la educación ambiental

Hasta este punto se ha enmarcado la importancia de las pedagogías basadas en IA y de las herramientas más empleadas en la educación ambiental. Sin embargo, aún no queda claro cómo se integran estas bondades de la IA en los currículos de la educación ambiental como tendencia teórica de esta revisión. En este sentido, remarcan Rojas y Chiappe (2024) que los ecosistemas digitales y la IA en la educación pueden mejorar la personalización del aprendizaje, pero requieren una implementación efectiva a través de redes, aplicaciones, servicios y usuarios. Tal es el caso que Ayeni (2024) señala que la integración de la IA en la enseñanza de las ciencias ambientales puede dar lugar a lecciones más dinámicas e interesantes, adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes, lo que podría mejorar los métodos de enseñanza y acelerar su aprendizaje.

Por otro lado, complementar el currículo educativo de las ciencias ambientales con las bondades que ofrece la IA ha demostrado poder fomentar soluciones sostenibles a desafíos como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y el agotamiento de los recursos, lo que exige conocimientos interdisciplinarios,

de acuerdo con Akter (2024). En este sentido, ya existen en la literatura modelos formales que personalizan las rutas de aprendizaje mediante la integración de la IA en la planificación instructiva. Sin embargo, su complementación también plantea preocupaciones éticas, ya que requiere un rediseño curricular y estrategias para asegurar el aprendizaje continuo, como indican Abulibdeh *et al.* (2024) y Caro *et al.* (2023). Esta advertencia se ve corroborada por Henriksen *et al.* (2024), quienes también enfatizan que integrar la IA en la educación para la sostenibilidad puede promover el cuidado ambiental mediante la exploración creativa, pero también presenta desafíos como preocupaciones ambientales y éticas.

A pesar de estas preocupaciones, existe un relativo consenso en la literatura en que la IA en la educación superior revolucionará el aprendizaje en materia de sostenibilidad, al fomentar estilos de aprendizaje emancipadores y mejorar la variedad y adaptabilidad ocupacional (Bonini, 2020; Fan *et al.*, 2023). Incluso, el Plan Mundial de Desarrollo Educativo para construir una educación sostenible basada en IA enfatiza en sus postulados que esta puede mejorar la personalización del aprendizaje, el desarrollo del currículo adaptativo y la evaluación y seguimiento del progreso de los estudiantes (Kamalov *et al.*, 2023; Marisa *et al.*, 2024).

Conclusiones

En este estudio se destacan de forma sistémica las interacciones entre la IA y la educación con enfoque en el desarrollo de conciencia ambiental. Además, en opinión de los autores, el principal aporte de esta investigación es el resalte de las herramientas basadas en IA y su aplicación en contextos educativos a través de plataformas interactivas, modelos predictivos y análisis de *big data*.

Por otro lado, se remarcan los desafíos inherentes a la complementación de ambos sistemas, especialmente en lo referido a la capacitación docente y al cierre de brechas. Una recomendación importante que se desprende de esta investigación es que integrar la IA en los currículos de educación ambiental no es suficiente si no se hace de manera estratégica. Esto, en opinión de los autores, incluye asegurar que los docentes cuenten con las competencias tecnológicas y pedagógicas necesarias para realizar dicha tarea.

Referencias

Abulibdeh, A., Zaidan, E. y Abulibdeh, R. (2024). Navigating the Confluence of Artificial Intelligence and Education for Sustainable Development in the Era

- of Industry 4.0: Challenges, Opportunities, and Ethical Dimensions. *Journal of Cleaner Production*, 437, 140 527. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140527>
- Afanador, N. (2023). Historia de la producción y sus retos en la era actual. *Región Científica*, 2(1), 202 315. <https://doi.org/10.58763/rc202315>
- Afraz, A., Chashmyazdan, M., Khajouei, R. y Bagherinezhad, Z. (2024). Literature Searches in Medical Informatics Systematic Reviews: Suggested Approaches. *Medical Reference Services Quarterly*, 44, 17-30. <https://doi.org/10.1080/02763869.2024.2429066>
- Afroz, S. y Raghutla, C. (2024). Do Various Financial Resources Ensure Renewable Energy Production and Environmental Protection in OECD Countries: Modelling for Insight. *Environmental Science and Pollution Research*, 31, 58 562–58 580. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34995-z>
- Afzal, A., Khan, S., Daud, S., Ahmad, Z. y Butt, A. (2023). Addressing the Digital Divide: Access and Use of Technology in Education. *Journal of Social Sciences Research*, 3(2), 883-895. <https://doi.org/10.54183/jssr.v3i2.326>
- Aguayo, C. y Eames, C. (2023). Using Mixed Reality (XR) Immersive Learning to Enhance Environmental Education. *The Journal of Environmental Education*, 54(1), 58–71. <https://doi.org/10.1080/00958964.2022.2152410>
- Ahmad, K., Iqbal, W., El-Hassan, A., Qadir, J., Benhaddou, D., Ayyash, M. y Al-Fuqaha, A. (2024). Data-Driven Artificial Intelligence in Education: A Comprehensive Review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 12–31. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3314610>
- Ahmad, S., Alam, M., Rahmat, M., Mubarik, M. y Hyder, S. (2022). Academic and Administrative Role of Artificial Intelligence in Education. *Sustainability*, 14(3), 1101. <https://doi.org/10.3390/su14031101>
- Ahmad, S., Rahmat, M., Mubarik, M., Alam, M. y Hyder, S. (2021). Artificial Intelligence and Its Role in Education. *Sustainability*, 13(22), 12 902. <https://doi.org/10.3390/su132212902>
- Akter, M. (2024). Interdisciplinary Insights: Integrating Artificial Intelligence with Environmental Science for Sustainable Solutions. *Journal of Artificial Intelligence General Science*, 1(1). <https://doi.org/10.60087/jaigs.vii.28>
- Alam, A. y Mohanty, A. (2023). Educational Technology: Exploring the Convergence of Technology and Pedagogy Through Mobility, Interactivity, AI, and Learning Tools. *Cogent Engineering*, 10(2), 2 283 282. <https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2283282>
- Amoakwa, A., Asante, G., Bentil, S. y Nipah, S. (2024). Climate Change Education in Basic Schools: The Educators' Lens on Techniques and Challenges.

- International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 8(2), 1012-1024. <https://doi.org/10.47772/ijriss.2024.802071>
- Aria, M. y Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-Tool for Comprehensive Science Mapping Analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Assefa, Y., Gebremeskel, M., Moges, B., Tilwani, S. y Azmera, Y. (2024). Rethinking the Digital Divide and Associated Educational In(equity) in Higher Education in the Context of Developing Countries: The Social Justice Perspective. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 42(1), 15-32. <https://doi.org/10.1108/ijilt-03-2024-0058>
- Awan, A., Kocoglu, M., Banday, T. y Tarazkar, M. (2022). Revisiting Global Energy Efficiency and CO₂ Emission Nexus: Fresh Evidence from the Panel Quantile Regression Model. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 47 502–47 515. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19101-5>
- Ayeni, M. (2024). Teaching science education in an era of artificial intelligence. *European Journal of Computer Science and Information Technology*, 12(5), 36-42. <https://doi.org/10.37745/ejcsit.2013/vol12n53642>
- Bates, T., Cobo, C., Mariño, O. y Wheeler, S. (2020). Can artificial intelligence transform higher education? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00218-x>
- Beach, R. (2023). Addressing the challenges of preparing teachers to teach about the climate crisis. *The Teacher Educator*, 58(4), 507–522. <https://doi.org/10.1080/08878730.2023.2175401>
- Bilgili, H. y Sheu, C. (2022). A bibliometric review of the mathematics journal. *Mathematics*, 10(5), 2701. <https://doi.org/10.3390/math10152701>
- Bonini, P. (2020). When tomorrow comes: Technology and the future of sustainability learning in higher education. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 62(4), 39–48. <https://doi.org/10.1080/00139157.2020.1764300>
- Borges, A. Y. y González, Y. L. (2022). Educación comunitaria para un envejecimiento activo: Experiencia en construcción desde el autodesarrollo. *Región Científica*, 1(1), 202 212. <https://doi.org/10.58763/rc202213>
- Bozkurt, A., Karadeniz, A., Bañeres, D., Guerrero-Roldán, A. y Rodríguez, M. (2021). Artificial intelligence and reflections from educational landscape: A review of AI studies in half a century. *Sustainability*, 13(2), 800. <https://doi.org/10.3390/sui3020800>
- Braun, V. y Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>

- Byrne, D. (2021). A worked example of Braun and Clarke's approach to reflexive thematic analysis. *Quality & Quantity*, 56, 1391–1412. <https://doi.org/10.1007/s11335-021-01182-y>
- Cao, Z. y Peng, L. (2023). The impact of digital economics on environmental quality: A system dynamics approach. *SAGE Open*, 13(4). <https://doi.org/10.1177/21582440231219350>
- Cardeno, N., Cardeno, E. J. y Bonilla, E. (2023). Las TIC y la transformación académica en las universidades. *Región Científica*, 2(2), 202–370. <https://doi.org/10.58763/rc202370>
- Caro, M., Quitian, L., Giraldo, J. y Lengua-Cantero, C. (2023). A formal model for personalized learning path using artificial intelligence for instructional planning with a focus on 21st-century skills and environmental awareness. En *2023 IEEE Colombian Caribbean Conference (C3)* (pp. 1–6). <https://doi.org/10.1109/C358072.2023.10436195>
- Celik, I. (2022). Towards intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107–468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Chaturvedi, I., Cambria, E. y Welsch, R. (2023). Teaching simulations supported by artificial intelligence in the real world. *Education Sciences*, 13(2), 187. <https://doi.org/10.3390/educsci13020187>
- Chen, L., Chen, P. y Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75–264–75–278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Chen, Y., Ren, F., Wang, S. y Zhang, L. (2021). Application of big data analysis technology in environmental monitoring. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 632, 052–017. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/632/5/052017>
- Cho, Y. y Park, K. (2023). Designing immersive virtual reality simulation for environmental science education. *Electronics*, 12(2), 315. <https://doi.org/10.3390/electronics12020315>
- Díaz-Guerra, D. y Hernández-Lugo, M. (2023). ¿Está obsoleta la comunicación científica tradicional? Un análisis de las alternativas emergentes. *Opinión Pública*, (21), 55–63. <https://revistas.cun.edu.co/index.php/opinionpublica/article/view/1042/752>
- Díaz-López, C., Serrano-Jiménez, A., Chacartegui, R., Becerra-Villanueva, J., Molina-Huelva, M. y Barrios-Padura, Á. (2023). Sensitivity analysis of trends in environmental education in schools and its implications in the built environment. *Environmental Development*, 45, 100–795. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2022.100795>

- Dogan, M., Dogan, T. y Bozkurt, A. (2023). The use of artificial intelligence (AI) in online learning and distance education processes: A systematic review of empirical studies. *Applied Sciences*, 13(5), 3056. <https://doi.org/10.3390/app13053056>
- Donati, F., Dente, S., Li, C., Vilaysouk, X., Froemelt, A., Nishant, R., Liu, G., Tukker, A. y Hashimoto, S. (2022). The future of artificial intelligence in the context of industrial ecology. *Journal of Industrial Ecology*, 26(4), 1175–1181. <https://doi.org/10.1111/jiec.13313>
- Ekundayo, T., Omotoyosi, F. y Awofala, T. (2022). Leveraging big data for environmental sustainability and resource management. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 16(3), 1196–1202. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2022.16.3.1327>
- Espoir, D., Sunge, R., Nchofoung, T. y Alola, A. (2024). Analysing the drivers of ecological footprint in Africa with machine learning algorithm. *Environmental Impact Assessment Review*, 104, 107 332. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107332>
- Fan, Z., Yan, Z. y Wen, S. (2023). Deep learning and artificial intelligence in sustainability: A review of SDGs, renewable energy, and environmental health. *Sustainability*, 15(18), 13 493. <https://doi.org/10.3390/su151813493>
- Fang, B., Yu, J., Chen, Z., Osman, A., Farghali, M., Ihara, I., Hamza, E., Rooney, D. y Yap, P. (2023). Artificial intelligence for waste management in smart cities: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 21, 1959–1989. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01604-3>
- Fatima, S. (2023). The learning approach: Environmental education and ethics. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 5(4). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i04.7349>
- Francisco, M. (2023). Artificial intelligence for environmental security: National, international, human and ecological perspectives. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 61, 101 250. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2022.101250>
- Gârdan, I., Manu, M., Gârdan, D., Negoită, L., Paștiu, C., Ghiță, E. y Zaharia, A. (2025). Adopting AI in education: Optimizing human resource management considering teacher perceptions. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1488147>
- Gerdes, M., Bayne, A., Henry, K., Ludwig, B., Stephenson, L., Vance, A., Wessol, J. y Winston, S. (2024). Emerging artificial intelligence-based pedagogies in didactic nursing education: A scoping review. *Nurse Educator*, 50(1), 7–17. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000001746>
- Gómez, C. A., Pérez, A. y Sánchez, V. (2024). Análisis de la producción científica en torno a ODS 11: ciudades y comunidades sostenibles. *Mundo FESC*, 14(28), 118–136. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.1585>

- Gómez, C. y Sánchez, V. (2023). Systematic review on augmented reality in health education. *Gamification and Augmented Reality*, 1, 28. <https://doi.org/10.56294/gr202328>
- Gonzales, Y. M., Quintanilla, L. y Pérez, A. J. (2023). Metaverse and education: A complex space for the next educational revolution. *Metaverse Basic and Applied Research*, 2, 56. <https://doi.org/10.56294/mr202356>
- González, R. (2023). La transversalidad del medioambiente: Facetas y conceptos teóricos. *Región Científica*, 2(2), 202-393. <https://doi.org/10.58763/rc202393>
- Gross, F., Petersen, L., Wallmeier, C., Barrett, R., Kwasnitschka, T. y Karstens, S. (2023). From coastal geomorphometry to virtual environments. *Frontiers in Marine Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1229489>
- Hamal, O., Faddouli, N., Harouni, M. y Lu, J. (2022). Artificial intelligence in education. *Sustainability*, 14(5), 2862. <https://doi.org/10.3390/su14052862>
- Han, B., Varshney, K., LaDeau, S., Subramaniam, A., Weathers, K. y Zwart, J. (2023). A synergistic future for AI and ecology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 120(38), e2220283120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2220283120>
- Henriksen, D., Mishra, P. y Stern, R. (2024). Creative learning for sustainability in a world of AI: Action, mindset, values. *Sustainability*, 16(11), 4451. <https://doi.org/10.3390/su16114451>
- Higuera, E. L. (2022). Aspectos clave en agroproyectos con enfoque comercial: Una aproximación desde las concepciones epistemológicas sobre el problema rural agrario en Colombia. *Región Científica*, 1(1), 20-224. <https://doi.org/10.58763/rc20224>
- Huang, C., Zhang, Z., Mao, B. y Yao, X. (2023). An overview of artificial intelligence ethics. *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, 4(4), 799–819. <https://doi.org/10.1109/TAI.2022.3194503>
- Huang, J. y Koroteev, D. (2021). Artificial intelligence for planning of energy and waste management. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, 101-426. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101426>
- Janković, R., Mihajlović, I., Strbac, N. y Amelio, A. (2020). Machine learning models for ecological footprint prediction based on energy parameters. *Neural Computing and Applications*, 33, 7073–7087. <https://doi.org/10.1007/s00521-020-05476-4>
- Kamalov, F., Calonge, D. y Gurrib, I. (2023). New era of artificial intelligence in education: Towards a sustainable multifaceted revolution. *Sustainability*, 15(16), 12-451. <https://doi.org/10.3390/su151612451>

- Karagachev, V. (2024). Environmental education and culture in the context of digital modernization. *State and Municipal Management Scholar Notes*, 1(1), 307–312. <https://doi.org/10.22394/2079-1690-2024-1-1-307-312>
- Karlilar, S., Balcılar, M. y Emir, F. (2023). Environmental sustainability in the OECD: The power of digitalization, green innovation, renewable energy and financial development. *Telecommunications Policy*, 47(6), 102 568. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102568>
- Kim, B. y Kim, H. (2024). Impact of novel engineering-based ecological environmental education program on elementary school students' environmental competency and attitude toward using artificial intelligence. *The Korean Association of Practical Arts Education*, 37(2), 187–206. <https://doi.org/10.24062/kpae.2024.37.2.187>
- Kovari, A., András, I. y Rajcsányi-Molnár, M. (2024). The role of AI in ecohumanistic education. *Journal of Ecohumanism*, 3(3), 1361–1370. <https://doi.org/10.62754/joe.v3i3.3606>
- Lampou, R. (2023). The integration of artificial intelligence in education: Opportunities and challenges. *Review of Artificial Intelligence in Education*, 4, e15. <https://doi.org/10.37497/rev.artif.intell.educ.v4i00.15>
- Ledesma, F. y Malave, B. E. (2022). Patrones de comunicación científica sobre e-commerce: Un estudio bibliométrico en la base de datos Scopus. *Región Científica*, 1(1), 202 214. <https://doi.org/10.58763/rc202214>
- López, Y. Y. (2023). Competencia digital del profesorado para las habilidades TIC en el siglo XXI: Una evaluación de su desarrollo. *Región Científica*, 2(2), 2 023 119. <https://doi.org/10.58763/rc2023119>
- Mageira, K., Pittou, D., Papasalouros, A., Kotis, K., Zangogianni, P. y Daradoumis, A. (2022). Educational AI chatbots for content and language integrated learning. *Applied Sciences*, 12(7), 3239. <https://doi.org/10.3390/app12073239>
- Marisa, S., Gunawan, G. y Susilawati, E. (2024). Global education development plan to build sustainable education based on artificial intelligence. *Qubahan Academic Journal*, 4(2), 38-46. <https://doi.org/10.48161/qaj.v4n2a207>
- McClure, E., Sievers, M., Brown, C., Buelow, C., Ditria, E., Hayes, M., Pearson, R., Tulloch, V., Unsworth, R. y Connolly, R. (2020). Artificial intelligence meets citizen science to supercharge ecological monitoring. *Patterns*, 1(7), 100 109. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2020.100109>
- Memarian, B. y Doleck, T. (2024). Teaching and learning artificial intelligence: Insights from the literature. *Education and Information Technologies*, 29, 21 523–21 546. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12679-y>
- Mohsin, M., Kamran, H., Nawaz, M., Hussain, M. y Dahri, A. (2021). Assessing the impact of transition from nonrenewable to renewable energy consumption on

- economic growth–environmental nexus from developing Asian economies. *Journal of Environmental Management*, 284, III 999. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.III999>
- Moosa Panjwani, M. (2024). Impact of AI in teaching and learning of CS in low-resourced schools. *International Journal of Science and Research Archive*, 12(2), 1933–1939. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.12.2.1451>
- Moral-Muñoz, J. A., Herrera-Viedma, E., Santisteban-Espejo, A. y Cobo, M. J. (2020). Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review. *El Profesional de la Información*, 29(1), e290 103. <https://doi.org/10.3145/epi.2020.ene.03>
- Morandín-Ahuerma, F. (2022). What is artificial intelligence? *International Journal of Research Publication and Reviews*, 3(12), 1947-1951. <https://doi.org/10.55248/gengpi.2022.31261>
- Moreira, A. D. J. y Reis Fonseca, R. M. (2024). La inserción de los movimientos sociales en la protección del medio ambiente: Cuerpos y aprendizajes en el Recôncavo da Bahia. *Región Científica*, 3(1), 2 024 208. <https://doi.org/10.58763/rc2024208>
- Ncube, M. y Ngulube, P. (2024). Enhancing environmental decision-making: A systematic review of data analytics applications in monitoring and management. *Discover Sustainability*, 5. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00510-0>
- Ng, D., Lee, M., Tan, R., Hu, X., Downie, J. y Chu, S. (2022). A review of AI teaching and learning from 2000 to 2020. *Education and Information Technologies*, 28, 8445–8501. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11491-w>
- Niu, S., Luo, J., Niemi, H., Li, X. y Lu, Y. (2022). Teachers' and students' views of using an AI-aided educational platform for supporting teaching and learning at Chinese schools. *Education Sciences*, 12(12), 858. <https://doi.org/10.3390/educsci12120858>
- Nuryana, Z., Nurcahyati, I., Ichsan, Y., Kurniawan, M., Hanafiah, Y., Fadhlurrahman, F., Rachmaningtyas, N. y Aji, A. (2024). Exploring the frontiers of school environmental health and artificial intelligence for sustainability. *E3S Web of Conferences*, 501, 01 014. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450101014>
- Orazbek, A., Amanbaeva, M. y Fiel'Ardh, K. (2024). Digitization of education in biology: Application of artificial intelligence tools in the course “Biodiversity and sustainable development goals”. *Bulletin of the Natural and Geographical Sciences Series*, 82(4). <https://doi.org/10.51889/3005-6217.2024.82.4.004>
- Ortega, J. y Delgado-Quirós, L. (2024). The indexation of retracted literature in seven principal scholarly databases: A coverage comparison of Dimensions,

- OpenAlex, PubMed, Scilit, Scopus, The Lens and Web of Science. *Scientometrics*, 129, 3769–3785. <https://doi.org/10.1007/s11192-024-05034-y>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Journal of Clinical Epidemiology*, 134, 178–189. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.03.001>
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... McKenzie, J. E. (2020). PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n160. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
- Panda, R., Dash, P. y Roy, P. (2024). A novel web-based approach for monitoring biodiversity. *Ecology and Evolution*, 14(10), e70364. <https://doi.org/10.1002/ece3.70364>
- Petersen, G., Klingenberg, S., Mayer, R. y Makransky, G. (2020). The virtual field trip: Investigating how to optimize immersive virtual learning in climate change education. *British Journal of Educational Technology*, 51, 2098–2114. <https://doi.org/10.31234/osf.io/m7vp9>
- Rawson, R., Okere, U. y Tooth, O. (2022). Using low-immersive virtual reality in online learning: Field notes from environmental management education. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 23(4), 211–221. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v23i4.6475>
- Rojas, M. y Chiappe, A. (2024). Artificial intelligence and digital ecosystems in education: A review. *Technology, Knowledge and Learning*, 29, 2153–2170. <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09732-7>
- Roman-Acosta, D., Caira-Tovar, N., Rodríguez-Torres, E. y Pérez-Gamboa, A. J. (2023). Effective leadership and communication strategies in disadvantaged contexts in the digital age. *Salud, Ciencia y Tecnología – Serie de Conferencias*, 2, 532. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023532>
- Roumiani, A., Shayan, H., Sharifinia, Z. y Moghadam, S. (2022). Estimation of ecological footprint based on tourism development indicators using neural networks and multivariate regression. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 33 396–33 418. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24471-x>
- Sahabuddin, E. y Makkasau, A. (2024). Utilization of virtual reality as a learning tool to increase students' pro-environmental behavior at universities: A maximum

Clustering educativo: aplicación del algoritmo *K-means* para la mejora de estrategias docentes

Educational Clustering: Application of the K-Means
Algorithm to Improve Teaching Strategies

*Mario Sarián González**

* Doctor (C) en Innovación, IA y Transformación Digital por la Universidad Pontificia de Salamanca, España. Doctor en Empresas de la Universidad Central, Master of Business Administration por la Universidad de Sevilla, España. Magíster en Administración y Dirección de Empresas con especialización en Comunicación Estratégica por Universidad Pompeu Fabra, España. Ingeniero en Informática y Gestión por la Universidad Diego Portales, Chile. Profesor de la Universidad Autónoma de Chile y European Institute for international Studies (EIIIS), Estocolmo, Suecia. Correo electrónico: mario.sarian@uautonoma.cl; mgsariango.chs@upsa.es. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2271-0532>.

Resumen

La creciente disponibilidad de datos educativos ha abierto nuevas oportunidades para optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En un escenario educativo cada vez más diverso y complejo, la inteligencia artificial emerge como una aliada poderosa para comprender mejor a los estudiantes y tomar decisiones pedagógicas más informadas. Este capítulo propone la aplicación del algoritmo de agrupamiento *K-means* como herramienta para analizar datos educativos y generar estrategias docentes diferenciadas. A partir del estudio de variables como el rendimiento académico, la participación en plataformas digitales y los estilos de aprendizaje, es posible identificar patrones que visibilizan la heterogeneidad del aula desde una perspectiva más profunda y basada en evidencia.

El enfoque propuesto va más allá del análisis técnico: busca construir una mirada pedagógica que conecte los datos con las historias reales de quienes aprenden. Se desarrolla una metodología ética y contextualizada que abarca desde la clarificación del propósito educativo hasta la interpretación de los resultados y el diseño de intervenciones adaptadas. Lejos de reemplazar al profesorado, el uso de *K-means* en educación se presenta como un complemento que enriquece el juicio docente, promueve una cultura de mejora continua y favorece una enseñanza más inclusiva, humana y situada.

Esta propuesta invita a docentes e investigadores a integrar la tecnología con sentido crítico, reconociendo que detrás de cada dato hay una persona y que el verdadero potencial de la inteligencia artificial en educación reside en su capacidad para acercarnos, no para estandarizarnos.

Palabras clave: algoritmos de aprendizaje automático, estrategias pedagógicas, inteligencia artificial en educación, *K-means*, personalización del aprendizaje.

Abstract

The increasing availability of educational data has opened new opportunities to optimize teaching and learning processes. In an increasingly diverse and complex educational landscape, artificial intelligence emerges as a powerful ally to better understand students and make more informed pedagogical decisions. This chapter proposes the application of the K-means clustering algorithm as a tool to analyze educational data and generate differentiated teaching strategies. By studying

variables such as academic performance, participation in digital platforms, and learning styles, it is possible to identify patterns that highlight classroom heterogeneity from a deeper, evidence-based perspective.

The proposed approach goes beyond technical analysis: it seeks to construct a pedagogical perspective that connects data with the real stories of learners. An ethical and contextualized methodology is developed, encompassing everything from clarifying the educational purpose to interpreting results and designing tailored interventions. Far from replacing teachers, the use of K-means in education is presented as a complement that enriches teachers' judgment, promotes a culture of continuous improvement, and fosters more inclusive, humane, and situated teaching.

This proposal invites teachers and researchers to integrate technology with a critical perspective, recognizing that behind every data point there is a person, and that the true potential of artificial intelligence in education lies in its ability to bring us closer together, not to standardize us.

Keywords: artificial intelligence in education, K-means, learning personalization, machine learning algorithms, pedagogical strategies.

Introducción

La educación contemporánea atraviesa una transformación profunda y sostenida, impulsada en gran medida por la expansión de las tecnologías digitales y el uso masivo de plataformas virtuales de aprendizaje. Estas herramientas no solo han modificado las formas de acceso al conocimiento, sino también los procesos mediante los cuales se produce, se comparte y se evalúa. Los entornos virtuales, los espacios colaborativos, los repositorios digitales y los sistemas automatizados de evaluación han ampliado significativamente las posibilidades pedagógicas; sin embargo, también han generado grandes volúmenes de datos que, en muchos casos, permanecen subutilizados desde el punto de vista educativo (Zawacki-Richter, 2019). En este contexto, la inteligencia artificial (IA) emerge como una herramienta estratégica para analizar e interpretar esa información, con el fin de comprender con mayor profundidad los procesos de enseñanza y aprendizaje (Chen, L. *et al.*, 2020).

Más que una moda tecnológica, la IA representa un nuevo enfoque para observar la realidad educativa desde perspectivas más profundas y basadas en evidencia. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de información y detectar

patrones ocultos en los datos permite identificar comportamientos, trayectorias y necesidades específicas de los estudiantes. A diferencia del análisis estadístico tradicional, que suele centrarse en indicadores numéricos agregados, la IA invita a mirar la diversidad del estudiantado en toda su complejidad y riqueza.

Dentro del amplio abanico de herramientas que ofrece la IA, los algoritmos de aprendizaje automático (*machine learning*) ocupan un lugar central. Estos algoritmos se caracterizan por no requerir instrucciones explícitas para operar; aprenden directamente a partir de los datos, reconociendo regularidades y adaptándose a nuevas condiciones (Tuomi, 2018). Aplicados al campo educativo, permiten anticipar riesgos de deserción, identificar estudiantes con dificultades e incluso recomendar estrategias de enseñanza personalizadas basadas en el comportamiento histórico del alumnado.

Una de las técnicas más relevantes en este contexto es el *clustering*, también conocido como análisis de agrupamiento. Esta técnica consiste en reunir datos según su similitud, sin necesidad de contar con etiquetas o clasificaciones previas. En otras palabras, permite que los datos se organicen por sí mismos en grupos naturales y revelen estructuras y relaciones que no siempre resultan evidentes a simple vista (Zheliznyak *et al.*, 2017).

Esta lógica se adapta de manera extraordinaria a la realidad del aula, donde cada estudiante es diferente y trae consigo un conjunto único de experiencias, habilidades, intereses y dificultades. Mientras algunos requieren mayor acompañamiento y guía, otros prosperan en entornos más autónomos o colaborativos (Frades y Matthiesen, 2010). El *clustering* permite reconocer esas diferencias de manera sistemática y ayuda al docente a tomar decisiones informadas sobre cómo abordar la diversidad dentro del aula.

Entre los distintos algoritmos de *clustering* existentes, el más utilizado en educación es el *K-means*. Su funcionamiento parte de una premisa sencilla pero poderosa: dividir un conjunto de datos en k grupos, de modo que los elementos dentro de cada grupo sean lo más parecidos posible entre sí y, al mismo tiempo, distintos de los elementos de los demás grupos (Jain, 2008). El algoritmo identifica los “centros” o centroides de estos grupos, calcula la distancia de cada dato (estudiante) a esos centros y ajusta las agrupaciones hasta encontrar una configuración óptima (Barbakh *et al.*, 2009).

En el ámbito educativo, esto significa que no solo se agrupa a los estudiantes por calificaciones, sino también por múltiples variables que reflejan su comportamiento

y forma de aprender: desde la participación en plataformas virtuales hasta el estilo de aprendizaje predominante (Liu *et al.*, 2017). La tabla 1 muestra algunas de las aplicaciones comunes de la IA en el ámbito educativo:

Tabla 1. Aplicaciones comunes de la IA en educación

Elemento	Aplicación en el aula
Aprendizaje automático (Romero y Ventura, 2020)	Detectar patrones de rendimiento, sugerir rutas personalizadas
Procesamiento de lenguaje natural	Analizar mensajes en foros, generar retroalimentación automática
Sistemas expertos	Sugerir actividades según nivel del estudiante
Minería de datos educativos (Xiong <i>et al.</i> , 2024)	Identificar tendencias y necesidades de aprendizaje

Dentro del amplio espectro de técnicas que ofrece el aprendizaje automático, el agrupamiento o *clustering* ha adquirido una relevancia creciente, especialmente en el campo educativo. Esta técnica se distingue por su capacidad para organizar conjuntos de datos sin necesidad de contar con etiquetas o clasificaciones previas (Dutt *et al.*, 2015). En otras palabras, permite descubrir estructuras ocultas dentro de los datos a partir de similitudes internas entre los elementos, lo cual resulta sumamente valioso en contextos donde la diversidad del estudiantado es la norma y no la excepción.

En las aulas actuales, los estudiantes difieren en múltiples dimensiones: ritmo de aprendizaje, estilos cognitivos, niveles de motivación y acceso a recursos, entre muchos otros factores. Frente a esta complejidad, las herramientas tradicionales de evaluación suelen quedarse cortas. Es en este punto donde el *clustering* ofrece una alternativa poderosa, al permitir identificar grupos con características comunes de manera automática y basada en evidencia. Lejos de imponer categorías rígidas, esta metodología abre la posibilidad de comprender mejor la heterogeneidad presente en cada curso o cohorte (Srivastava y Kumar, 2021).

Uno de los algoritmos más populares y aplicados en esta área es el *K-means*, debido a su equilibrio entre simplicidad y efectividad. Este algoritmo parte de una premisa sencilla: dividir un conjunto de datos en “k” grupos, de forma que

los elementos dentro de cada grupo sean lo más parecidos posible entre sí y, a la vez, distintos de los elementos de los demás grupos. Para lograrlo, *K-means* analiza la distancia entre los puntos de datos (por ejemplo, estudiantes) y los “centros” o núcleos de cada grupo, lo que permite reajustar continuamente las agrupaciones hasta lograr una distribución óptima (Anuradha *et al.*, 2015).

Cuando este tipo de algoritmo se traslada al ámbito educativo, sus implicaciones son notables. No se trata simplemente de agrupar estudiantes por sus calificaciones, sino de considerar un abanico más amplio de variables que capturan comportamientos, actitudes y formas de aprender. Así, es posible identificar perfiles estudiantiles basados en patrones reales de interacción con los contenidos, participación en plataformas digitales, tiempos de conexión, cumplimiento de tareas e incluso estilos de aprendizaje predominantes.

A partir de esta información, los docentes no solo pueden comprender mejor a su alumnado, sino también diseñar estrategias pedagógicas diferenciadas, adecuadas a las necesidades particulares de cada grupo. Por ejemplo, ciertos estudiantes podrían beneficiarse de un acompañamiento más cercano, mientras que otros aprovecharían propuestas más autónomas o colaborativas. En última instancia, aplicar *K-means* en educación representa una herramienta valiosa para avanzar hacia una enseñanza más equitativa, informada y centrada en el estudiante.

En la tabla 2 se presentan algunas de las variables comúnmente utilizadas para realizar este tipo de análisis con el algoritmo *K-means*. Estas variables han sido seleccionadas por su relevancia en la caracterización de comportamientos de aprendizaje y por su disponibilidad en entornos educativos digitalizados (Liu, 2022).

Tabla 2. Variables educativas para el análisis de agrupamiento con *K-means*

Variable	Tipo de dato	Posible fuente de información
Promedio de calificaciones	Numérico	Sistema de notas del centro educativo
Participación en foros virtuales	Numérico/categorico	Plataforma LMS (Moodle, Google Classroom, etc.)
Estilo de aprendizaje	Categorico	Cuestionarios de diagnóstico (VARK, CHAEA)

Tiempo conectado a la semana	Númérico	Registro de actividad en plataforma digital
Entrega de tareas a tiempo	Binario (Sí/No)	Reporte de actividades del docente o LMS

La posibilidad de trabajar con diversas variables que reflejan el comportamiento, la participación, el rendimiento y los estilos de aprendizaje de los estudiantes abre un abanico de oportunidades para construir perfiles más completos e integrales de cada uno. Este enfoque permite ir mucho más allá de la simple evaluación basada en calificaciones, que tradicionalmente ha dominado la mayoría de los sistemas educativos. En cambio, invita a reconocer que detrás de cada número existe una persona con un conjunto particular de habilidades, necesidades, motivaciones y contextos.

Al utilizar estas variables de manera articulada mediante herramientas como el algoritmo *K-means*, se puede superar la lógica de la enseñanza homogénea y estandarizada. En lugar de asumir que todos los estudiantes aprenden al mismo ritmo, de la misma manera y con los mismos recursos, este enfoque permite identificar patrones de comportamiento y estilos de aprendizaje diferenciados, lo que facilita el diseño de experiencias formativas más significativas, personalizadas y acordes con la realidad del grupo (Kurniawan y Hermawan, 2023).

Este trabajo se plantea como una contribución concreta a ese objetivo. En particular, la investigación se orienta hacia la aplicación del algoritmo *K-means* sobre un conjunto real de datos estudiantiles, con el propósito de detectar agrupamientos internos que reflejen similitudes entre estudiantes no evidentes a simple vista. A través de este análisis, se busca comprender con mayor profundidad cómo se configuran los distintos perfiles presentes en el aula y cómo esas configuraciones pueden informar y enriquecer las decisiones pedagógicas que toma el profesorado.

El centro de esta propuesta no reside en el uso de la tecnología por sí misma, sino en su potencial para transformar la mirada pedagógica. Una vez identificados los grupos naturales de estudiantes —basados en variables como la participación, el estilo cognitivo, el nivel de compromiso o el desempeño académico— será posible diseñar estrategias de enseñanza más pertinentes, ajustadas a las características y necesidades de cada clúster.

La finalidad última de este capítulo, por tanto, es ofrecer recomendaciones prácticas y fundamentadas que orienten al profesorado en la construcción de

ambientes de aprendizaje más inclusivos, efectivos y justos. Se trata de avanzar hacia un modelo educativo donde las decisiones no se tomen únicamente desde la intuición o la experiencia —que siguen siendo valiosas—, sino también desde el análisis riguroso de datos que reflejan la realidad cotidiana del aula.

En este sentido, el uso de algoritmos como *K-means* en contextos educativos no debe entenderse como una sustitución del juicio docente, sino como un recurso complementario que enriquece la toma de decisiones. La educación del siglo XXI exige nuevas formas de pensar, planificar y actuar en el aula, y este tipo de herramientas puede ser un apoyo valioso para responder con mayor precisión y sensibilidad a la diversidad de los estudiantes (Omar *et al.*, 2020).

Tabla 3. *Aportes del uso K-means a la mejora de la enseñanza*

Beneficio potencial	¿Cómo mejora la enseñanza?
Crear grupos con características comunes	Permite adaptar materiales y actividades a cada grupo
Identificar estudiantes en riesgo	Facilita intervenciones más oportunas
Personalizar la enseñanza	Mejora la motivación y el rendimiento individual
Tomar decisiones basadas en datos	Reduce la intuición y aumenta la efectividad pedagógica

En definitiva, la incorporación de herramientas como el algoritmo *K-means* en el ámbito educativo va mucho más allá del simple uso de nuevas tecnologías. Su verdadero valor radica en la posibilidad de generar una mirada más profunda y comprensiva sobre los estudiantes, sus trayectorias y sus necesidades particulares. Al analizar los datos que los propios procesos de enseñanza y aprendizaje generan —ya sea en plataformas virtuales, evaluaciones, participación u otros indicadores— se abre una oportunidad concreta para repensar las prácticas docentes al visibilizar dimensiones que antes quedaban fuera del radar pedagógico.

Este capítulo se propone justamente eso: mostrar cómo la IA, cuando se utiliza con criterio profesional, sentido ético y una clara orientación pedagógica, puede convertirse en una aliada para el profesorado. Lejos de buscar reemplazar el rol docente, estas tecnologías pueden actuar como un complemento que enriquece la

toma de decisiones en el aula al aportar información significativa que orienta mejor las estrategias de enseñanza y permite adaptarse con mayor precisión a los distintos ritmos y estilos de aprendizaje.

En este sentido, el uso del *clustering* educativo y, en particular, del algoritmo *K-means* se presenta como una herramienta concreta para avanzar hacia una educación más personalizada, equitativa y centrada en el estudiante. Esta metodología permite visibilizar patrones de comportamiento o desempeño que, de otro modo, podrían pasar inadvertidos, lo que facilita intervenciones pedagógicas más oportunas y efectivas. Innovar en educación, por tanto, no solo significa adoptar tecnologías emergentes, sino también generar una cultura docente basada en la reflexión, la evidencia y la mejora continua. Es en ese cruce entre tecnología y compromiso pedagógico donde surgen las verdaderas transformaciones con sentido (Ibrahim, 2020).

Este capítulo se concibe como una propuesta que entrelaza la reflexión pedagógica con la aplicación práctica de herramientas digitales avanzadas, particularmente aquellas derivadas de la IA. En un escenario educativo donde la abundancia de datos convive con una creciente complejidad en los perfiles del estudiantado, se vuelve necesario repensar las formas en que observamos, comprendemos y acompañamos los procesos de aprendizaje. Más allá de lo técnico, este trabajo se enmarca en la búsqueda de una enseñanza más cercana, que ponga en valor la diversidad y se nutra de nuevas formas de mirar el aula. La aplicación del algoritmo de agrupamiento *K-means* se plantea aquí como una vía para acercarse con mayor precisión y empatía a las trayectorias de los estudiantes y generar conocimiento útil para la acción docente (Peña-Ayala, 2014). A partir de esta intención, se despliegan los siguientes objetivos:

- i. Comprender el lugar que puede ocupar la IA en la educación del presente al reconocer su potencial transformador en la forma de leer y acompañar el aprendizaje. Este primer objetivo busca situar la IA no como un conjunto de herramientas ajenas al quehacer docente, sino como una aliada que permite observar con nuevos ojos los procesos educativos. Se trata de ir más allá de los promedios o las calificaciones y adentrarse en una comprensión más rica, dinámica y contextual del aprendizaje (Holmes y Baker, 2022). Al acceder a datos generados en plataformas digitales o sistemas de gestión educativa, se abre la posibilidad de detectar patrones, anticipar dificultades y diseñar estrategias más ajustadas a lo que ocurre realmente en el aula. Esta mirada

implica, al mismo tiempo, asumir con responsabilidad los límites éticos de su uso y mantener el foco en las personas detrás de los datos (Williamson y Eynon, 2020).

2. Explicar el algoritmo *K-means* desde una lógica comprensible que conecte su estructura matemática con su sentido educativo. Lejos de ser un procedimiento meramente técnico, el *K-means* puede entenderse como un puente entre el análisis riguroso y la práctica pedagógica (Jain, 2010). En este capítulo se desglosa su funcionamiento paso a paso, mostrando cómo parte de datos concretos para organizar la diversidad en grupos significativos. Se aborda la noción de centroides, la forma en que se mide la similitud entre estudiantes y cómo el algoritmo se ajusta hasta encontrar agrupamientos coherentes. Más allá de la fórmula, el interés se centra en cómo esta herramienta puede ayudarnos a visibilizar realidades que muchas veces permanecen ocultas: estudiantes con trayectorias similares, desafíos comunes o estilos de aprendizaje afines (Papamitsiou y Economides, 2014).
3. Proponer una metodología que pueda ser utilizada por docentes e investigadores para implementar el *clustering* educativo de forma ética, rigurosa y contextualizada. Este objetivo busca traducir la propuesta en una hoja de ruta clara que oriente paso a paso la aplicación del análisis. Desde la formulación de una pregunta pedagógica significativa hasta la recolección, depuración y análisis de los datos, se plantea un modelo centrado en las decisiones que deben tomarse para que el proceso sea coherente con la realidad del aula (Slade y Prinsloo, 2013). No se trata de aplicar un algoritmo de forma automática, sino de seleccionar las variables adecuadas —como la participación, los tiempos de conexión o los estilos de aprendizaje— con una intención clara: comprender mejor a quienes aprenden (Ferguson, 2012). Esta propuesta metodológica está pensada tanto para investigaciones formales como para espacios educativos cotidianos donde el análisis de datos puede enriquecer la práctica docente.
4. Traducir los agrupamientos obtenidos en propuestas concretas de enseñanza diferenciada, capaces de responder a la diversidad real del aula. El valor del análisis no se agota en la segmentación de estudiantes, sino que comienza allí. Una vez reconocidos los patrones, lo esencial es preguntarse qué hacer con esa información. Este objetivo se orienta a diseñar respuestas pedagógicas específicas, que vayan desde el apoyo personalizado para estudiantes con

mayores dificultades hasta itinerarios de aprendizaje más autónomos para quienes muestran mayor capacidad de autorregulación (van Leeuwen *et al.*, 2014). También se propone el uso del trabajo colaborativo como vía para potenciar las fortalezas distribuidas en los grupos. En todos los casos, el foco está en adaptar la enseñanza a los distintos ritmos, intereses y formas de aprender, reconociendo que una propuesta homogénea ya no basta para responder a la complejidad del aula actual (Ifenthaler y Yau, 2020).

5. Promover una cultura de análisis crítico de datos en educación, que complemente la experiencia y el juicio docente sin reemplazarlos. Finalmente, el capítulo plantea que el uso de herramientas basadas en IA debe estar guiado por una ética del cuidado, la equidad y la mejora continua (Mandinach *et al.*, 2015). Lejos de promover una mirada reduccionista o mecanicista, se defiende la idea de que los datos, cuando se utilizan correctamente, pueden ofrecer pistas valiosas para actuar con mayor sensibilidad y justicia. En este sentido, el análisis no reemplaza al docente, sino que lo acompaña en su tarea de observar, interpretar y decidir. Fomentar una cultura pedagógica basada en evidencia, pero profundamente humana, es uno de los desafíos más urgentes en este tiempo de transformación educativa (Dwivedi, 2023).

En conjunto, estos objetivos no solo orientan el desarrollo del capítulo, sino que invitan a una forma distinta de pensar la tecnología en la educación. No se trata únicamente de incorporar algoritmos, sino de utilizarlos con propósito, criterio pedagógico y compromiso ético. Se espera que esta propuesta inspire a docentes, investigadores y tomadores de decisiones a explorar nuevas formas de conocer y acompañar a sus estudiantes al hacer del análisis de datos un acto profundamente humano y transformador.

Desarrollo

Los escenarios educativos actuales están marcados por una creciente diversidad de estudiantes, por ritmos de aprendizaje muy distintos y por entornos digitales que generan grandes volúmenes de información sobre cómo se enseña y cómo se aprende. Para los docentes, esta realidad supone una complejidad que no siempre puede abordarse con las herramientas tradicionales. En este contexto desafiante, la IA se perfila como un recurso capaz de ofrecer nuevas formas de comprender lo que ocurre en el aula y apoyar la toma de decisiones pedagógicas a partir de datos reales, más allá de la intuición o la experiencia acumulada (Aguilar, 2024).

Entre las múltiples aplicaciones de la IA en educación, los algoritmos de agrupamiento —en especial, el *K-means*— ofrecen una alternativa concreta para observar con mayor claridad los distintos perfiles de estudiantes dentro de un mismo grupo. Gracias a su capacidad para procesar grandes volúmenes de información y encontrar patrones que no son evidentes a simple vista, esta herramienta permite identificar conjuntos de estudiantes con características similares en aspectos clave como el rendimiento académico, la participación digital, la autonomía o la forma en que prefieren aprender (Araka *et al.*, 2022). Lejos de ser una clasificación rígida, estos agrupamientos se convierten en una fuente valiosa para diseñar estrategias que respondan realmente a lo que cada grupo necesita.

Lo interesante del algoritmo *K-means* es que no parte de etiquetas predefinidas ni de categorías impuestas desde fuera. Por el contrario, su lógica permite que los propios datos revelen cómo se organizan naturalmente los estudiantes según sus similitudes (Arslan *et al.*, 2023). En otras palabras, permite ver aquello que a menudo escapa a la observación cotidiana: que no todos aprenden de la misma forma, que los niveles de compromiso varían y que las trayectorias escolares pueden ser muy distintas, aunque pertenezcan al mismo curso.

Aplicado al aula, el algoritmo actúa como una especie de lente que ayuda a ordenar el caos aparente. A través de un proceso de ensayo y ajuste, define grupos internos que representan perfiles reales y observables dentro de la clase. Desde el punto de vista pedagógico, esta información es sumamente útil: permite al profesorado diseñar intervenciones específicas, distribuir mejor los apoyos, organizar el trabajo colaborativo con mayor coherencia y, en general, lograr que la enseñanza esté más alineada con quienes la reciben.

Ahora bien, para que este tipo de análisis tenga verdadero sentido, no basta con aplicar un procedimiento automático. Es fundamental que cada etapa del proceso responda a una intención educativa. Por ello, este capítulo propone una metodología concreta que va más allá del algoritmo: comienza por definir qué se quiere observar, continúa con la selección de variables que representen la experiencia de aprendizaje, prosigue con la preparación cuidadosa de los datos y culmina con una interpretación pedagógica que permita transformar los resultados en acciones concretas dentro del aula.

En este camino, también se abordan elementos clave como la ética en el uso de datos educativos, la necesidad de contextualizar las decisiones y la importancia

de mantener siempre el foco en la persona que aprende. Porque la IA, por sí sola, no mejora la educación: es el propósito con que se incorpora y la sensibilidad con que se interpretan sus resultados lo que marca la diferencia.

En definitiva, esta propuesta no busca reemplazar el juicio docente, sino enriquecerlo. Aporta herramientas para observar con mayor profundidad, actuar con más información y construir una enseñanza más consciente, justa y atenta a la diversidad real de cada grupo de estudiantes. La IA, bien utilizada, puede ser una aliada poderosa para quienes enseñan con vocación y sentido, y también para quienes aprenden desde realidades muy distintas, pero con el mismo derecho a ser comprendidos y acompañados en su proceso.

Metodología

Método estático: modelo matemático del Algoritmo *K-means*

Fundamento matemático del algoritmo *K-means*

Si bien el algoritmo *K-means* suele destacarse por su aparente simplicidad y por la rapidez con que puede procesar grandes volúmenes de información, su verdadero valor radica en la lógica matemática que sustenta su funcionamiento. Esta lógica no es arbitraria, sino que responde a un principio fundamental del análisis de datos: encontrar estructuras significativas agrupando elementos que compartan características similares (MacQueen, 1967). En otras palabras, busca organizar los datos de manera que los elementos dentro de un mismo grupo o clúster tengan más aspectos en común entre sí que con los pertenecientes a otros grupos (Pratama *et al.*, 2023).

Desde una perspectiva educativa, puede imaginarse que cada estudiante se representa como un punto en un espacio de varias dimensiones. Cada una de esas dimensiones corresponde a una variable relevante: el promedio de sus calificaciones, su nivel de participación en clases virtuales, la puntualidad en la entrega de trabajos o incluso su estilo de aprendizaje preferido (Huang, 2008). De este modo, la realidad académica de cada alumno se convierte en una coordenada única dentro de un espacio de análisis.

El propósito del algoritmo *K-means* es precisamente encontrar patrones en ese espacio: identificar conjuntos de estudiantes que, por sus comportamientos o características, tienden a agruparse de manera natural (Blömer *et al.*, 2016). Para ello, el algoritmo define un número predeterminado de grupos llamados clústeres y busca minimizar la distancia entre cada estudiante y el centro de su grupo,

también conocido como centroide (Vattani, 2011). Cuanto más cerca se encuentra un estudiante del centro de su grupo, más representativo resulta ese clúster de su realidad (Chaturvedi y Rajavat, 2013).

Este enfoque no solo permite clasificar a los estudiantes según sus similitudes, sino también descubrir formas más efectivas de acompañar sus procesos de aprendizaje. Así, el algoritmo deja de ser una herramienta puramente técnica para convertirse en un recurso valioso al servicio de la comprensión pedagógica.

Desde una perspectiva matemática, el algoritmo busca minimizar la suma de las distancias cuadráticas entre los puntos de datos y sus respectivos centroides. Esta suma se conoce como la función de coste o función objetivo, y se expresa así:

$$J = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} \|x - c_i\|^2$$

Donde:

- J es el valor total de la función objetivo, que el algoritmo intenta minimizar.
- k es el número de clústeres definidos.
- S_i representa el conjunto de puntos asignados al clúster.
- x es un punto de datos (por ejemplo, un estudiante).
- C_i es el centroide del clúster i .
- $\|x - c_i\|^2$ representa la distancia euclidiana al cuadrado entre el punto x y su centroide.

El algoritmo *K-means* se basa en un procedimiento cíclico y progresivo mediante el cual ajusta sus cálculos hasta lograr una organización óptima de los datos (Tan *et al.*, 2019). Esta metodología no se ejecuta en un único paso, sino que sigue una serie de etapas repetidas que permiten refinar progresivamente los resultados. En términos simples, el algoritmo aprende y mejora su agrupamiento a medida que avanza en su procesamiento (Morissette y Chartier, 2013).

El proceso comienza con una fase conocida como inicialización, en la cual el sistema selecciona aleatoriamente un número determinado de puntos dentro del conjunto de datos que actuarán como centroides iniciales (Wang, 2023). En el contexto educativo, estos puntos podrían representar configuraciones hipotéticas de estudiantes que comparten ciertas características comunes.

Luego se desarrolla la etapa de asignación, en la que cada dato —en este caso, cada estudiante descrito por un conjunto de variables— se vincula al centroide más cercano (Pérez-Ortega *et al.*, 2019). Esta cercanía se calcula mediante una métrica matemática llamada *distancia euclidiana*, que permite establecer qué tan similar es un estudiante respecto al centro de cada grupo (Mirkin, 2011). De este modo, los estudiantes se organizan en clústeres según su afinidad con determinados perfiles.

La tercera etapa corresponde a la actualización. En ella, el algoritmo recalcula el centroide de cada grupo considerando ahora el promedio de todos los datos que han sido asignados a ese clúster (Cui *et al.*, 2013). Es decir, ajusta la posición del centro de cada grupo para que represente mejor a sus miembros actuales.

Este ciclo de asignación y actualización se repite sucesivamente hasta alcanzar una condición de estabilidad. Esto ocurre cuando los centroides ya no cambian de manera significativa entre una iteración y otra, o bien cuando se cumple un número máximo de repeticiones definido por el analista (Liu y Lu, 2015). El resultado final de este proceso iterativo son agrupaciones estables de estudiantes, en las que cada grupo refleja patrones de comportamiento, participación o rendimiento que comparten sus integrantes.

Uno de los aspectos más importantes al utilizar el algoritmo *K-means* es determinar cuántos grupos (*k*) deben formarse. Si se elige un número demasiado bajo, los grupos serán excesivamente generales y no reflejarán de manera adecuada la diversidad del alumnado; por el contrario, si se elige un número demasiado alto, se corre el riesgo de sobreajustar los datos y perder claridad en el análisis (Goyal y Aggarwal, 2017).

Para resolver esta cuestión, se emplea una técnica llamada método del codo (*elbow method*), que consiste en observar cómo varía la función objetivo del algoritmo —generalmente representada por la suma de las distancias cuadradas dentro de los grupos— a medida que se incrementa el número de clústeres (Lakshmi *et al.*, 2018).

Cuando se grafica esta relación, es común observar una curva decreciente. Sin embargo, llega un punto en el que las mejoras en la agrupación se vuelven cada vez menos significativas. Ese punto de inflexión, donde la pendiente de la curva cambia bruscamente, se asemeja a un codo en la gráfica (Basso *et al.*, 2024); de ahí proviene su nombre. Identificar ese punto es clave, ya que suele indicar el número óptimo

de agrupaciones que mejor equilibran la precisión del modelo con su simplicidad interpretativa.

Esta combinación entre matemática, lógica algorítmica y análisis visual hace del *K-means* una herramienta no solo potente, sino también accesible para el análisis educativo. Permite transformar conjuntos complejos de información en representaciones claras y accionables, lo que aporta un valor real a quienes buscan entender y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Método lógico: algoritmo *K-means*

Más que un simple procedimiento técnico, lo que aquí se propone es una forma de mirar el aula con otros ojos. Este algoritmo se plantea como una herramienta con propósito educativo, una guía que combina el análisis de datos con una intención pedagógica clara. La idea no es solo procesar información, sino utilizarla como un medio para comprender mejor a quienes aprenden, reconociendo que detrás de cada número hay historias, trayectorias y maneras distintas de participar en el proceso formativo (Sharma *et al.*, 2012).

Este enfoque busca acompañar tanto a docentes como a investigadores en la tarea de encontrar patrones o agrupaciones dentro de un grupo de estudiantes. Pero no cualquier agrupación, sino aquellas que realmente tengan sentido para orientar decisiones más conscientes en la enseñanza. La intención es que, a partir de esta mirada más afinada, se puedan diseñar estrategias que se ajusten mejor a los distintos perfiles del aula, haciéndola más inclusiva, más cercana y más humana.

Lo valioso de este método es que no se limita a ver los datos como algo distante. Más bien, invita a observar con atención las diferencias que existen entre los estudiantes al entender que esa diversidad no es un problema por resolver, sino una oportunidad para hacer de la educación un espacio más justo y significativo. Así, lejos de pretender sustituir el juicio pedagógico, este enfoque busca enriquecerlo y aportar nuevas herramientas para tomar decisiones que respondan mejor a las realidades que se viven en cada sala de clase.

Paso 1: clarificar el propósito pedagógico

Cualquier intento de aplicar IA en el ámbito educativo debería partir, ante todo, de una inquietud genuina. Mucho antes de pensar en herramientas o bases de

datos, lo fundamental es detenerse a reflexionar y formular las preguntas correctas (Chansa *et al.*, 2024): preguntas que surjan desde la experiencia cotidiana en el aula, desde las dudas que permanecen después de una clase, desde esa sensación de que algo importante aún no está del todo claro.

- ¿Qué aspectos de mis estudiantes todavía no logro percibir con claridad?
- ¿De qué manera podría agruparlos para comprender mejor sus formas de aprender y así apoyar más efectivamente su proceso?
- ¿Estoy buscando identificar necesidades particulares, estilos de aprendizaje o niveles de participación que no siempre se hacen visibles a simple vista?

Estas preguntas no tienen un origen técnico; nacen del ejercicio pedagógico, de la observación atenta y del deseo de mejorar lo que hacemos cada día. En este sentido, el punto de partida no está en el algoritmo ni en los datos, sino en la intención: en el propósito de usar la tecnología como una aliada para mirar con mayor profundidad y sentido a quienes aprenden con nosotros (Guo y Dacanay, 2024). Solo cuando existe claridad sobre el para qué, el análisis de datos cobra verdadero valor en la educación.

Paso 2: seleccionar las variables que representen la experiencia de aprendizaje

No todos los datos tienen el mismo valor ni aportan por igual a la comprensión profunda del proceso educativo. En este punto, la experiencia docente y el conocimiento del entorno en el que se desarrolla el aprendizaje se vuelven elementos esenciales (Dash y Kumar, 2024). No se trata de recolectar información de forma indiscriminada, sino de elegir con intención aquellas variables que realmente permitan captar lo que ocurre con los estudiantes, más allá de lo evidente.

Es precisamente esta mirada pedagógica la que orienta qué aspectos observar. Por ejemplo, los promedios o calificaciones pueden ofrecer una primera aproximación al rendimiento académico, pero no bastan por sí solos para comprender la complejidad del aprendizaje. También resulta clave considerar otras dimensiones menos tradicionales, como la frecuencia con que un estudiante participa en foros o actividades colaborativas, su nivel de interacción en clases virtuales o el tiempo que dedica a explorar recursos en línea (Mahamuni *et al.*, 2024).

Asimismo, reconocer los estilos de aprendizaje predominantes puede ser una puerta de entrada para adaptar mejor las estrategias de enseñanza. Otros indicadores, como las horas de conexión a la plataforma o la puntualidad en la entrega de tareas, aportan pistas sobre el compromiso, la autonomía y la manera en que cada estudiante se organiza frente a las demandas del entorno virtual.

Seleccionar estas variables con criterio no solo enriquece el análisis, sino que permite construir una representación más amplia, justa y plural de quienes están al otro lado de la pantalla o del pupitre. Se pasa así de una visión limitada, centrada exclusivamente en números, a una comprensión más matizada y significativa de la experiencia educativa (Quiroz *et al.*, 2024).

Paso 3: recolectar, depurar y preparar los datos

Una vez que se ha definido con claridad qué aspectos del aprendizaje se desean observar mediante la elección de variables significativas, llega el momento de dar un paso crucial: recopilar los datos. Esta tarea, que podría parecer meramente operativa, es en realidad una etapa estratégica, ya que de la calidad y pertinencia de los datos dependerá, en gran parte, la utilidad de todo el análisis posterior.

Las fuentes de información pueden ser diversas. En los entornos educativos actuales, es común recurrir a plataformas de gestión del aprendizaje (LMS), donde se almacenan registros de acceso, participación en foros, entregas de tareas y resultados de evaluaciones (Rachovski *et al.*, 2024). También es posible complementar esta información con datos provenientes de sistemas institucionales, como el historial de notas, o incluso con instrumentos creados por el propio docente, tales como encuestas diagnósticas o formularios de autoevaluación (Dzhanegizova *et al.*, 2023).

Sin embargo, obtener los datos es solo el comienzo. Para que estos tengan sentido y puedan utilizarse con fines analíticos, es necesario realizar un proceso de depuración y preparación. Esta etapa, conocida como limpieza y transformación de datos, implica revisar cuidadosamente la información recopilada y aplicar distintos criterios técnicos, siempre con una lógica pedagógica detrás. Algunas de las acciones más comunes incluyen:

- Detectar y eliminar registros incompletos o con errores evidentes que puedan distorsionar los resultados.

- Unificar escalas de medición, por ejemplo, cuando distintas plataformas usan criterios diferentes para evaluar el rendimiento.
- Codificar variables cualitativas, como estilos de aprendizaje o niveles de participación, para que puedan ser interpretadas por los algoritmos.
- Normalizar los datos, en caso de que existan valores desproporcionados que afecten la equidad del análisis.

Este trabajo, aunque muchas veces invisible, es fundamental. Garantiza que el conjunto de datos refleje de forma fiel lo que ocurre en el aula y no una imagen parcial o sesgada. Así, se sientan las bases para un análisis más riguroso, pero también más justo, que permita tomar decisiones pedagógicas informadas, coherentes y centradas en la diversidad real del estudiantado.

Paso 4: determinar el número óptimo de clústeres (k)

Uno de los momentos más importantes dentro del proceso de análisis es decidir cuántos grupos o clústeres conviene identificar dentro del conjunto de datos. Esta no es una elección menor ni puramente técnica; por el contrario, tiene profundas implicaciones en cómo se interpretarán las diferencias y similitudes entre los estudiantes y, por tanto, en cómo se diseñarán posteriormente las estrategias pedagógicas que respondan a esa diversidad (Baisova, 2021).

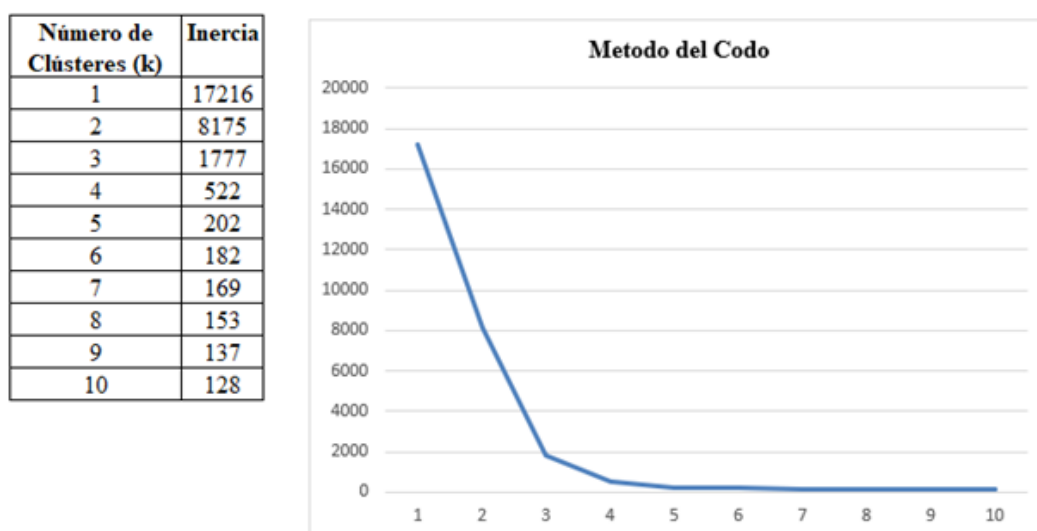
Para apoyar esta decisión, existe una técnica ampliamente utilizada conocida como el método del codo. Esta herramienta gráfica ofrece una forma visual y accesible de observar el comportamiento del modelo a medida que se incrementa el número de grupos. En términos simples, lo que se hace es calcular cuánto mejora la agrupación al añadir más clústeres (Wu, 2021). En las primeras etapas, cada nuevo grupo genera una mejora evidente en la precisión del modelo; sin embargo, llega un punto en que esa mejora comienza a ser marginal y deja de justificarse el aumento de complejidad.

Ese momento de quiebre o doblez en la curva —que suele adoptar la forma de un codo, de ahí su nombre— se interpreta como una señal natural del número óptimo de agrupamientos. Elegir ese punto permite alcanzar un equilibrio adecuado entre la simplicidad del modelo y su capacidad para representar la realidad del aula de manera significativa (Kodinariya y Makwana, 2013).

Desde una mirada pedagógica, optar por la cantidad justa de grupos no solo facilita el análisis técnico, sino que evita la fragmentación excesiva del estudiantado

y permite trabajar con categorías que realmente tengan sentido para el quehacer docente. No se trata de agrupar por agrupar, sino de descubrir patrones que aporten valor, que permitan ver lo que antes no se veía y actuar en consecuencia.

Figura 1. Método del codo para determinar número óptimo de clústeres



Aquí se presenta el gráfico del método del codo generado con datos simulados. Como puede observarse, la curva muestra una caída pronunciada en los primeros valores de k ; sin embargo, a partir de cierto punto —alrededor de $k = 5$ — las mejoras en la inercia se vuelven marginales. Ese punto de inflexión es lo que comúnmente se interpreta como el número óptimo de clústeres.

Paso 5: aplicar el algoritmo *K-means*

Una vez que se han definido cuidadosamente las variables que se van a analizar y se ha determinado el número adecuado de grupos a identificar —lo que, en términos técnicos, corresponde al valor de k —, se procede a aplicar el algoritmo de agrupamiento (Oyelade *et al.*, 2019). En este caso, el algoritmo *K-means* funciona como una herramienta que no solo organiza datos, sino que ayuda a revelar estructuras invisibles a simple vista dentro de un conjunto de estudiantes.

El procedimiento se basa en un proceso de ajuste progresivo que busca encontrar agrupaciones naturales dentro de los datos. Para ello, comienza seleccionando al azar k puntos que funcionarán inicialmente como centroides, es decir, representantes provisionales de cada grupo.

A continuación, cada estudiante —representado por sus variables previamente seleccionadas y normalizadas— se asocia al centroide más cercano. Esta cercanía se mide utilizando una fórmula matemática conocida como distancia euclidiana, que calcula qué tan similar es un estudiante respecto a cada uno de los centroides.

Luego, con los grupos ya formados, se realiza una actualización: cada centroide se ajusta en función del promedio de las características de los estudiantes que se han asignado a ese grupo. Este paso es clave, porque permite que los centroides se desplacen hacia posiciones más representativas dentro del espacio de datos.

Este proceso no ocurre una sola vez, sino que se repite varias veces de manera iterativa, hasta que las asignaciones dejan de cambiar de forma significativa. En otras palabras, se busca que el sistema llegue a un punto de estabilidad, en el cual los estudiantes ya no “migran” de un grupo a otro porque el agrupamiento ha alcanzado una estructura coherente y consistente.

El resultado final es una organización del conjunto estudiantil en clústeres estables que reflejan ciertos patrones comunes, ya sea en el rendimiento académico, la participación en entornos virtuales, los estilos de aprendizaje o cualquier otro conjunto de dimensiones previamente consideradas (Chen, J. *et al.*, 2020). Estos grupos no son artificiales ni forzados: emergen de los propios datos y permiten al docente o investigador mirar el aula desde una perspectiva más amplia y estructurada, basada en evidencia.

Paso 6: interpretar los resultados con una mirada pedagógica

Una vez que el algoritmo ha hecho su trabajo y los estudiantes han sido agrupados según los patrones encontrados en los datos, comienza quizás la etapa más valiosa del proceso: la interpretación con sentido humano y educativo (Trivedi, 2023). Porque más allá de los gráficos, las métricas o el rigor técnico, el verdadero potencial de esta herramienta se manifiesta cuando se conecta con el aula, con las personas reales que dan vida al proceso de aprendizaje.

El desafío ahora no es matemático, sino pedagógico: detenerse a observar con atención qué caracteriza a cada grupo, qué historias se ocultan tras esos patrones y, sobre todo, qué implicaciones tiene todo ello para la práctica docente. ¿Existen estudiantes que destacan por su constancia, pero no necesariamente por

su rendimiento? ¿Se observa un grupo que participa poco, pero entrega todas sus tareas con puntualidad? ¿Hay perfiles que requieren mayor acompañamiento o ajustes metodológicos específicos?

Estas preguntas no se responden con números, sino con mirada crítica, sensibilidad y disposición a leer entre líneas. Es en este punto donde el análisis cobra vida y se transforma en una herramienta poderosa para la toma de decisiones educativas más informadas, inclusivas y pertinentes.

Este momento invita al docente a salir del plano técnico y adentrarse en el terreno de lo humano, preguntándose con honestidad: ¿Qué me está diciendo esta información sobre mis estudiantes? ¿Qué realidades están detrás de estos grupos? ¿Cómo puedo responder mejor a sus necesidades desde mi rol?

La interpretación contextualizada implica reconocer que cada grupo identificado por el algoritmo representa una diversidad que ya estaba presente en el aula, pero que ahora se vuelve más visible. Y esa visibilidad puede convertirse en acción: en ajustes de estrategias didácticas, en el rediseño de actividades, en nuevas formas de evaluar o, simplemente, en la creación de espacios de diálogo más cercanos y personalizados (Vashishth *et al.*, 2024).

En definitiva, esta etapa final no busca cerrar el análisis, sino abrir nuevas preguntas y posibilidades para transformar la enseñanza desde una comprensión más profunda y respetuosa de quienes aprenden. Porque, en el fondo, los datos nos hablan, pero es el docente quien decide cómo escuchar y qué hacer con lo que ha descubierto.

Paso 7: diseñar estrategias diferenciadas

Cada grupo identificado por el algoritmo no es solo una categoría técnica o una segmentación abstracta. Muy por el contrario, cada clúster representa una puerta abierta hacia nuevas formas de entender y acompañar el proceso educativo. En lugar de ver los grupos como etiquetas fijas, se los puede concebir como puntos de partida para diseñar estrategias más sensibles, más cercanas y alineadas con las necesidades reales de quienes aprenden (Ozbey *et al.*, 2016).

Cuando se examinan con atención los perfiles que surgen del análisis, se comienza a visualizar con mayor claridad qué tipo de apoyos, desafíos o recursos podría beneficiar a cada conjunto de estudiantes. Por ejemplo, si un grupo

muestra un rendimiento por debajo del promedio y escasa participación en actividades colaborativas, esto puede ser una señal para diseñar intervenciones de acompañamiento más frecuente, que combinen refuerzo de contenidos con instancias de motivación y escucha activa.

En el caso de los estudiantes que se agrupan por su desempeño sobresaliente o por un alto nivel de autonomía, es posible pensar en rutas de aprendizaje más flexibles y desafiantes, que les permitan avanzar a su propio ritmo y explorar contenidos más allá del currículo básico, respetando sus intereses y capacidad de autorregulación (Borna *et al.*, 2024).

Por otro lado, puede presentarse el caso de clústeres formados por estudiantes que, aunque no destacan individualmente, muestran fortalezas complementarias. Allí surge la posibilidad de promover estrategias de trabajo colaborativo y fomentar el desarrollo de habilidades sociales y académicas en un entorno de apoyo mutuo, donde cada uno pueda aportar desde lo que sabe o desde su manera particular de aprender. Incluso la retroalimentación docente puede enriquecerse a partir de este enfoque: en lugar de emitir comentarios generales, el análisis de datos permite ofrecer retroalimentación personalizada y más significativa, basada en el nivel de participación, el estilo de aprendizaje predominante o las áreas que requieren mejora (Grasse *et al.*, 2023).

En síntesis, el análisis no termina en la segmentación: empieza allí. Lo verdaderamente transformador ocurre cuando esos datos se traducen en decisiones pedagógicas concretas. Cuando la información deja de ser solo un diagnóstico para convertirse en una herramienta que inspira la acción. Una acción que no busca homogeneizar, sino responder con sentido, intención y empatía a la diversidad que siempre ha estado presente en el aula, pero que ahora puede verse con más claridad (Piedra-Castro, 2024).

Paso 8: retroalimentar el proceso y repetir con mejoras

Finalmente, es importante comprender que este tipo de análisis no debe concebirse como una fotografía fija ni como un ejercicio puntual sin continuidad. Muy por el contrario, debe entenderse como parte de un proceso dinámico, abierto y en constante evolución, en el cual la información obtenida se convierte en una herramienta viva que dialoga con la realidad cambiante del aula (Janaki y Mariyappan, 2024).

El verdadero valor del *clustering* no reside únicamente en su capacidad para clasificar estudiantes en un momento determinado, sino en su potencial para alimentar un ciclo de mejora continua (Rosales-García, 2024). Una vez que se han diseñado e implementado estrategias pedagógicas basadas en los agrupamientos, se vuelve esencial detenerse a observar qué efectos han tenido esas decisiones: ¿se han reducido las brechas de participación? ¿Ha mejorado el rendimiento en los grupos más rezagados? ¿Se ha fortalecido la autonomía en los estudiantes más avanzados?

Este tipo de preguntas da lugar a una nueva etapa: la recopilación de nuevas evidencias, ya sea mediante los mismos indicadores utilizados en el análisis inicial o incorporando nuevas variables que amplíen la mirada. En este contexto, volver a aplicar el algoritmo —ya con datos actualizados— permite identificar si se han producido cambios significativos en los perfiles estudiantiles y, en consecuencia, ajustar nuevamente las estrategias (Xiao *et al.*, 2025).

En otras palabras, el *clustering* puede y debe repetirse en distintos momentos del proceso educativo, no como una rutina mecánica, sino como un gesto consciente de escucha pedagógica. De este modo, el aula deja de verse como un sistema estático y pasa a reconocerse en toda su complejidad: un espacio vivo, cambiante, donde cada estudiante transita su propio camino de transformación.

Aceptar esta dinámica invita a abandonar la idea de certezas absolutas y a adoptar un enfoque más flexible, donde las decisiones se construyen con base en datos, pero también con intuición docente, empatía y apertura al cambio. En este sentido, el análisis se transforma en una herramienta al servicio de una práctica educativa más reflexiva, más informada y, sobre todo, más humana.

Resultado esperado

La aplicación de este algoritmo va mucho más allá de la simple generación de agrupamientos técnicos. Su verdadero valor radica en cómo permite enriquecer la mirada del docente sobre su propio grupo de estudiantes, ofreciéndole herramientas concretas para comprender con mayor profundidad las múltiples formas en que se manifiesta el aprendizaje en el aula.

Al utilizar este enfoque, se pasa de observar a los estudiantes como un conjunto uniforme, regido únicamente por promedios o métricas tradicionales, a reconocerlos como parte de un ecosistema complejo y diverso, donde cada

individuo aporta una experiencia, un ritmo, una necesidad y un potencial distintos. El algoritmo no solo revela patrones ocultos, sino que también invita a reflexionar pedagógicamente sobre lo que esos patrones significan en la práctica cotidiana.

El resultado de este proceso no se traduce únicamente en una mayor organización de la información, sino en una enseñanza más consciente y situada, construida desde la evidencia, pero también desde la empatía. Una enseñanza que se adapta, que escucha, que responde con sentido a quienes están aprendiendo y que se atreve a replantear sus métodos cuando la realidad lo requiere.

En este contexto, la IA no sustituye el criterio docente, sino que lo complementa. Se convierte en una aliada que aporta claridad en medio de la complejidad y permite tomar decisiones más acertadas, más justas y, sobre todo, más humanas. Porque, en última instancia, lo que se espera no es simplemente clasificar a los estudiantes, sino crear condiciones más favorables para que cada uno de ellos pueda aprender, crecer y desarrollarse con plenitud.

Conclusiones

A lo largo de este capítulo, se ha planteado un recorrido que trasciende la dimensión técnica del análisis de datos, adentrándose en una perspectiva pedagógica que busca comprender con mayor profundidad la diversidad de los estudiantes en contextos educativos reales. El uso del algoritmo *K-means*, lejos de ser un ejercicio meramente computacional, ha demostrado tener un potencial significativo cuando se articula con una intención educativa clara y con un enfoque ético y humano.

Uno de los principales aprendizajes de esta experiencia es que los estudiantes no pueden ni deben ser entendidos como un grupo uniforme. Cada uno transita el proceso de aprendizaje con un ritmo distinto, con niveles de motivación variados, con condiciones personales únicas y con formas particulares de relacionarse con los contenidos y con sus pares (Ahmad *et al.*, 2024). Esta heterogeneidad, aunque siempre ha estado presente en las aulas, a menudo se diluye cuando las decisiones pedagógicas se basan únicamente en promedios, calificaciones o criterios estandarizados. En este sentido, el uso del *clustering* ha permitido rescatar y visibilizar esa diversidad desde un enfoque más justo, empático y contextualizado.

Al trabajar con variables como la participación en entornos virtuales, la entrega de tareas, los estilos de aprendizaje o la interacción en espacios colaborativos, el

algoritmo ha permitido identificar agrupamientos que no solo reflejan datos, sino trayectorias de vida y formas de habitar el aula. Esta organización basada en afinidades reales, y no en supuestos, ofrece a los docentes una nueva manera de mirar a sus estudiantes: no como individuos aislados, sino como miembros de colectivos con características comunes que pueden ser comprendidas y acompañadas de forma más efectiva.

Otro aporte fundamental de esta investigación ha sido confirmar que la IA, cuando se integra con criterio y propósito, puede potenciar —y no sustituir— el rol del profesorado (Ward *et al.*, 2024). El análisis de datos no debe entenderse como una amenaza a la dimensión humana de la educación, sino como un complemento que ofrece información valiosa para tomar mejores decisiones. No se trata de automatizar la enseñanza, sino de enriquecerla. No se trata de reemplazar el juicio docente, sino de fortalecerlo con evidencias que surgen de la realidad cotidiana del aula.

Desde lo metodológico, la propuesta presentada aquí se construye sobre una secuencia clara y aplicable, que va desde la definición de un propósito educativo hasta la retroalimentación de los resultados obtenidos. Esta lógica de mejora continua permite no solo identificar problemáticas o brechas, sino también implementar ajustes y volver a analizar, lo que genera un ciclo de aprendizaje institucional que se sostiene en el tiempo (Kujur *et al.*, 2022). Lo más relevante es que este ciclo no depende exclusivamente de grandes infraestructuras tecnológicas, sino de una disposición a observar, interpretar y actuar con base en los datos que ya están disponibles en muchas prácticas escolares.

Tabla 4. *Principales hallazgos del análisis con el algoritmo K-means y sus implicancias pedagógicas*

Hallazgos	Descripción	Implicancia pedagógica
Visibilización de la diversidad del estudiantado	El análisis permitió identificar que los estudiantes no constituyen un grupo homogéneo, sino que presentan trayectorias y necesidades diferenciadas (Nurhidayati y Marzuki, 2023).	Promueve el diseño de estrategias pedagógicas que reconocen y valoran la diversidad, lo que favorece una enseñanza más inclusiva.

Agrupamientos basados en patrones reales	El algoritmo <i>K-means</i> generó clústeres a partir de variables significativas como la participación digital, el estilo de aprendizaje o la entrega de tareas (Torcate et al., 2020).	Permite planificar intervenciones más ajustadas y contextualizadas, orientadas a grupos con características compartidas.
Apoyo a la toma de decisiones docentes	Los resultados ofrecieron al profesorado evidencia concreta para entender mejor el comportamiento y el desempeño de sus estudiantes.	Fortalece el juicio docente con datos al brindar mayor precisión en la planificación y seguimiento de los aprendizajes.
Potencial para retroalimentar procesos pedagógicos	La metodología puede repetirse en distintos momentos del curso, lo que permite observar cambios y ajustar las estrategias aplicadas (Chi, 2021).	Favorece una cultura de mejora continua basada en ciclos de análisis, acción y reflexión.
Articulación entre tecnología y propósito educativo	El uso de IA no se presenta como una solución técnica aislada, sino como un recurso al servicio del acompañamiento pedagógico (Gu et al., 2022).	Refuerza la necesidad de integrar herramientas digitales con sentido crítico y ético, lo que mantiene siempre el foco en el bienestar estudiantil.

En cuanto a las implicaciones prácticas, el uso del *clustering* permite una mejor distribución de recursos, tiempos y esfuerzos. Agrupar a los estudiantes a partir de evidencias concretas abre la posibilidad de diseñar experiencias de aprendizaje más pertinentes y significativas, que respeten los distintos niveles de autonomía, las necesidades de apoyo y las potencialidades de cada grupo. Esto contribuye a la construcción de aulas más equitativas, donde todos puedan avanzar desde su propio punto de partida y no desde un ideal homogéneo que no refleja la realidad (Restuono et al., 2024).

De cara al futuro, los caminos que se abren son múltiples. Por un lado, es posible seguir explorando nuevas variables que enriquezcan el análisis, incluyendo dimensiones socioemocionales, contextos familiares o niveles de acceso tecnológico. Por otro, pueden combinarse estas técnicas con otras herramientas de análisis predictivo que permitan anticipar posibles dificultades o detectar a tiempo señales de desconexión escolar (Bah, 2024). También será clave ampliar esta metodología a otros niveles educativos y contextos geográficos, evaluando su aplicabilidad en distintas realidades.

Además, se vuelve urgente seguir profundizando en las reflexiones éticas que rodean el uso de datos en educación: ¿qué información es pertinente recolectar?, ¿quién tiene acceso a esos datos?, ¿cómo se protege la privacidad de los estudiantes? y ¿de qué manera se asegura que las decisiones derivadas del análisis no reproduzcan desigualdades, sino que las corrijan?

En resumen, esta experiencia no propone una fórmula cerrada ni una solución definitiva, sino una invitación a mirar con otros ojos: a reconocer que los datos no son enemigos de la pedagogía, sino aliados potenciales cuando se los aborda con respeto, conciencia crítica y una clara orientación hacia el bienestar del estudiantado. En tiempos en los que la tecnología avanza velozmente, lo fundamental no es adaptarse ciegamente, sino decidir con intención cómo integrarla y para qué. Y si ese *para qué* tiene como centro a los estudiantes y sus procesos de aprendizaje, entonces estaremos en el camino correcto.

Referencias

- Aguilar, S. (2024). AI in the classroom: How teachers make ethical judgments. *USC Center for Generative AI and Society*.
- Ahmad, K., Iqbal, W., El-Hassan, A., Qadir, J., Benhaddou, D., Ayyash, M. y Al-Fuqaha, A. (2024). Data-driven artificial intelligence in education: A comprehensive review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 12–31. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3314610>
- Anuradha, C., Velmurugan, T. y Anandavally, R. (2015). Clustering algorithms in educational data mining: A review. *International Journal of Power Control and Computation*, 7(1), 47–52. https://www.researchgate.net/publication/317166682_Clustering_Algorithms_in_Educational_Data_Mining_A_Review
- Araka, E., Oboko, R., Maina, E. y Gitonga, R. (2022). Using educational data mining techniques to identify profiles in self-regulated learning: An empirical evaluation. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 23(1), 131–162. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v22i4.5401>
- Arslan, E., Özkaymak, A. y Nesrin, Ö. (2023). *Learning style detection using K-means clustering: Clustering students based on gamification user types and learning styles*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2310.14430>
- Bah, F. A. (2024). Artificial intelligence in education system. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 4(3), 439–443. <https://ijarsct.co.in/Paper22863.pdf>

- Baisova, G. (2021). Integration of artificial intelligence into educational programs to develop scientific analysis skills in a multidisciplinary environment. *Bulletin of Science and Practice*, 10(11), 410–416. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/108/54>
- Barbakh, W.A., Wu, Y. y Fyfe, C. (2009). Review of clustering algorithms. En *Non-Standard Parameter Adaptation for Exploratory Data Analysis. Studies in Computational Intelligence*, (pp. 7–28). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04005-4_2
- Basso, A., Kenmogne, E. B. y Frénay, B. (2024). Fast k-means with stable instance sets. En *2024 International Joint Conference on Neural Networks, IJCNN 2024 - Proceedings (Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/IJCNN60899.2024.10650923>
- Blömer, J., Lammersen, C., Schmidt, M. y Sohler, C. (2016). *Theoretical analysis of the K-means algorithm: A survey*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1602.08254>
- Borna, M., Saadt, H., Tavassoli, H. y Akbari, E. (2024). Analyzing click data with AI: Implications for student performance prediction and learning assessment. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1421479>
- Chansa, C., Sain, Z. H., Shogbesan, Y. O., Phiri, E. V. y Akpan, W. M. (2024). Ethical implications of AI and machine learning in education: A systematic analysis. *International Journal of Instructional Technology*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.33650/ijit.v3i1.9364>
- Chaturvedi, N. y Rajavat, A. (2013). An improvement in K-mean clustering algorithm using better time and accuracy. *International Journal of Programming Languages and Applications*, 3(4), 13–19. <https://doi.org/10.5121/ijpla.2013.3402>
- Chen, L., Chen, P. y Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75 264–75 278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Chen J., Zhang J., Wu J., Wu Y., Si H. y Lin K. (2020). Review on the research of K-means clustering algorithm in big data. *Proceedings of the 2020 International Conference on Electrical and Control Engineering (ICECE 2020)*. <https://doi.org/10.1109/ICECE51594.2020.9353036>
- Chi, D. (2021). Research on the application of K-means clustering algorithm in student achievement. En *Proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Consumer Electronics and Computer Engineering (ICCECE)* (pp. 435–438). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCECE51280.2021.9342164>
- Cui, J., Liu, J. y Liao, Z. (2013). Research on K-means clustering algorithm and its implementation. En *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE 2013)* (pp. 1804–1806). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/iccsee.2013.452>
- Dash, S. y Kumar, P. (2024). Exploring the intersection of education and artificial intelligence: A comprehensive review. *International Journal of Multidisciplinary*

- Approach Research and Science*, 2(2), 601–610. <https://doi.org/10.59653/ijmars.v2i02.637>
- Dutt, A., Aghabozrgi, S., Ismail, M. A. B. y Mahroeian, H. (2015). Clustering algorithms applied in educational data mining. *International Journal of Information and Electronics Engineering*, 5(2), 112–116. <https://ijee.org/index.php/ijee/article/view/396>
- Dwivedi, Y. K. (2023). Ethical AI for teaching and learning. *Cornell University Center for Teaching Innovation*.
- Dzhanegizova, A., Nurseit, A. M. y Vyborova, K. S. (2023). Artificial intelligence in education: Analysis of dynamics, perception, and prospects for integration. *Qainar Journal of Social Science*, 2(4), 34–49. <https://doi.org/10.58732/2958-7212-2023-4-34-49>
- Ferguson, R. (2012). *The state of learning analytics in 2012: A review and future challenges* (Informe técnico). Knowledge Media Institute, The Open University. <http://kmi.open.ac.uk/publications/pdf/kmi-12-01.pdf>
- Frades, I. y Matthiesen, R. (2010). Overview on techniques in cluster analysis. *Methods in Molecular Biology* (Clifton, N.J.), 593, 81–107. https://doi.org/10.1007/978-1-60327-194-3_5
- Goyal, M., y Aggarwal, S. (2017). A review on K-mode clustering algorithm. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8(7), 725–730. <https://doi.org/10.26483/ijarcs.v8i7.4301>
- Grasse, O., Mohr, A., Lange, A.-K. y Jahn, C. (2023). AI approaches in education based on individual learner characteristics: A review. En *Proceedings of the 2023 IEEE 12th International Conference on Engineering Education (ICEED)* (pp. 50–55). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICEED59801.2023.10264043>
- Gu, R., Jing, X., Zhao, D., Cai, L. y Gao, H. (2022). Research and application of improved *K-means* algorithm based on educational big data. En *Proceedings of the 2022 International Conference on Computer Engineering and Artificial Intelligence (ICCEAI)* (pp. 746–749). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCEAI55464.2022.00157>
- Guo, Z. y Dacanay, M. L. D. (2024). Development of an AI moral education assessment tool: Identifying and validating key factors through factor analysis. *International Journal of Education and Humanities*, 17(1), 17–23. <https://doi.org/10.54097/z5zpw272>
- Holmes, W. y Baker, T. (2022). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning* (2.^a ed.). Center for Curriculum Redesign.
- Huang, X. (2008). Clustering analysis and algorithms. En V. Sugumaran (ed.), *Intelligent information technologies: Concepts, methodologies, tools, and applications*

- (pp. 389–396). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-59904-941-0.ch021>
- Ibrahim, M. S. (2020). Learning style detection using K-means clustering. *FUDMA Journal of Sciences*, 4(3), 375–381. <https://doi.org/10.33003/fjs-2020-0403-351>
- Ifenthaler, D. y Yau, J. Y. K. (2020). Utilising learning analytics to support study success in higher education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 68, 1961–1990. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z>
- Jain A. K. (2008). Data clustering: 50 years beyond K-means. En W. Daelemans, B. Goethals y K. Morik (eds.), *Machine learning and knowledge discovery in databases. ECML PKDD 2008* (vol. 5211). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-87479-9_3
- Jain A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*, 31(8), 651–666. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2009.09.011>
- Janaki T. y Mariyappan M. (2024). Exploring the influence of AI-powered learning tools on student understanding and academic performance: A comprehensive analysis. *Shanlax International Journal of Management*, 18–26. <https://doi.org/10.34293/management.viisi-may.7834>
- Kodinariya T. M. y Makwana P. R. (2013). Review on determining number of cluster in K-means clustering. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 1(6), 90–95. <https://n9.cl/hy754>
- Kujur A. G. P. y Tiwari R. Kr. (2022). Study and design of decision-making models for education system using artificial intelligence. *Proceedings of the 2021 4th International Conference on Recent Trends in Computer Science and Technology (ICRTCST)*, 434–439. <https://doi.org/10.1109/ICRTCST54752.2022.9781903>
- Kurniawan, R. W. D. y Hermawan, A. (2023). Personalized student learning mechanisms using K-means and K-medoids clustering algorithms based on individual preferences. *International Journal of Computer Applications*, 185(46), 13–19. <https://doi.org/10.5120/ijca2023923274>
- Lakshmi, K., Visalakshi, N. K. y Shanthi, S. (2018). Data clustering using K-means based on Crow Search Algorithm. *Sādhanā*, 43, 190. <https://doi.org/10.1007/s12046-018-0962-3>
- Liu, H. M. y Lu, J. G. (2015). Brief survey of K-means clustering algorithms. En *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 740, pp. 624–628). Trans Tech Publications, Ltd. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.740.624>
- Liu, Q., Ba, S., Huang, J., Wu, L. y Lao, C. (2017). A study on grouping strategy of collaborative learning based on clustering algorithm. En S. Cheung, L. F. Kwok, W. Ma, L. K. Lee y H. Yang (Eds.), *Blended learning. New challenges and*

- innovative practices. ICBL 2017. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 10 309, pp. 284-294). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59360-9_25
- Liu, R. (2022). Data analysis of educational evaluation using K-means clustering method. *Computational Intelligence and Neuroscience*. <https://doi.org/10.1155/2022/3762431>
- MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. En L. M. Le Cam y J. Neyman (eds.), *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Volume I: Statistics* (Vol. 5.1, pp. 281-297). Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability.
- Mahamuni, A. J., Parminder y Tonpe, S. S. (2024). Enhancing educational assessment with artificial intelligence: Challenges and opportunities. En *2024 International Conference on Knowledge Engineering and Communication Systems (ICKECS)* (pp. 1-5). <https://doi.org/10.1109/ickecs61492.2024.10616620>
- Mandinach, E. B., Parton, B. M., Gummer, E. S. y Anderson, R. (2015). Ethical and appropriate data use requires data literacy. *Phi Delta Kappan*, 96(5), 25-28. <https://doi.org/10.1177/0031721715569465>
- Mirkin, B. (2011). K-means and related clustering methods. En *Clustering for data mining: A data recovery approach* (pp. 221-281). Springer.
- Morissette, L. y Chartier, S. (2013). The K-means clustering technique: General considerations and implementation in Mathematica. *The Quantitative Methods for Psychology*, 9(1), 15-24. <https://doi.org/10.20982/tqmp.09.1.p015>
- Nurhidayati y Marzuki, I. (2023). Perhitungan matematis klasterisasi nilai mata kuliah mahasiswa menggunakan algoritma K-means. *AL JABAR Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika*, 2(2), 83-92. <https://doi.org/10.46773/aljabar.v2i2.778>
- Omar, T., Alzahrani, A. y Zohdy, M. (2020). Clustering approach for analyzing the student's efficiency and performance based on data. *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 8, 171-182. <https://doi.org/10.4236/jdaip.2020.83010>
- Oyelade, J., Isewon, I., Oladipupo, O., Emebo, O., Omogbadegun, Z. y Aromolaran, O. (2019). Data clustering: Algorithms and its applications. En *2019 19th International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA)* (pp. 71-81). <https://doi.org/10.1109/ICCSA.2019.000-1>
- Ozbey, N., Karakose, M. y Ucar, A. (2016). The determination and analysis of factors affecting to student learning by artificial intelligence in higher education. En *2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)* (pp. 1-6). <https://doi.org/10.1109/ITHET.2016.7760740>
- Papamitsiou, Z. y Economides, A. A. (2014). Learning analytics and educational data mining in practice: A systematic literature review of empirical evidence.

- Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 49–64. <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.17.4.49>
- Peña-Ayala, A. (2014). Educational data mining: A survey and a data mining-based analysis of recent works. *Expert Systems with Applications*, 41(4-1), 1432–1462. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.08.042>
- Pérez-Ortega, J., Almanza-Ortega, N. N., Vega-Villalobos, A., Pazos-Rangel, R., Zavala-Díaz, C. y Martínez-Rebollar, A. (2020). The K-means algorithm evolution. En K. Sud, P. Erdogmus y S. Kadry (Eds.), *Introduction to Data Science and Machine Learning* (pp. 1-24). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.85447>
- Piedra-Castro, W. I. (2024). Aplicación de la gestión educativa con inteligencia artificial en la enseñanza en educación superior y las ciencias sociales. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(2), 52–70. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/538>
- Pratama, M. A. Y., Hidayah, A. R. y Avini, T. (2023). Clustering K-means untuk analisis pola persebaran bencana alam di Indonesia. *Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer (JITEK)*, 3(2), 108–114. <https://doi.org/10.55606/jitek.v3i2.1506>
- Quiroz, L. A., Alvites, M. G. y Aquino, M. (2024). Aplicaciones de la inteligencia artificial en el análisis del rendimiento académico en la educación superior: Una revisión sistemática. *Micaela Revista de Investigación - UNAMBA*, 5(2), 25-32. <https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.153>
- Rachovski, T., Petrova, D. y Ivanov, I. (2024). Automated creation of educational questions: Analysis of artificial intelligence technologies and their role in education. *ENVIRONMENT. TECHNOLOGY. RESOURCES. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, 2, 465-467. <https://doi.org/10.17770/etr2024vol2.8101>
- Restuono, L., Siahaan, A. P. U., Wijaya, R. F., Sitorus, Z. e Iqbal, M. (2024). Analysis and exploration of clustering algorithms for new student segmentation. *International Journal of Computer Sciences and Mathematics Engineering*, 3(1), 17–28. <https://doi.org/10.61306/ijecom.v3i1.61>
- Romero, C. y Ventura, S. (2020). *Educational data mining and learning analytics: An updated survey*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.07956>
- Rosales-García, J. C. (2024). Estrategias didácticas para la mejora continua en el uso de la red social Facebook. *Revista Docentes 2.0*, 17(1), 193–199. <https://doi.org/10.37843/rted.v17i1.457>
- Sharma, R., Alam, M. A. y Rani, A. (2012). K-means clustering in spatial data mining using Weka interface. En *International Conference on Advances in Communication and Computing Technologies (ICACACT) 2012. Proceedings published by International*

- Journal of Computer Applications (IJCA)*. <https://research.ijcaonline.org/icacact/number1/icacact1006.pdf>
- Silva, G., Godwin, G. y Jayanagara, O. (2024). The impact of AI on personalized learning and educational analytics. *International Transactions on Education Technology (ITEE)*, 3(1), 36–46. <https://doi.org/10.33050/itee.v3i1.669>
- Slade, S. y Prinsloo, P. (2013). Learning analytics: ethical issues and dilemmas. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1509–1528. <https://doi.org/10.1177/0002764213479366>
- Srivastava, J. y Kumar, R. (2021). Data mining in education sector: A review. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 615–620.
- Tan, P.-N., Steinbach, M. y Kumar, V. (2019). *Introduction to data mining* (2.^a ed.). Pearson.
- Torcate, A., Barbosa, J. y Rodrigues, C. (2020). Utilizando o learning analytics com o K-means para análise de dificuldades de aprendizagem na educação básica. En *Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola* (pp. 31-40). <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2020.31>
- Trivedi, N. B. (2023). AI in education—A transformative force. En *2023 1st DMIHER International Conference on Artificial Intelligence in Education and Industry 4.0 (IDICAIEI)* (pp. 1-4). Wardha, India. <https://doi.org/10.1109/IDICAIEI58380.2023.10406541>
- Tuomi, I. (2018). *The impact of artificial intelligence on learning, teaching, and education: Policies for the future*. European Commission. <https://dx.doi.org/10.2760/12297>
- van Leeuwen, A., Janssen, J., Erkens, G. y Brekelmans, M. (2014). Supporting teachers in guiding collaborating students: Effects of learning analytics in CSCL. *Computers & Education*, 79, 28-39. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.007>
- Vashishth, T. K., Sharma, V., Sharma, K. K., Kumar, B., Panwar, R. y Chaudhary, S. (2024). AI-driven learning analytics for personalized feedback and assessment in higher education. En T. Nguyen y N. Vo (eds.), *Using traditional design methods to enhance AI-driven decision making* (pp. 206-230). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0639-0.ch009>
- Vattani, A. (2011). K-means requires exponentially many iterations even in the plane. *Discrete & Computational Geometry*, 45, 596–616. <https://doi.org/10.1007/s00454-011-9340-1>
- Wang, Z. I. (2023). K-means clustering. En D. Ghai, S. L. Tripathi, S. Saxena, M. Chanda y M. Alazab (Eds.), *Machine learning algorithms for signal and image processing* (pp. 194–211). Wiley-IEEE Press.
- Ward, B., Bhati, D., Neha, F. y Guercio, A (2024). *Analyzing the impact of AI tools on student study habits and academic performance*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2412.02166>

- Williamson, B. y 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>
- Wu, B. (2021). K-means clustering algorithm and Python implementation. En 2021 *IEEE International Conference on Computer Science, Artificial Intelligence and Electronic Engineering (CSAIEE)* (pp. 55-59). SC, USA. <https://doi.org/10.1109/CSAIEE54046.2021.9543260>
- Xiao, N., Pei, Y., Yuan, C., Bu, Y. y Cai, Z. (2025). Transforming education with artificial intelligence: A comprehensive review of applications, challenges, and future directions. *International Theory and Practice in Humanities and Social Sciences*, 2(1), 337–356. <https://doi.org/10.70693/itphss.v2i1.211>
- Xiong, Z., Li, H., Liu, Z., Chen, Z., Zhou, H., Rong, W. y Ouyang, Y. (2024). *A review of data mining in personalized education: current trends and future prospects*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2402.17236>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M. y Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zheliznyak, I., Rybchak, Z. y Zavuschak, I. (2017). Analysis of clustering algorithms. En N. Shakhovska (ed.), *Advances in Intelligent Systems and Computing* (vol. 512, pp. 305–314). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45991-2_21

Inteligencia artificial generativa y educación emprendedora: análisis crítico de una intervención universitaria en México

Generative Artificial Intelligence and
Entrepreneurial Education: A Critical Analysis
of a University Intervention in Mexico

*Edgar Alfonso Sansores Guerrero**

*Óscar Lozano Carrillo***

* Doctor en Estudios Organizacionales. Profesor-Investigador en la Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Azcapotzalco). Correo electrónico: [easg@azc.uam.mx](mailto: easg@azc.uam.mx). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4952-2737>.

** Doctor en Estudios Organizacionales. Profesor-Investigador en la Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Azcapotzalco). Correo electrónico: [exato@azc.uam.mx](mailto: exato@azc.uam.mx). Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6166-3033>.

Resumen

El presente trabajo de investigación analiza la integración de la inteligencia artificial, en específico la generativa (IA-G), en la formación de emprendedores universitarios. Esto, a partir de una experiencia de intervención pedagógica desarrollada en la Universidad Autónoma Metropolitana. El objetivo fue identificar estrategias educativas emergentes que integren herramientas de IA-G y evaluar su contribución al desarrollo de competencias emprendedoras en contextos reales. Como estrategia metodológica se implementó el estudio de caso con enfoque cualitativo-descriptivo. Se analizaron las experiencias de 120 estudiantes que participaron en asesorías a microempresas y cooperativas durante un periodo de once semanas. Los resultados muestran que la IA-G fue usada principalmente para automatizar tareas operativas y generar contenido digital, lo que permitió a los estudiantes enfocar sus esfuerzos en el análisis crítico, la construcción de propuestas de valor y la toma de decisiones estratégicas. Esta integración digital en las actividades del curso de Proyectos de Inversión fortaleció habilidades clave como el pensamiento crítico, la alfabetización algorítmica y la creatividad.

La discusión, con base en la literatura, revela que, cuando la IA-G se implementa desde un enfoque pedagógico constructivista, no solo optimiza procesos educativos, sino que también promueve aprendizajes complejos y contextualizados. Sin embargo, su efectividad depende del acompañamiento docente y de la orientación reflexiva en su uso, lo que evita prácticas acríticas o automatizadas. Se concluye que la IA-G posee un alto potencial para enriquecer la educación emprendedora, al fomentar la autonomía del estudiante, personalizar el aprendizaje y facilitar la vinculación con entornos productivos. No obstante, se advierte la necesidad de rediseñar los programas formativos para incorporar competencias tecnológicas y éticas, así como de promover políticas institucionales que respalden su integración responsable y equitativa.

Palabras clave: aprendizaje situado, competencias digitales, educación emprendedora, innovación pedagógica, inteligencia artificial generativa.

Abstract

This critical analysis explores the integration of generative artificial intelligence (G-AI) in the entrepreneurial training program at the Universidad Autónoma Metropolitana. The study draws from a pedagogical intervention experience

developed at this institution. The objective of this study was to identify emerging educational strategies that integrate G-AI tools and to evaluate their contribution to the development of entrepreneurial skills in real contexts. A case study approach was utilized, employing a qualitative-descriptive method to analyze the experiences of 120 students who participated in consulting services for microenterprises and cooperatives over a period of eleven weeks. The findings indicate that AI-G was predominantly utilized for the automation of operational tasks and the generation of digital content, thereby enabling students to concentrate their efforts on critical analysis, the construction of value propositions, and strategic decision-making. The integration of technology into the curriculum has been demonstrated to enhance critical thinking skills, algorithmic literacy, and creativity.

A review of the extant literature reveals that, when AI-G is implemented from a constructivist pedagogical approach, it not only optimizes educational processes but also promotes complex and contextualized learning. However, its efficacy is contingent upon the provision of support from educators and the integration of reflective guidance in its implementation, thereby circumventing uncritical or automated practices. It has been determined that artificial intelligence (AI) has the capacity to enhance entrepreneurial education by cultivating student autonomy, personalizing the learning experience, and establishing connections with productive environments. However, there is a need to redesign training programs to incorporate technological and ethical competencies, as well as to promote institutional policies that support their responsible and equitable integration.

Keywords: digital competencias, entrepreneurial education, generative artificial intelligence, pedagogical innovation, situated learning.

Introducción

En el último lustro, la inteligencia artificial (IA) se ha transformado en una tecnología disruptiva con un gran impacto en los diversos ámbitos de la vida cotidiana: desde las complejas interacciones sociales hasta la programación de modelos de producción, consumo y generación de conocimiento. En especial, su progresiva integración en el ámbito educativo ha propiciado un gran interés entre investigadores, profesores, pedagogos, profesionales y autoridades educativas, al reconfigurar profundamente los modos en que se conciben, desarrollan y evalúan los procesos de enseñanza-aprendizaje (Bastomi *et al.*, 2024; Luckin y Cukurova, 2019; Alshumaimeri y Alshememry, 2024; Dogan, 2023).

Bajo este contexto, se ha generado un importante debate sobre el uso de la IA en la educación. Dicha discusión se ha centrado en cuatro ejes críticos: 1) el riesgo de deshumanización del proceso de enseñanza-aprendizaje; 2) la necesidad de fomentar el pensamiento crítico frente al uso acrítico de las tecnologías digitales; 3) los desafíos éticos asociados a las desigualdades en el acceso y uso de la IA; y 4) la modificación del rol docente como mediador, y no como transmisor del conocimiento (Unesco, 2025; Chan y Tsi, 2023; Ahmad *et al.*, 2025). A pesar de estas tensiones académicas y de la incertidumbre, diversos estudios han señalado el potencial de la IA para personalizar las experiencias de aprendizaje, automatizar tareas consideradas rutinarias y mejorar los procesos cognitivos mediante sistemas adaptativos e inteligentes (Kshirsagar *et al.*, 2022; Lee, 2023; Liu y Zhong, 2024).

Para estudiar este fenómeno complejo, la comunidad académica ha desarrollado diversas investigaciones: revisiones sistemáticas (Wang *et al.*, 2024; Ouyang *et al.*, 2022), análisis bibliométricos (Talán, 2021; Prahani *et al.*, 2022), revisiones exploratorias (Ng *et al.*, 2021; Cooper, 2023) y metaanálisis (Lu y Lin, 2025; Bond *et al.*, 2024) que han delimitado el estado del arte sobre el impacto de la IA en diversos contextos educativos. No obstante, aún persisten brechas relevantes en la literatura especializada, como la escasa integración de modelos avanzados de IA (como aprendizaje profundo y redes neuronales) en los marcos pedagógicos existentes; la débil articulación con las diferentes corrientes del pensamiento pedagógico; la falta de representatividad en contextos educativos diversos (nivel básico y preescolar); y la limitada existencia de estudios empíricos que evalúen los efectos de estas tecnologías sobre el aprendizaje y la equidad en el largo plazo (Durak *et al.*, 2024; Lee *et al.*, 2024; Dai *et al.*, 2024).

Ante este panorama, resulta fundamental hacer una pausa y reflexionar sobre si la IA está transformando de manera genuina los procesos educativos o si, por el contrario, está siendo instrumentalizada bajo las mismas lógicas que caracterizaron el uso acrítico de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en las décadas de los ochenta y noventa. En consecuencia, es necesario cuestionar no solo el “qué” y el “cómo” de la implementación de la IA, sino también el “para qué” y el “para quién” se introducen estas tecnologías en los sistemas educativos formales (Zhai *et al.*, 2024).

Por lo anteriormente expuesto, el presente capítulo tiene como propósito contribuir a una comprensión más profunda de la implementación de la inteligencia artificial generativa (IA-G) en contextos universitarios, específicamente en el ámbito

de la educación emprendedora en México. Este trabajo de investigación se sustenta en la premisa de que la IA-G no es un recurso digital desconectado, sino que tiene el potencial de convertirse en una herramienta pedagógica efectiva cuando se articula con modelos formativos centrados en el aprendizaje activo, la resolución de problemas y el pensamiento crítico.

Con el propósito de cumplir el objetivo formulado, se analiza una experiencia de intervención desarrollada con estudiantes de la Universidad Autónoma Metropolitana. Asimismo, se examinan una serie de estrategias pedagógicas que integran la IA-G en la formación emprendedora y se valora su impacto en el desarrollo de competencias clave. En consecuencia, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué estrategias pedagógicas se han implementado para el uso de la IA en la formación de emprendedores universitarios y cómo han contribuido estas nuevas prácticas a potenciar el aprendizaje?

Resulta pertinente señalar que el objetivo de este estudio no se limita a describir aplicaciones digitales emergentes, sino que propone un análisis crítico y reflexivo sobre la IA-G como dispositivo mediador para la transmisión y apropiación del conocimiento. En otras palabras, se concibe la IA-G como un medio para transformar las experiencias educativas, reconfigurar la relación entre teoría y práctica y generar nuevas rutas de acción para una educación más inclusiva, significativa y orientada al futuro, en contraste con el enfoque tradicional que la visualiza como una innovación digital *per se*.

Revisión de la literatura

De acuerdo con dos Santos *et al.* (2023), el sector educativo fue el segundo en adoptar tempranamente la IA para el desarrollo de sus actividades. De hecho, una de las principales ramas de la IA es la inteligencia artificial en la educación (IAE), surgida en la década de los ochenta, hace referencia al uso de computadoras y dispositivos digitales para simular procesos cognitivos humanos, tales como la percepción, la toma de decisiones, la proyección de escenarios futuros y la ejecución de tareas complejas mediante sistemas de tutorías inteligentes (Holmes y Tuomi, 2022; Lin *et al.*, 2023).

Desde el punto de vista de Ezzaim *et al.* (2022), la IAE tiene su núcleo en sistemas artificiales capaces de identificar patrones complejos y aprender de ellos en tiempo real, con el propósito de intervenir en los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de sus diversas modalidades, como la generativa (tabla 1).

Tabla I. IAE Generativa

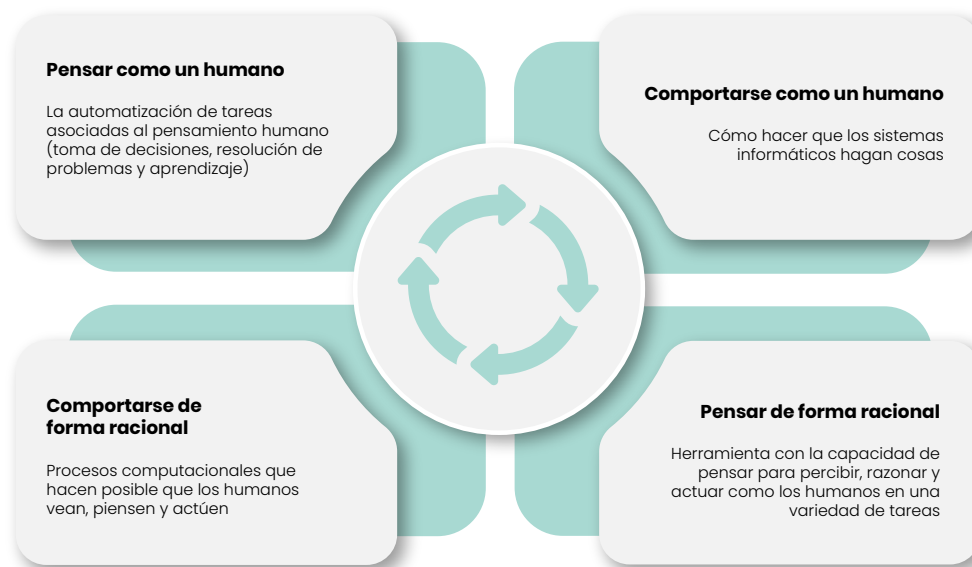
Tipo de IA	Descripción
Red generativa antagónica	Modelo de IA diseñado para generar datos nuevos y realistas a partir de un conjunto de datos de entrenamiento.
Autocodificadores variacionales	Clase de redes neuronales utilizadas principalmente en el aprendizaje no supervisado y en tareas generativas.
Redes neuronales recurrentes	Tipo de red neuronal diseñada para procesar datos secuenciales
Transformadores	Diseñados originalmente para tareas de procesamiento del lenguaje natural (NLP), han revolucionado múltiples campos de la IA, como la generación de texto, imágenes y audio, debido a su capacidad para manejar datos secuenciales con eficiencia y escalabilidad.

Nota: elaboración propia a partir de “Artificial Intelligence in Education - State of the Art”, por Ezzaim *et al.*, 2022, *International Journal of Computer Engineering and Data Science*, 2(2) y “Artificial Intelligence: Solutions in Special Education”, por Ahmad *et al.*, 2025, en A. Walters (ed.), *transforming Special Education Through Artificial Intelligence* (pp. 459–520).

El principal propósito de la IAE-G es la generación y aplicación del conocimiento. Por ello, estos sistemas se fundamentan en la premisa de que el conocimiento y la experiencia humana pueden representarse y reproducirse de manera comprensible y procesable por sistemas informáticos. En consecuencia, el diseño y la programación de la IAE-G se orientan a imitar los procesos de toma de decisiones en contextos complejos o de incertidumbre, como ocurre en los sistemas expertos (Durak *et al.*, 2024).

Los orígenes de estos sistemas se remontan a la década de los ochenta, cuando se iniciaron esfuerzos por modelar y representar tanto el aprendizaje como la generación de conocimiento (Holmes y Tuomi, 2022; dos Santos *et al.*, 2023). Dichos sistemas se fundamentan en la representación de cuatro procesos cognitivos esenciales: pensar como un humano, comportarse como un humano, pensar de forma racional y comportarse de forma racional (Ng *et al.*, 2022; Durak *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2024).

Figura I. Procesos cognitivos



Nota: elaboración propia a partir de “A Review of AI Teaching and Learning from 2000 to 2020”, por Ng *et al.*, 2022, *Education and Information Technologies*, 28; “Artificial Intelligence in Education: A Bibliometric Study on Its Role in Transforming Teaching and Learning”, por Durak *et al.*, 2024, *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 25(3), y “Artificial intelligence in education: A systematic literature review”, por Wang *et al.*, 2024, *Expert Systems with Applications*, 252(Part A).

En el ámbito educativo, estos sistemas basados en el conocimiento (SBC) han permitido describir estructuras conceptuales asociadas a los procesos cognitivos.

Si bien su aplicación se ha extendido a diversas áreas del conocimiento, se ha observado un mejor desempeño en disciplinas como las matemáticas y la física, especialmente mediante su implementación en forma de sistemas tutores inteligentes (Allam *et al.*, 2023).

A diferencia de los sistemas tradicionales, en los que la IA se limita a realizar cálculos programados o tareas de procesamiento de texto (Bond *et al.*, 2024), los SBC operan mediante un enfoque más complejo. En lugar de ejecutar algoritmos secuenciales que transforman datos de entrada en resultados, estos sistemas incorporan motores de inferencia genéricos capaces de seleccionar, de forma dinámica, reglas heurísticas previamente almacenadas. Dichas reglas orientan el comportamiento del sistema al indicar las acciones que debe ejecutar en función del contexto (Prahani *et al.*, 2022; Lin y Yu, 2024; Wang *et al.*, 2024).

En este contexto, los SBC han constituido la base conceptual y técnica para el desarrollo de la IAE-G. Una de sus principales características es su naturaleza mecanicista: a cada entrada específica le corresponde una salida determinada como resultado de un proceso algorítmico de tipo determinista. Esta relación estricta entre entradas y salidas permite que el comportamiento del sistema sea comprensible y predecible a través del análisis de la lógica programada (Lee *et al.*, 2024; Dai *et al.*, 2024).

La IAE-G comprende una amplia gama de aplicaciones que van desde sistemas de instrucción personalizada paso a paso y entornos de diálogo inteligente, hasta enfoques de aprendizaje exploratorio mediados por IA (Ouyang y Jiao, 2021). Asimismo, incluye herramientas para el análisis automatizado de textos producidos por estudiantes, agentes inteligentes integrados en plataformas educativas basadas en juegos y sistemas de apoyo académico personalizados (Talán, 2021).

Además, abarca desde interacciones individuales entre estudiantes y computadoras hasta estrategias implementadas a nivel institucional, incluido el uso de dispositivos móviles por parte del alumnado fuera del aula, lo que amplía considerablemente el espectro de posibilidades pedagógicas y tecnológicas (Chan y Tsi, 2023; Kshirsagar *et al.*, 2022; Alshumaimeri y Alshememry, 2024). La IAE-G mantiene un estrecho vínculo con la ciencia cognitiva y la pedagogía. Por tanto, el aprendizaje se concibe como el desarrollo de la capacidad para resolver problemas, sustentado en la construcción y organización eficiente de estructuras de conocimiento en la mente del estudiante (Ng *et al.*, 2022; Xu y Fan, 2022; Memarian y Doleck, 2024).

Desde esta perspectiva, y con base en la taxonomía propuesta por Anderson y Krathwohl (2001), es posible estructurar una tipología de la IAE en tres dimensiones: 1) orientada al estudiante, 2) orientada al docente y 3) orientada a la institución (Holmes y Tuomi, 2022; Holmes *et al.*, 2021). Esta clasificación permite analizar de manera sistemática las distintas aplicaciones de la IAE en función del sujeto educativo al que se dirige su impacto.

Tabla 2. Dimensiones

Centrada en el estudiante	Centrada en el docente	Centrada en la institución
Tutoría personalizada y adaptativa	Herramientas de evaluación automática	Sistemas de gestión académica basados en IA

Sistemas de retroalimentación automática	Detección de necesidades de aprendizaje	Monitoreo del progreso institucional
Análisis del rendimiento individual	Asistentes inteligentes para planeación didáctica	Predicción de deserción escolar
Entornos de aprendizaje gamificados con IA	Analítica educativa para toma de decisiones pedagógicas	Optimización de recursos educativos
Aplicaciones móviles para autoaprendizaje	Generación de recursos didácticos con IA-G	Soporte a políticas educativas basadas en datos

Nota: elaboración propia a partir de *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives*, por Anderson y Krathwohl, 2001; “State of the Art and Practice in AI in Education”, por Holmes y Toumi, 2022, *European Journal of Education*, 57(4), y “Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework”, por Holmes *et al.*, 2021, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32.

Esta tipología permite organizar y comprender de manera sistemática las múltiples formas en que la IAE puede integrarse en los distintos niveles del ecosistema educativo. Al diferenciar entre aplicaciones centradas en el estudiante, el docente y la institución, se facilita no solo la evaluación crítica de sus impactos, sino también la identificación de oportunidades y desafíos específicos en cada ámbito. Esta clasificación, si bien no es excluyente ni definitiva, constituye un marco útil para orientar modelos pedagógicos basados en IAE.

Por otra parte, la incorporación de la IAE-G en los programas educativos representa una oportunidad significativa para transformar las prácticas pedagógicas contemporáneas. Entre sus principales beneficios destacan el fomento de la autonomía del estudiante, el desarrollo de habilidades complejas, la innovación en el diseño curricular y la posibilidad de ofrecer experiencias de aprendizaje más personalizadas (Ramsgaard y Blenker, 2022). Esta tecnología permite generar retroalimentación y contenidos adaptados a las necesidades específicas de cada estudiante, lo que contribuye a una formación más centrada en el sujeto (Bell y Bell, 2023). Dichas ventajas adquieren especial relevancia en el ámbito de la educación para el emprendimiento, campo caracterizado por su diversidad epistemológica y la ausencia de trayectorias formativas únicas.

Dada la amplitud de sectores y enfoques posibles, y ante la imposibilidad de que el docente aborde todas las industrias o tendencias emergentes, resulta fundamental que los estudiantes asuman un rol activo en la exploración de oportunidades alineadas con sus intereses, talentos y contextos (Vecchiarini y Somia, 2023). En este sentido, la personalización del aprendizaje a través de la IAE-G se convierte en un recurso estratégico para articular las tres dimensiones clave del diseño pedagógico en esta área de conocimiento: el aprendizaje (centrado en el desarrollo del estudiante), la enseñanza (relacionada con la evaluación y el desempeño docente) y la gestión (vinculada con la administración institucional de la innovación educativa).

La IAE-G posee el potencial de aportar beneficios en la formación emprendedora, sobre todo a nivel curricular, ya que incentiva el aprendizaje autodirigido, aumenta el compromiso del estudiante y enriquece la experiencia de aprendizaje (Obschonka y Audretsch, 2020). Para ello, los sistemas de tutoría guían al estudiante paso a paso a través de tareas desafiantes y le ofrecen instrucción y retroalimentación personalizadas. De esta forma, la tutoría y la retroalimentación permiten generar escenarios en los que los estudiantes se enfrentan a tareas complejas fuera de su área de especialización — como programación, análisis del comportamiento y análisis de escenarios, dentro de los módulos de formación emprendedora (Chen *et al.*, 2024).

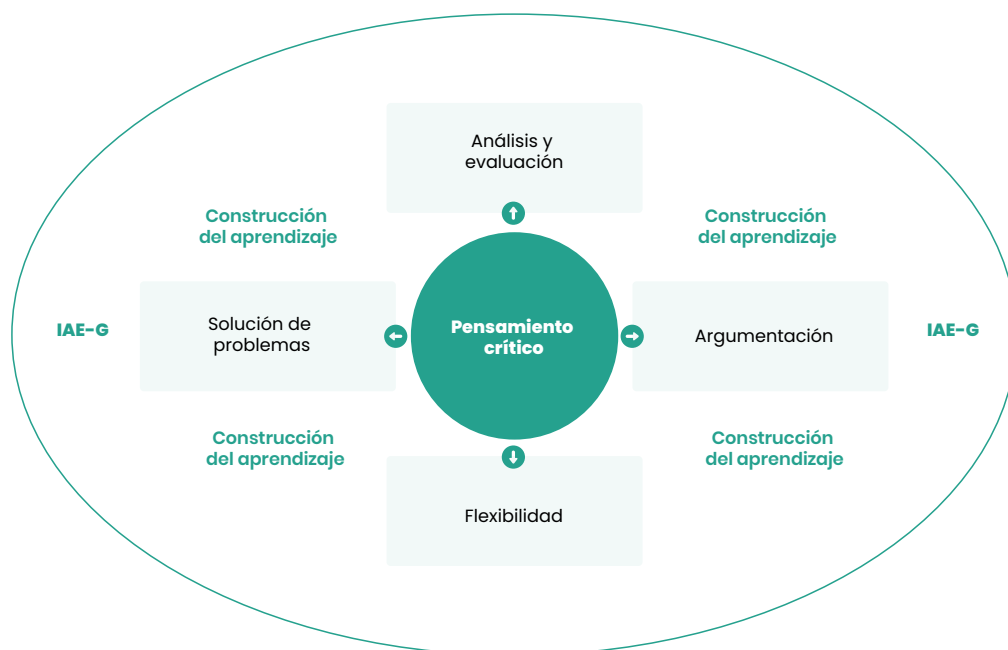
A pesar de sus beneficios, la incorporación de la IAE-G en los programas de formación emprendedora implica enfrentar una serie de desafíos, particularmente para quienes diseñan los planes y programas de estudio. Uno de los principales retos es el fortalecimiento del pensamiento crítico entre los estudiantes. Esta competencia resulta fundamental, ya que les permite analizar, evaluar e interpretar con criterio la información producida por la IA y evitar una comprensión superficial o acrítica.

El pensamiento crítico es una habilidad esencial en los procesos de búsqueda de soluciones a problemas y constituye el núcleo del emprendimiento, al facilitar la identificación de oportunidades, el análisis de datos y la toma de decisiones estratégicas. Si bien la IAE-G puede ampliar y mejorar el acceso a la información, los estudiantes requieren, cada vez más, habilidades de pensamiento crítico para evaluar, analizar e interpretar adecuadamente el entorno al que se enfrentan. En este escenario, es fundamental que los modelos pedagógicos orientados al emprendimiento incorporen de forma explícita un enfoque centrado en el desarrollo del pensamiento crítico. En torno a este aspecto ha emergido un debate creciente sobre el papel que la IAE-G podría desempeñar en la construcción de dicha competencia. Este debate se articula principalmente en torno a dos posturas contrapuestas:

1. Una visión favorable que sostiene que la interacción conversacional con sistemas de IA representa una oportunidad didáctica valiosa para promover aprendizajes complejos de forma progresiva y con bajo nivel de riesgo (Bayat *et al.*, 2022; Cotton *et al.*, 2023); y
2. Una postura crítica que advierte que el uso de la IA podría derivar en procesos de aprendizaje superficiales, lo que limitaría la profundidad cognitiva y la capacidad reflexiva del estudiante (Dwivedi *et al.*, 2023).

A partir de lo anterior, la forma y el momento en que se integre la IAE-G en los procesos de enseñanza-aprendizaje condicionarán su efectividad y alcance en el desarrollo del pensamiento crítico. Dicho de otro modo, si su uso es meramente instrumental —restringido a la generación automática de contenidos o respuestas—, existe la probabilidad de que se limite la capacidad reflexiva del estudiante (Sitaridis y Kitsios, 2024; Zhao, 2025). En contraste, cuando la IAE-G se utiliza como marco de referencia para promover el análisis, la evaluación crítica y la construcción de significado, se fortalece su contribución pedagógica como herramienta de mediación cognitiva. Bajo este enfoque, los estudiantes no solo consumen información, sino que la reinterpretan y resignifican en función de sus propios contextos y trayectorias de aprendizaje (figura 2).

Figura 2. IAE-G en el desarrollo del pensamiento crítico



Nota: elaboración propia a partir de “The effects of collaborative reasoning strategies on improving primary school students’ argumentative decision-making skills”, por Bayat *et al.*, 2022, *The Journal of Educational Research*, 115(6).

Bajo esta lógica, los estudiantes comprenden que, aunque los sistemas de IA pueden ofrecer soluciones con aparente certeza, carecen de una comprensión profunda de la información que producen y de las fuentes que la sustentan. Por tanto, su incorporación resulta más efectiva cuando se enmarca en modelos pedagógicos de corte constructivista, que privilegian la aplicación activa del conocimiento y la participación del estudiante en la construcción del saber (figura 3).

Figura 3. IAE-G en la formación emprendedora



Nota: elaboración propia a partir de "The effects of collaborative reasoning strategies on improving primary school students' argumentative decision-making skills", por Bayat *et al.*, 2022, *The Journal of Educational Research*, 115(6).

En síntesis, la promoción de la reflexión crítica constituye una actividad clave. Reflexionar permite al estudiante dar sentido a sus experiencias, conectar nuevos aprendizajes con conocimientos previos y fortalecer competencias cognitivas de orden superior. Esta práctica también enriquece el desarrollo profesional y favorece un aprendizaje estructurado a partir de la experiencia. Sin embargo, cuando la reflexión es superficial o inexistente, el proceso formativo se ve comprometido, lo que representa un desafío pedagógico significativo para los docentes en contextos mediados por tecnologías emergentes (Thottoli *et al.*, 2025; Winkler *et al.*, 2023).

Marco contextual

Tradicionalmente, la asignatura Proyectos de Inversión se ha centrado en el análisis financiero, técnico y de mercado de iniciativas empresariales, lo

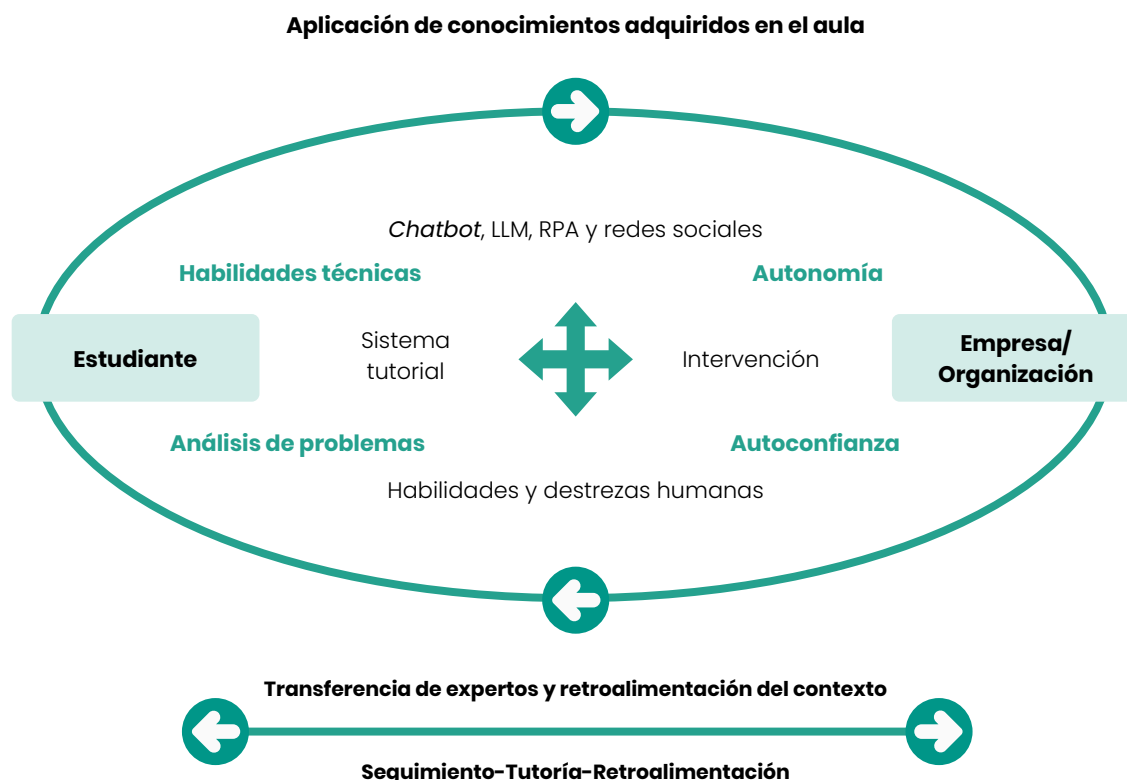
que fomenta el pensamiento analítico, la planificación, la toma de decisiones estratégicas y la formación de emprendedores. En este curso, los estudiantes no solo adquieren herramientas para evaluar la viabilidad de un proyecto, sino que también se enfrentan a retos reales de emprendimiento, donde la creatividad y la innovación son esenciales. La introducción de herramientas basadas en IA ha ampliado estas capacidades, al generar un cambio pedagógico que permite a los futuros emprendedores operar en entornos más dinámicos y complejos.

Por esta razón, el presente estudio se desarrolla en el marco de la Unidad de Enseñanza-Aprendizaje (UEA) Proyectos de Inversión, impartida en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, como parte del Programa de Inteligencia Artificial Estratégica Social y Solidaria. Durante el año 2024 participaron 120 estudiantes, quienes colaboraron con un número equivalente de organizaciones. Este programa tiene como objetivo fortalecer microempresas, cooperativas, profesionistas independientes y personas en situación de desempleo mediante la utilización de herramientas de IA como META, ChatGPT, Canva y Copilot, entre otras. A través de estas tecnologías se proporciona asesoría, capacitación, acompañamiento y seguimiento a proyectos de emprendimiento enfocados en el desarrollo social y la mejora de las condiciones de vida en comunidades vulnerables.

La estrategia metodológica empleada se denomina Intervención Estratégica y se estructura en torno a cuatro ejes fundamentales: administración, *marketing* digital, contabilidad y economía social. Su implementación se realiza mediante tres enfoques metodológicos complementarios, los cuales permiten la aplicación práctica del conocimiento en contextos reales. La interacción directa entre los estudiantes y los responsables de las iniciativas (propietarios o gerentes) facilita procesos de retroalimentación que enriquecen tanto el desarrollo de los proyectos como la adquisición de conocimiento tácito por parte del alumnado. Esta experiencia promueve una transferencia efectiva de saberes desde el aula hacia el entorno profesional, al tiempo que estimula el desarrollo de competencias emprendedoras y consolida los proyectos de inversión trabajados.

La intervención tiene una duración de once semanas, distribuidas en igual número de cédulas de trabajo semanales. Estas cédulas guían un proceso que abarca desde el diagnóstico inicial, la identificación de oportunidades y la definición de metas, hasta el diseño e implementación de mejoras, la generación de propuestas de valor, la aplicación de herramientas de gestión, el desarrollo de campañas de mercadotecnia digital y la evaluación de los aprendizajes obtenidos (figura 4).

Figura 4. Uso de IAE-G en intervención



Al inicio de cada semana, los estudiantes establecen un plan de acción con base en el problema u oportunidad previamente identificados. A partir de este diagnóstico, diseñan propuestas de solución que son implementadas por los propietarios o gerentes de las organizaciones participantes. En este contexto, la intervención se concibe como una acción deliberada y planificada, sustentada en un análisis previo, cuyo propósito es resolver problemáticas específicas, aprovechar oportunidades emergentes o generar mejoras significativas en el funcionamiento de la empresa. Para el diseño de dichas acciones, los estudiantes utilizan IAE-G (tabla 3).

Tabla 3. IAE empleada por los estudiantes

Actividad	IA	Descripción
Diagnóstico estratégico integral	Sistemas de soporte a decisiones (DSS)	Herramientas que combinan IA y análisis para apoyar decisiones empresariales (DAFO, Canvas, entre otros).

Generar informes, visualizaciones o resúmenes a partir de datos	Procesamiento de lenguaje natural (NLP)	Analiza datos no estructurados como encuestas, reseñas, emails (ChatGPT, MonkeyLearn, entre otros).
Predicción de ventas y demanda Diseño de estudio de mercado	Análisis predictivo	Utiliza modelos estadísticos e IA para predecir resultados. Futuros (SPSS, Roxie, entre otros).
Creación de contenidos, <i>email marketing</i> , campañas automatizadas	IA-G (NLP, modelos de lenguaje como GPT)	Redacción de textos, blogs y anuncios (ChatGPT, Copilot, entre otros).
Publicidad digital	ML con redes neuronales y aprendizaje reforzado	Optimización de anuncios, targeting automático (Meta ADS, Google Ads, entre otros).
Atención al cliente	NLP + IA conversacional (redes neuronales)	Automatización de respuestas, chatbots inteligentes.
Gestión financiera y contable Evaluación financiera	IA simbólica + ML	Reportes inteligentes, análisis financiero, recomendaciones (Copilot).

Durante el desarrollo de la intervención, los estudiantes integran activamente diversas herramientas de IA especializada para la gestión, tales como *chatbots*, planificadores inteligentes, asistentes de diseño, procesadores de texto automatizados, generadores de contenido digital y analizadores de datos. Estas herramientas no solo facilitan la comunicación efectiva con los clientes, sino que también permiten brindar una atención más ágil y precisa a las problemáticas previamente identificadas en el entorno empresarial. A través de este ecosistema tecnológico, los estudiantes ofrecen retroalimentación oportuna y basada en datos a los emprendedores o empresarios involucrados, lo que fortalece el vínculo universidad-empresa y desarrolla competencias clave en la aplicación práctica de soluciones digitales para la gestión.

Metodología

De acuerdo con el objetivo formulado en el presente trabajo de investigación, se optó por un enfoque descriptivo mediante la estrategia metodológica de estudio

de caso. Esta estrategia metodológica le permite al investigador observar, analizar y registrar el comportamiento de los actores implicados en el fenómeno de estudio mediante la recolección y triangulación de datos provenientes de múltiples fuentes. Estas incluyen tanto evidencias cualitativas como cuantitativas, tales como documentos institucionales, archivos históricos, entrevistas, observaciones directas y participantes, así como el análisis de objetos e instalaciones físicas. Esta aproximación integral es especialmente útil para captar la complejidad de contextos reales y dinámicos (Yin, 2023).

El estudio se estructuró en cuatro fases metodológicas interrelacionadas: 1) diseño de la investigación, 2) conducción del estudio, 3) análisis de la evidencia empírica y 4) formulación de conclusiones, recomendaciones e implicaciones fundamentadas en dicha evidencia (Yin, 2023).

En la primera fase se definió la estrategia metodológica: estudio de caso. Para integrar dicho caso se seleccionó el Programa Integral de Acompañamiento a Emprendedores en su Formación Social y Sostenible (Piaess), específicamente la UEA Proyectos de Inversión, de la cual se tiene acceso a los registros y a la documentación. Asimismo, se establecieron los criterios de validez interna, externa y de constructo (Joseph y Gupta, 2021). Adicionalmente, se determinaron los instrumentos y las técnicas para la recopilación de datos con el fin de garantizar su pertinencia y confiabilidad: la entrevista semiestructurada, la observación y la revisión documental (Mishra y Alok, 2022).

Posteriormente, se procedió a la implementación metodológica dentro del programa seleccionado. Esta fase fue fundamental para la validación de los supuestos teóricos y metodológicos previamente establecidos, ya que permitió observar en un entorno real cómo se articula el uso de la IA-G con el desarrollo de competencias emprendedoras. Durante esta etapa se llevó a cabo la recolección sistemática de información clave mediante entrevistas semiestructuradas dirigidas a los estudiantes que cursaron dicha asignatura durante los ciclos escolares “Otoño” e “Invierno” de 2024. La selección de esta técnica respondió a la necesidad de obtener una visión profunda, flexible y contextualizada de las percepciones, experiencias y aprendizajes de los participantes. Las entrevistas fueron diseñadas para explorar aspectos clave del fenómeno, tales como el tipo de herramientas de IA utilizadas, las habilidades desarrolladas, la utilidad percibida y la relación entre los conocimientos aplicados y el contexto organizacional intervenido.

En todo momento se respetaron los principios éticos fundamentales de la investigación cualitativa y se aseguró la confidencialidad de los participantes, la protección de su información personal, la obtención del consentimiento informado y el respeto a la diversidad de opiniones expresadas. Asimismo, se garantizó una aplicación rigurosa y consistente de los procedimientos definidos en el diseño metodológico, lo que permitió preservar la fidelidad y la coherencia interna del estudio (Simons, 2020; Thomas, 2021).

Los datos obtenidos fueron posteriormente clasificados, codificados y analizados mediante una combinación de herramientas tecnológicas (*software*): MAXQDA para el análisis cualitativo de contenido; Microsoft Excel para la sistematización de variables categóricas y numéricas; y el paquete R (*quantda*) para el procesamiento lingüístico de los datos textuales. Esta combinación permitió identificar patrones emergentes, establecer relaciones significativas y generar inferencias alineadas con el marco teórico propuesto. Los hallazgos se interpretaron de forma crítica, en coherencia con los objetivos del estudio y los referentes conceptuales que orientaron la investigación (Coombs, 2022; Halkias *et al.*, 2022).

Tabla 4. *Variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Indicadores / ítems posibles	Categorías
Tipo de herramienta de IA utilizada	Tipo de tecnología de IA que se emplea en el proceso	Herramientas específicas que el estudiante ha utilizado en la intervención	¿Qué herramientas de IA has usado en la intervención?	Chatbot, generador de texto, analizador de datos, entre otros.
Habilidades desarrolladas	Grado de desarrollo de habilidades emprendedoras a través del uso de la IA	Observación o respuesta del estudiante	¿Qué habilidades se desarrollaron durante el proceso de intervención?	Empatía, pensamiento crítico, análisis, síntesis, entre otros.
Finalidad del uso	Propósito con el que se emplea	Función concreta asignada a la IA dentro del aprendizaje	¿Para qué usaste herramientas de IA?	Propuesta de valor, diagnóstico, <i>marketing</i> , análisis de información, entre otros.

Percepción de utilidad de la IA	Opinión sobre qué tan útil le resulta la IA en su proceso de intervención	Encuesta de escala ordinal sobre percepción	¿Qué tan útil consideras la IA para la actividad?	Muy útil, útil, poco útil o nada útil.
Área de aplicación	Sector en el que se encuentra integrada la empresa	Sector económico.	¿En qué sector se desarrolla la intervención?	Comercio, servicio o industria.
Conocimiento que se aplicó mediante IA	Nivel de autoeficacia percibido en la aplicación de los conocimientos utilizando como herramienta la IA.	Autoevaluación.	Conocimiento potencializados con la IA.	Temas comprendidos en el syllabus.

Es importante destacar que las variables consideradas en este estudio se encuentran integradas en los ítems que conforman las entrevistas semiestructuradas, diseñadas con el propósito de explorar de manera sistemática y flexible las dimensiones clave del fenómeno analizado. Cada ítem fue formulado para recoger información específica vinculada con las variables previamente definidas, lo que permitió una recolección de datos alineada con los objetivos de investigación y facilitó el análisis cualitativo e interpretativo de los resultados (Hancock y Algozzine, 2021; Tight, 2017).

Hallazgos

Durante el proceso de intervención en las organizaciones (pequeñas unidades económicas), los estudiantes hicieron un uso estratégico de diversas herramientas de IA-G, centrándose en la automatización de tareas consideradas rutinarias o repetitivas: recopilación de información, asignación de responsabilidades, comunicación, planeación, seguimiento, creación de contenido para redes sociales y gestión del contacto con clientes. El aprovechamiento de la IA-G en estas funciones operativas permitió a los estudiantes liberar tiempo y recursos cognitivos, los cuales redirigieron hacia actividades de mayor valor estratégico. Así, pudieron concentrarse en el análisis crítico de la información recopilada, en el diseño de propuestas de valor adecuadas a las necesidades específicas de cada organización, en la medición del impacto de las intervenciones y en la atención oportuna a los problemas detectados durante el proceso.

Esta integración digital no solo incrementó la eficiencia del trabajo realizado, sino que también fortaleció las competencias analíticas y de toma de decisiones de los participantes. Para la construcción de la propuesta de valor, los estudiantes comenzaron por identificar de forma sistemática la problemática central que

enfrentaba la organización. Posteriormente, realizaron un análisis crítico de las soluciones implementadas con anterioridad, lo que les permitió detectar brechas de impacto y áreas de mejora no atendidas.

Con el apoyo de herramientas de IA-G, lograron recabar información relevante con mayor eficiencia y formular diversos escenarios de intervención, lo que enriqueció significativamente su capacidad de análisis y toma de decisiones. La interacción con estos escenarios generados por la IA-G facilitó una comprensión más profunda del contexto organizacional y potenció la aplicación de los conocimientos adquiridos en el aula, al trasladarlos a situaciones reales y dinámicas. En este contexto, la formación emprendedora adquirió una dimensión práctica fundamental: el desarrollo del sentido de oportunidad y la capacidad de valorar los resultados alcanzados se consolidaron como competencias clave para los estudiantes. Estas habilidades resultan imprescindibles para identificar y aprovechar nichos de mejora en entornos organizacionales complejos, donde la innovación y la toma de decisiones informadas son factores determinantes para el éxito de cualquier propuesta de valor (tabla 5).

Tabla 5. *Conocimientos y habilidades*

Conocimiento aplicado	Habilidad	Contribución a la formación emprendedora
Diseño e implementación de propuestas de valor	• Evaluar información • Identificar patrones, causas raíz de los problemas y oportunidades de mejora • Generar ideas novedosas que agreguen valor • Manejo de herramientas digitales • Capacidad para empatizar	Identificación de oportunidades y necesidades.
Aplicación de herramientas de diagnóstico	• Análisis de la pertinencia de las herramientas • Manejo de las herramientas • Análisis del contexto de la organización	Comprensión del mercado y de la lógica de los clientes.

Prototipado	• Comprensión de los procesos comerciales • Convertir conceptos abstractos en representaciones tangibles • Validar hipótesis	Capacidad de aprender-haciendo.
-------------	--	---------------------------------

En la tabla anterior se sintetiza la relación entre el conocimiento aplicado, las habilidades desarrolladas y su contribución a la formación emprendedora, observadas durante la experiencia de intervención con estudiantes universitarios en el marco del Piaess. Este análisis evidencia cómo las actividades diseñadas desde un enfoque de aprendizaje activo y mediadas por el uso de IA-G permiten articular teoría y práctica, lo que fortalece competencias clave en la formación emprendedora.

En primer lugar, el diseño e implementación de propuestas de valor permitió a los estudiantes integrar conocimientos para generar soluciones contextualizadas, orientadas a satisfacer necesidades reales de las organizaciones. Esta tarea exigió habilidades como la evaluación crítica de información, la identificación de patrones y oportunidades, la generación de ideas innovadoras, el manejo de herramientas digitales y la empatía. En conjunto, estas competencias facilitaron la identificación de oportunidades y necesidades en entornos organizacionales dinámicos.

En segundo lugar, la aplicación de herramientas de diagnóstico consistió en el uso sistemático de metodologías como el análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, el modelo Canvas, el árbol de problemas, el lienzo de las brechas de impacto y el modelo de Ishikawa. Esta actividad favoreció el desarrollo de habilidades relacionadas con la selección oportuna de herramientas, su uso técnico y el análisis contextual de las organizaciones intervenidas. Como resultado, los estudiantes lograron una comprensión más profunda del entorno de negocio y de la lógica que guía las decisiones de los clientes.

Finalmente, el prototipado representó una fase clave para transformar ideas en soluciones tangibles. Los estudiantes ejercitaron la comprensión de procesos comerciales, la capacidad de traducir conceptos abstractos en representaciones concretas y la validación de hipótesis a través de pruebas empíricas. Esta experiencia reforzó la capacidad de aprender-haciendo, esencial para la formación de emprendedores capaces de enfrentar entornos inciertos e iterar sobre sus propias ideas de negocio.

En conjunto, estos tres ejes reflejan cómo el uso estratégico de la IA-G en contextos educativos reales no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también potencia el desarrollo de competencias cognitivas, metodológicas y actitudinales esenciales para el emprendimiento en la era digital. Cabe señalar que, para el desarrollo de esta actividad, los estudiantes emplearon diversas herramientas de IA-G, entre las cuales ChatGPT fue la más utilizada, con una preferencia del 70 %. Le siguieron, en menor proporción, Claude (10 %), Copilot (10 %) y Gemini (10 %). Esta distribución refleja no solo la familiaridad con cada plataforma, sino también la percepción de utilidad según el tipo de tarea desarrollada.

Asimismo, es importante destacar que, más allá del uso instrumental, los estudiantes pusieron especial énfasis en evaluar críticamente la calidad, veracidad y posibles sesgos del contenido generado por estas herramientas. Este proceso de evaluación se apoyó en el entrenamiento previo que recibieron sobre el uso ético y estratégico de la IA-G, particularmente mediante el diseño y perfeccionamiento de *prompts* que permitieran obtener resultados más pertinentes y confiables.

Esta actividad contribuyó a fortalecer competencias clave en la formación digital y emprendedora, tales como el pensamiento crítico, la alfabetización algorítmica y la toma de decisiones basada en evidencia; asimismo, promovió un uso responsable y reflexivo de la IA en contextos académicos y organizacionales. En relación con el diseño e implementación de campañas publicitarias mediante medios digitales, los estudiantes comenzaron con la formulación y prueba de hipótesis, lo que les permitió establecer una base metodológica sólida para sus intervenciones. Para ello, utilizaron herramientas de IA-G tanto en la creación de contenidos como en el contacto inicial con consumidores potenciales y su posterior difusión a través de redes sociodigitales. Además, realizaron un análisis detallado de los ecosistemas digitales de sus respectivos clientes e identificaron los canales y plataformas más eficaces para mantener una comunicación continua y significativa. Esta estrategia integral no solo fortaleció las competencias técnicas de los estudiantes, sino que también les permitió aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos en entornos reales de mercado.

Discusiones

Los hallazgos de este estudio confirman y amplían las discusiones teóricas existentes sobre el papel transformador de la IA-G en la educación superior, particularmente en la formación de competencias emprendedoras. Tal como

se ha señalado en la literatura (Bell y Bell, 2023; Chen *et al.*, 2024; Ramsgaard y Blenker, 2022), la IA-G no debe entenderse únicamente como una herramienta de automatización, sino como un agente pedagógico capaz de mediar y enriquecer procesos formativos complejos, al fomentar la autonomía, la creatividad, la toma de decisiones informadas y la aplicación contextual del conocimiento.

En concordancia con los enfoques teóricos de Holmes y Tuomi (2022), así como de Ng *et al.* (2022), los resultados obtenidos en la experiencia del Piaess evidencian que la incorporación intencionada de IA-G en contextos reales de intervención empresarial propicia un aprendizaje situado y significativo. Los estudiantes no solo utilizaron herramientas digitales para ejecutar tareas, sino que también desarrollaron habilidades metacognitivas y estratégicas al enfrentar problemas abiertos, analizar información de manera crítica, diseñar propuestas de valor y validar hipótesis en entornos organizacionales diversos. Este enfoque responde al paradigma del aprendizaje activo propuesto por Anderson y Krathwohl (2001), en el cual se integran las dimensiones cognitivas superiores con la aplicación práctica.

Asimismo, los hallazgos refuerzan la premisa de que el uso de IA-G, cuando se enmarca en modelos pedagógicos constructivistas y orientados al desarrollo del pensamiento crítico, tiene el potencial de contribuir significativamente a la formación integral del estudiante (Bayat *et al.*, 2022; Winkler *et al.*, 2023). En la experiencia analizada, los estudiantes no solo interactuaron con sistemas generativos como ChatGPT, sino que también ejercieron juicios críticos sobre la calidad, pertinencia y sesgo de la información generada, lo que evidencia una alfabetización algorítmica emergente, esencial en la era digital (Bond *et al.*, 2024).

No obstante, los resultados también advierten sobre los desafíos identificados en la literatura, especialmente en relación con el riesgo de un uso superficial o meramente instrumental de estas tecnologías (Dwivedi *et al.*, 2023; Zhao, 2025). En este sentido, la efectividad de la IA-G como herramienta formativa depende en gran medida del tipo de tareas asignadas, del acompañamiento docente y del grado de reflexión promovido durante su uso. La investigación confirma que, cuando la IA se emplea únicamente como generadora de respuestas automáticas sin un proceso de evaluación crítica por parte del estudiante, puede limitar el desarrollo de competencias profundas.

El estudio aporta evidencia empírica a la discusión sobre la capacidad de la IA-G para favorecer la transferencia de conocimientos y habilidades entre contextos

académicos y profesionales. La metodología de intervención empleada, centrada en el acompañamiento a organizaciones reales, permitió a los estudiantes experimentar una integración auténtica entre teoría y práctica, lo que refuerza el valor de las experiencias formativas situadas para el desarrollo emprendedor (Obschonka y Audretsch, 2020; Thottoli *et al.*, 2025).

Por otra parte, se observa una alineación entre las dimensiones de aplicación de la IA-G descritas por Holmes *et al.* (2021) y las prácticas observadas en el estudio: desde tutorías personalizadas hasta analítica predictiva, pasando por la generación de contenido y la optimización de recursos. Esta integración transversal de la IA-G en las dimensiones pedagógica, didáctica y administrativa refuerza su carácter disruptivo y su potencial para modificar las lógicas tradicionales de enseñanza-aprendizaje.

Finalmente, los resultados sugieren la necesidad de avanzar hacia un rediseño curricular que contemple explícitamente el desarrollo de competencias digitales, analíticas y críticas en la educación emprendedora. Como han señalado autores como Vecchiarini y Somia (2023), la IA-G impone nuevos retos pedagógicos que exigen una articulación más estrecha entre saberes tecnológicos y formaciones humanísticas. En este marco, el papel del docente debe transitar de transmisor de contenidos a mediador del pensamiento crítico, diseñador de experiencias de aprendizaje y guía en el uso ético y estratégico de las tecnologías emergentes.

Conclusiones

Como se evidenció en el presente trabajo de investigación, la IA-G ofrece un alto potencial para enriquecer la formación emprendedora a nivel superior, ya que puede mejorar significativamente el aprendizaje de los estudiantes, incrementar su participación activa y optimizar la experiencia educativa. Además, adquirir conocimientos sobre la aplicación de la IA no solo fortalece la preparación para el empleo futuro, sino que también puede fomentar una mayor vinculación con el emprendimiento. No obstante, su uso plantea nuevas consideraciones que deben revisarse.

En primer lugar, resulta indispensable que los profesores se mantengan actualizados respecto de los avances tecnológicos y las innovaciones digitales para introducir dichas herramientas en el aula y brindar a los estudiantes la oportunidad de explorarlas, experimentar con ellas y aprender de manera activa. En ese sentido, ello implica una convergencia cada vez mayor entre la enseñanza del emprendimiento y los conocimientos especializados en el desarrollo de nuevos

negocios; por tanto, es necesario evitar una formación exclusivamente centrada en conceptos genéricos. De acuerdo con la experiencia presentada en el Piaess, la incorporación de la IA-G aporta beneficios pedagógicos significativos al facilitar experiencias de aprendizaje más personalizadas. Este tipo de tecnologías digitales ofrece respuestas, retroalimentación y productos adaptados a las necesidades específicas de cada estudiante.

Dado que el emprendimiento es un campo amplio, multidisciplinario y carente de una única solución o enfoque, no siempre es viable que el profesor oriente el desarrollo del espíritu emprendedor, ya que este constituye un atributo personal. En consecuencia, es conveniente que los estudiantes lideren su propio proceso de descubrimiento, guiados por sus intereses, habilidades particulares y la sinergia con otros emprendedores. Asimismo, la IA-G favorece el desarrollo de aprendizajes complejos, especialmente a través de procesos de tutoría y acompañamiento que guían al estudiante paso a paso mediante instrucciones y retroalimentación personalizada (tanto del profesor como del empresario). Este tipo de apoyo resulta especialmente valioso en la enseñanza del emprendimiento, donde los estudiantes suelen enfrentarse a tareas multidisciplinarias que pueden estar fuera de su campo principal de estudio y que forman parte esencial del proceso de creación y validación de proyectos.

A pesar de estos beneficios, su adopción en el ámbito académico enfrenta controversias y resistencias. Aunque a corto plazo sea posible restringir el uso de la IA generativa, todo indica que su integración en la vida cotidiana, incluido el ámbito educativo, es inevitable. En este sentido, una estrategia más efectiva consistirá en adoptar la tecnología de manera temprana y proactiva y explorar sus posibilidades pedagógicas para potenciar el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, esta integración debe realizarse de forma paulatina y planificada. Los profesores deben promover su aplicación y resaltar los beneficios y el valor que puede aportar; ahora bien, al mismo tiempo, es necesario advertir sobre sus limitaciones, como la posibilidad de generar información inexacta o errónea. Este proceso formativo exigirá el desarrollo de competencias críticas y reflexivas en los estudiantes, lo que resulta especialmente relevante en campos como el emprendimiento, donde la toma de decisiones informadas y éticas es crucial.

A largo plazo, podría presentarse el riesgo de que algunos estudiantes utilicen estas herramientas como atajo para evitar la lectura profunda o el estudio detallado de un tema, al confiar en exceso en los resultados generados por la IA. Este tipo

de uso superficial podría comprometer el desarrollo del pensamiento analítico y la comprensión profunda, elementos esenciales en la formación de emprendedores responsables y competentes. La IA-G puede integrarse en la educación emprendedora “sobre”, “para” y “a través del” emprendimiento. No obstante, su impacto más profundo puede observarse en la enseñanza “sobre” emprendimiento, pues, al ampliar el acceso de los estudiantes a información y recursos, puede sustituir en parte el rol tradicional del docente como transmisor de conocimientos. Esto genera nuevos desafíos, especialmente para la evaluación del pensamiento crítico mediante ensayos, informes o tareas escritas.

En México, donde la transformación digital avanza de forma desigual entre regiones y universidades, resulta prioritario capacitar a los estudiantes para que puedan usar tecnologías emergentes como la IA-G con el fin de aprovechar oportunidades futuras en el mercado laboral y en sus iniciativas emprendedoras. Aquellos que carezcan de estas habilidades enfrentarán una desventaja significativa tanto en la creación de empresas como en su inserción profesional. Frente a este escenario, es indispensable revalorar el diseño curricular en emprendimiento. Diversos estudios advierten que los programas actuales tienden a centrarse en conceptos genéricos, sin integrar competencias técnicas vinculadas con las tecnologías clave de la industria 4.0. Para revertir esta situación, es necesario dejar de concebir el emprendimiento como una disciplina aislada y fomentar su articulación con saberes digitales y tecnológicos. Esta transformación requiere también una política educativa clara que oriente y respalde la incorporación de la tecnología en los programas formativos, así como mecanismos de apoyo a los docentes que aún no dominan estas herramientas.

La promoción del pensamiento crítico continuará siendo fundamental, tanto para el proceso emprendedor como para el uso reflexivo y ético de la IA. Sin embargo, persiste el debate sobre el efecto que la IA-G podría tener en el desarrollo de esta competencia. En este sentido, la enseñanza de la IA-G no debe limitarse a la operatividad técnica; también debe propiciar que los estudiantes analicen críticamente sus resultados, comprendan sus alcances y limiten su uso cuando sea necesario. Para ello, el enfoque constructivista y el aprendizaje basado en la reflexión son estrategias idóneas, ya que permiten que el estudiante genere sentido a partir de su propia experiencia contextual. No obstante, es imprescindible mantener un equilibrio entre la promoción de los beneficios de la IA-G y la advertencia sobre sus limitaciones. Los estudiantes deben entender que esta tecnología no posee una comprensión profunda del conocimiento y puede generar información falsa o errónea.

Dado que la IA generativa es aún un campo emergente, existe una amplia agenda de investigación pendiente para enriquecer la educación emprendedora en México. Se requiere comprender cómo perciben los estudiantes esta tecnología, cuál es su nivel de familiaridad y cómo responden a su uso en el aula. Asimismo, es necesario identificar las barreras y los desafíos que enfrentan docentes, estudiantes y autoridades académicas en su implementación, así como las estrategias para superarlos. Adicionalmente, se debe investigar qué habilidades específicas necesitan los estudiantes para aprovechar eficazmente la IA-G en el proceso emprendedor y cómo evaluar dichas competencias en el marco de la educación superior. Finalmente, desde una perspectiva macro, sería pertinente analizar si la IA y las tecnologías asociadas reconfigurarán de manera sustancial la educación emprendedora en el futuro, a medida que se consoliden como elementos centrales de la industria 4.0.

Finalmente, es importante señalar dos limitaciones relevantes de este estudio. En primer lugar, la investigación se centró exclusivamente en la experiencia de una UEA, a pesar de que el Piaess tiene un alcance institucional más amplio, que abarca diversas asignaturas, perfiles estudiantiles y niveles de intervención. Esta delimitación restringe el análisis al contexto específico de dicha UEA, lo cual limita la posibilidad de generalizar los hallazgos a la totalidad del programa.

En segundo lugar, la evaluación se realizó en un periodo relativamente corto (un año), lo que impide observar con claridad los posibles efectos de mediano y largo plazo que la incorporación de la IA-G podría tener en el desarrollo de competencias emprendedoras y en la generación de iniciativas reales por parte de los estudiantes. La actividad emprendedora, por su naturaleza compleja y no lineal, puede requerir más tiempo para manifestar resultados tangibles, tanto en términos de prototipado como de implementación efectiva. Por tanto, cualquier intento de extrapolación de los resultados debe hacerse con cautela, dado el contexto analizado y las restricciones metodológicas del estudio. No obstante, este trabajo pretende posicionarse como una de las primeras aproximaciones sistemáticas en el ámbito mexicano sobre la aplicación de la IA-G en la formación de emprendedores. Su intención es abrir nuevas rutas de investigación, reflexión pedagógica e innovación curricular que contribuyan al fortalecimiento de modelos educativos centrados en la creatividad, la tecnología y la sostenibilidad.

Referencias

Ahmad, W., Shokeen, R. y Raj, R. (2025). Artificial Intelligence: Solutions in Special Education. En A. Walters (ed.), *Transforming Special Education Through*

- Artificial Intelligence* (pp. 459–520). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-5538-1.ch017>
- Allam, H., Dempere, J., Akre, V. y Flores, P. (2023). *Artificial Intelligence in Education (AIED): Implications and Challenges*. En *Proceedings of the HCT International General Education Conference (HCT-IGEC 2023)* (pp. 126–140). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-286-6_10
- Alshumaimeri, Y. y Alshememry, A. (2024). The Extent of AI Applications in EFL Learning and Teaching. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 653–663. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3322128>
- Anderson, L. W. y Krathwohl, D. R. (eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- Bastomi, B., Mujahid, A., Asmuni, A., Sibron, A., Audina, M. y Harto, K. (2024). Bringing Artificial Intelligence (AI) in Teaching and Learning Process. *TOFEDU: The Future of Education Journal*, 3(5), 1825–1831. <https://doi.org/10.61445/tofedu.v3i5.298>
- Bayat, M., Banihashem, S. K. y Noroozi, O. (2022). The effects of collaborative reasoning strategies on improving primary school students' argumentative decision-making skills. *The Journal of Educational Research*, 115(6), 349–358. <https://doi.org/10.1080/00220671.2022.2155602>
- Bell, R. y Bell, H. (2023). Entrepreneurship Education in the Era of Generative Artificial Intelligence. *Entrepreneurship Education*, 6(3), 229–244. <https://doi.org/10.1007/s41959-023-00099-x>
- Bond, M., Khosravi, H., De Laat, M., Bergdahl, N., Negrea, V., Oxley, E. y Siemens, G. (2024). A Meta-Systematic Review of Artificial Intelligence in Higher Education: A Call for Increased Ethics, Collaboration, and Rigour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00436-z>
- Chan, C. K. Y. y Tsi, L. H. Y. (2023). *The AI Revolution in Education: Will AI Replace or Assist Teachers in Higher Education?* arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.01185>
- Chen, L., Ifenthaler, D., Yau, J. Y. K. y Sun, W. (2024). Artificial Intelligence in Entrepreneurship Education: A Scoping Review. *Education + Training*, 66(6), 589–608. <https://doi.org/10.1108/ET-05-2023-0169>
- Coombs, H. (2022). *Case Study Research: Single or Multiple*. Southern Utah University.
- Cooper, G. (2023). Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32, 444–452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Dai, C. P., Ke, F., Pan, Y., Moon, J. y Liu, Z. (2024). Effects of Artificial Intelligence-Powered Virtual Agents on Learning Outcomes in Computer-Based

- Simulations: A Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 36(1), 31. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09855-4>
- Dogan, M., Dogan, T. y Bozkurt, A. (2023). The Use of Artificial Intelligence (AI) in Online Learning and Distance Education Processes: A Systematic Review of Empirical Studies. *Applied Sciences*, 13(5), 3056. <https://doi.org/10.3390/app13053056>
- Durak, G., Çankaya, S., Özdemir, D. y Can, S. (2024). Artificial Intelligence in Education: A Bibliometric Study on Its Role in Transforming Teaching and Learning. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 25(3), 219–244. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v25i3.7757>
- Ezzaim, A., Kharroubi, F., Dahbi, A., Aqqal, A. y Haidine, A. (2022). Artificial Intelligence in Education: State of the Art. *International Journal of Computer Engineering and Data Science*, 2(2). <https://www.ijceds.com/ijceds/article/view/37>
- Halkias, D., Neubert, M., Thurman, P. W. y Harkiolakis, N. (2022). *The Multiple Case Study Design: Methodology and Application for Management Education*. Routledge.
- Hancock, D. R. y Algozzine, B. (2021). *Doing Case Study Research: A Practical Guide for Beginning Researchers* (4.^a ed.). Teachers College Press.
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Buckingham Shum, S., Santos, O. C., Rodrigo, M. M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I. y Koedinger, K. (2021). Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32, 504–526. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
- Holmes, W. y Tuomi, I. (2022). State of the Art and Practice in AI in Education. *European Journal of Education*, 57(4), 542–570. <https://doi.org/10.1111/ejed.12533>
- Joseph, A. y Gupta, S. (2021). Case Studies as a Research Methodology. En L. Wright, L. Moutinho, M. Stone y R. Bagozzi (eds.), *The Routledge Companion to Marketing Research* (pp. 107–118). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315544892>
- Kshirsagar, P., Jagannadham, D., Alqahtani, H., Naveed, Q., Islam, S., Thangamani, M. y Dejene, M. (2022). Human Intelligence Analysis through Perception of AI in Teaching and Learning. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 9 160 727. <https://doi.org/10.1155/2022/9160727>
- Lee, S. (2023). Otherwise than Teaching by Artificial Intelligence. *Journal of Philosophy of Education*, 57(2), 553–570. <https://doi.org/10.1093/jopedu/qhad019>
- Lee, Y. J., Oh, J. y Hong, C. (2024). Exploratory Research on Understanding University Students' Artificial Intelligence Literacy in a Korean University. *Online Journal of Communication and Media Technologies*, 14(3), e202 440. <https://doi.org/10.30935/ojcmt/14711>

- Lin, C. C., Huang, A. Y. y Lu, O. H. (2023). Artificial Intelligence in Intelligent Tutoring Systems toward Sustainable Education: A Systematic Review. *Smart Learning Environments*, 10(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00260-y>
- Lin, Y. y Yu, Z. (2024). A Bibliometric Analysis of Artificial Intelligence Chatbots in Educational Contexts. *Interactive Technology and Smart Education*, 21(2), 189–213. <https://doi.org/10.1108/ITSE-12-2022-0165>
- Liu, X. y Zhong, B. (2024). A Systematic Review on How Educators Teach AI in K–12 Education. *Educational Research Review*, 45, 100 642. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100642>
- Lu, W. y Lin, C. (2025). Meta-Analysis of Influencing Factors on the Use of Artificial Intelligence in Education. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 34, 617–627. <https://doi.org/10.1007/s40299-024-00883-w>
- Luckin, R. y Cukurova, M. (2019). Designing Educational Technologies in the Age of AI: A Learning Sciences-Driven Approach. *British Journal of Educational Technology*, 50, 2824–2838. <https://doi.org/10.1111/bjet.12861>
- Memarian, B. y Doleck, T. (2024). Teaching and Learning Artificial Intelligence: Insights from the Literature. *Education and Information Technologies*, 29, 21 523–21 546. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12679-y>
- Mishra, S. B. y Alok, S. (2022). *Handbook of Research Methodology*. Educreation Publishing.
- Ng, D., Lee, M., Tan, R., Hu, X., Downie, J. y Chu, S. (2022). A Review of AI Teaching and Learning from 2000 to 2020. *Education and Information Technologies*, 28, 8445–8501. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11491-w>
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W. y Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI Literacy: An Exploratory Review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100 041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- Obschonka, M. y Audretsch, D. B. (2020). Artificial Intelligence and Big Data in Entrepreneurship: A New Era Has Begun. *Small Business Economics*, 55, 529–539. <https://doi.org/10.1007/s11187-019-00202-4>
- Ouyang, F. y Jiao, P. (2021). Artificial Intelligence in Education: The Three Paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100 020. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>
- Ouyang, F., Zheng, L. y Jiao, P. (2022). Artificial Intelligence in Online Higher Education: A Systematic Review of Empirical Research from 2011 to 2020. *Education and Information Technologies*, 27(6), 7893–7925. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10925-9>
- Prahani, B., Rizki, I., Jatmiko, B., Suprpto, N. y Tan, A. (2022). Artificial Intelligence in Education Research During the Last Ten Years: A Review and Bibliometric

- Study. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET)*, 17(8), 169–188. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i08.29833>
- Ramsgaard, M. B. y Blenker, P. (2022). Reinterpreting a Signature Pedagogy for Entrepreneurship Education. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 29(2), 182–202. <https://doi.org/10.1108/JSBED-03-2021-0115>
- dos Santos, J. K. M., da Rocha, H. O., Okamura, E. M. R., Dias, V. A. A., de Melo, L. H. P., Viana, G. B. O. y da Silva, D. A. (2023). A Review of IA Use in Education Analysis. En *2023 Workshop on Communication Networks and Power Systems (WCNPS)* (pp. 1–7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/WCNPS60622.2023.10344527>
- Simons, H. (2020). *Case Study Research in Practice* (2.^a ed.). SAGE Publications.
- Sitaridis, I. y Kitsios, F. (2024). Digital Entrepreneurship and Entrepreneurship Education: A Review of the Literature. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 30(2–3), 277–304. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-01-2023-0053>
- Tight, M. (2017). *Understanding Case Study Research: Small-Scale Research with Meaning*. SAGE Publications.
- Thomas, G. (2021). *How to Do Your Case Study: A Guide for Students and Researchers* (2.^a ed.). SAGE Publications.
- Thottoli, M. M., Cruz, M. E. y Al Abri, S. S. S. (2025). The Incubation Revolution: Transforming Entrepreneurial Education with Artificial Intelligence. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 19(1), 2–23. <https://doi.org/10.1108/APJIE-11-2023-0221>
- Unesco. (2025). *AI and the future of education: disruptions, dilemmas and directions*. Unesdoc Biblioteca Digital. <https://doi.org/10.54675/KECK1261>
- Vecchiarini, M. y Somia, T. (2023). Redefining Entrepreneurship Education in the Age of Artificial Intelligence: An Explorative Analysis. *The International Journal of Management Education*, 21(3), 100879. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100879>
- Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T. y Du, Z. (2024). Artificial Intelligence in Education: A Systematic Literature Review. *Expert Systems with Applications*, 252(Part A), 124167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>
- Winkler, C., Hammada, B., Noyes, E. y Van Gelderen, M. (2023). Entrepreneurship Education at the Dawn of Generative Artificial Intelligence. *Entrepreneurship Education and Pedagogy*, 6(4), 579–589. <https://doi.org/10.1177/25151274231198799>
- Xu, W. y Fan, O. (2021). A Systematic Review of AI Role in the Educational System Based on a Proposed Conceptual Framework. *Education and Information Technologies*, 27, 4195–4223. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10774-y>
- Yin, R. K. (2023). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (7.^a ed.). SAGE Publications.

- Zhao, Y. (2025). Artificial Intelligence and Education: End the Grammar of Schooling. *ECNU Review of Education*, 8(1), 3–20. <https://doi.org/10.1177/20965311241265124>
- Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M. y Li, Y. (2021). A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020. *Complexity*, 8812542. <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>

Marketing digital e inteligencia artificial: un estudio con las redes sociales Instagram y TikTok

Digital Marketing and Artificial Intelligence:
a Study Using Instagram and TikTok Social
Media Platforms

*Yeris Lozano-Parada**

*Rolando Eslava-Zapata***

*Francisco Sierra-Narváez****

* Profesional en Administración de Empresas. Universidad Libre Colombia - Seccional Cúcuta. Correo electrónico: yerisl-lozanop@unilibre.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-5230-4181>.

** Doctor en Administración. Universidad Libre Colombia - Seccional Cúcuta. Correo electrónico: rolandoa.eslavaz@unilibre.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2581-1873>.

*** Magíster en Gerencia de Empresas. Universidad Libre Colombia - Seccional Cúcuta. Correo electrónico: franciscoj.sierran@unilibre.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5926-7971>.

Resumen

El sector ferretero afronta altos costos y una fuerte competencia, lo que afecta a empresas como Metálicas GL debido a la falta de estrategias adecuadas de *marketing* digital, su baja competitividad y su limitado posicionamiento de marca en el mercado. Este análisis destaca la necesidad de mejorar su visibilidad en redes sociales como Instagram y TikTok. Además, resalta la importancia de integrar la inteligencia artificial para optimizar contenidos y generar diferenciación frente a la competencia. El estudio propone estrategias basadas en Inteligencia artificial para fortalecer la presencia digital y el reconocimiento de marca de Metálicas GL. El objetivo del trabajo es evaluar las estrategias de *marketing* digital potenciadas por inteligencia artificial para la empresa Metálicas GL en las redes sociales Instagram y TikTok. La investigación adopta un enfoque transversal o transaccional y está estructurada en varias fases: una exploración preliminar, una revisión de literatura relevante y un análisis descriptivo mediante una encuesta enviada a clientes a través de la plataforma Microsoft Forms. Los resultados revelan que el uso adecuado del *marketing* digital y la inteligencia artificial es clave para estructurar estrategias que optimicen las redes sociales de Metálicas GL. Al generar contenido de valor, adaptar promociones al cliente y analizar el entorno, se logra mayor visibilidad, fidelización y diferenciación en el mercado, lo que impulsa el crecimiento y posicionamiento de la marca. Se concluye que existe la posibilidad de mejorar la visualización y el posicionamiento de la marca Metálicas GL mediante el uso de IA, junto con el análisis de datos para personalizar procesos del *marketing* digital, como la comunicación y las promociones.

Palabras clave: inteligencia artificial, marketing digital, productos metálicos, redes sociales.

Abstract

The hardware sector faces high costs and fierce competition, affecting companies such as Metálicas GL due to their lack of adequate digital marketing strategies, low competitiveness, and limited brand positioning. This analysis highlights the need to improve their visibility on social media platforms like Instagram and TikTok. It also emphasizes the importance of integrating artificial intelligence to optimize content and stand out from competitors. The study proposes AI-based strategies to strengthen Metálicas GL's digital presence and brand recognition. The aim of this work is to evaluate digital marketing strategies powered by artificial intelligence

for the company Metálicas GL on the social networks Instagram and TikTok. The research adopts a cross-sectional or transactional approach and is structured in several phases: an initial exploratory stage, a review of relevant literature, and a descriptive analysis using a survey sent to customers through the Microsoft Forms platform. The results reveal that the proper use of digital marketing and artificial intelligence is key to structuring strategies that optimize Metálicas GL's social media presence. By generating valuable content, tailoring promotions to customers, and analyzing the environment, greater visibility, loyalty, and differentiation in the market are achieved, driving the brand's growth and positioning. It is concluded that there is potential for better visualization and positioning of the Metálicas GL brand through the use of AI, together with data analysis to personalize digital marketing processes such as communication and promotions.

Keywords: artificial intelligence, digital marketing, metal products, social media.

Introducción

El impacto de la inteligencia artificial (IA) en el *marketing* digital en los últimos años se ha estudiado ampliamente, lo que ha destacado su efecto en la efectividad y adaptación de las campañas (Omeish *et al.*, 2025). Las empresas que utilizan IA logran una personalización avanzada en tiempo real, lo que mejora la interacción con los consumidores y aumenta la fidelización. Además, la adopción de IA permite ajustar estrategias de *marketing* de manera más eficiente, adaptándose con rapidez a las preferencias cambiantes de los consumidores (Chaffey y Ellis-Chadwick, 2022).

El *marketing* digital ha transformado el enfoque estratégico de las empresas, permitiendo una personalización y segmentación más precisa en sus campañas, lo que fortalece su competitividad y posicionamiento en el mercado (Kumar *et al.*, 2025). La integración de la IA en el *marketing* digital no solo optimiza las campañas, sino que también mejora la competitividad y el posicionamiento de las marcas en el mercado global (Kotler y Armstrong, 2020). La introducción de IA permite a las empresas ajustar sus estrategias con mayor precisión y aumentar la eficiencia operativa (Kumar *et al.*, 2019).

En Colombia, muchas microempresas han iniciado procesos de transformación digital para mejorar su posicionamiento y han migrado progresivamente sus operaciones con el fin de fortalecer su capacidad competitiva mediante estrategias comerciales más efectivas (Huang, 2025). En el departamento Norte de Santander

se encuentra San José de Cúcuta, un municipio fronterizo con Venezuela. En este territorio, el sector ferretero ha enfrentado un panorama complejo caracterizado por intensa competencia, altos costos de operación y desafíos económicos significativos (Fakhraddine *et al.*, 2025). En este contexto, Metálicas GL —empresa dedicada a la elaboración y comercialización de productos metálicos— no ha sido ajena a estas problemáticas.

A pesar de contar con experiencia en producción y control de calidad, la empresa ha tenido dificultades para alcanzar la visibilidad y el reconocimiento necesarios para consolidarse en el mercado local. Cúcuta se encuentra entre las ciudades más costosas del país (Rojas, 2023), con una variación del índice de precios al consumidor que, en febrero de 2023, alcanzó el 16.12 % (DANE, 2023a, 2023b). Este incremento en la inflación redujo el poder adquisitivo de los consumidores, lo que generó una disminución en la demanda de productos ferreteros y afectó directamente las ventas y la sostenibilidad de empresas como Metálicas GL en su sede principal.

Además de los factores económicos externos, Metálicas GL ha enfrentado problemas internos que agravan su situación. La empresa ha carecido de estrategias de *marketing* digital efectivas que le permitan aumentar su visibilidad en redes sociales y posicionarse en el mercado local para diferenciarse de sus competidores (Alshaketheep *et al.*, 2025). La ausencia de conocimientos sobre herramientas tecnológicas y análisis de datos limita su capacidad de adaptación a las dinámicas del mercado actual y a las expectativas de los consumidores (Driessen *et al.*, 2025). Asimismo, la falta de información comercial y de una segmentación adecuada del público objetivo impide diseñar campañas publicitarias personalizadas y efectivas, lo que dificulta la captación y fidelización de clientes (Tam y Lung, 2025).

Estas carencias han generado un impacto significativo en el desempeño de la empresa, evidenciado en la disminución de su competitividad, la baja visibilidad en el mercado y la falta de crecimiento sostenible. La incapacidad de implementar estrategias innovadoras y de adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno no solo compromete su posición actual, sino también su viabilidad a largo plazo (Enshassi *et al.*, 2025).

Al abordar las causas del problema y proponer soluciones innovadoras, esta investigación contribuye al fortalecimiento de Metálicas GL con el fin de adaptarse a las tendencias del mercado, aumentar su visibilidad y consolidar su posicionamiento

en el sector ferretero. En este sentido, se identificaron fortalezas y debilidades de la empresa en cuanto al uso de redes sociales y se plantearon estrategias para potenciarlas mediante el uso de IA (Mukhopadhyay, 2025).

Para comprender mejor este contexto, es necesario considerar el impacto de la transformación digital. Las microempresas ferreteras enfrentan desafíos asociados con nuevas formas de comercialización que resultan esenciales para preservar su competitividad. Este fenómeno ha fortalecido el papel del *marketing* digital y del posicionamiento de marca como variables clave para el éxito organizacional (Rodríguez *et al.*, 2024). El *marketing* digital consiste en el uso de plataformas tecnológicas y redes digitales para promocionar productos y construir relaciones con los consumidores. De esta forma, se convierte en una herramienta estratégica especialmente útil para microempresas que buscan aumentar su visibilidad en un entorno saturado (Kotler y Armstrong, 2020).

El posicionamiento de marca se define como el lugar que ocupa una marca en la mente del consumidor en relación con sus competidores. Este concepto implica no solo reconocimiento, sino también preferencia, diferenciación y valor percibido. En este entorno, las estrategias de *marketing* digital se han consolidado como un factor crucial para lograr el posicionamiento de marca en sectores competitivos como el publicitario, dado que existe una relación directa entre el uso efectivo del *marketing* digital y la construcción de una imagen sólida en el mercado (Karageyim y Durmusoglu, 2025).

La presente investigación es relevante tanto en el ámbito académico como empresarial, ya que aplica conceptos de administración y *marketing* digital en un contexto real e incorpora herramientas de IA como elemento clave para mejorar las estrategias de *marketing* (Çalışkan *et al.*, 2025). Asimismo, este estudio permite que profesionales conecten la teoría con situaciones concretas del mercado ferretero y ofrece un modelo replicable para otras empresas de la región, que pueden adoptar estrategias digitales en plataformas como Instagram y TikTok para fortalecer su posicionamiento (Das y Das, 2025).

Por otra parte, este estudio es pertinente para el fortalecimiento de la competitividad de Metálicas GL, dado que una gestión adecuada del *marketing* digital —potenciada por IA— se beneficia de avances tecnológicos recientes (Al-Mualala *et al.*, 2025). Estas tecnologías permiten un mayor alcance hacia los clientes y facilitan la interacción con los ya existentes, aspecto crucial en un sector tan competitivo

como el ferretero, donde la visibilidad y la diferenciación resultan esenciales para el crecimiento y la sostenibilidad empresarial. Asimismo, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han convertido en un pilar fundamental de la economía digital, transformando tanto el comportamiento del consumidor como las estrategias de *marketing* y publicidad (Alizadeh y Nazarpour-Kashani, 2025).

Por lo expuesto, este proyecto adquiere especial relevancia debido al alto nivel de competencia en el mercado local, donde las empresas distribuidoras suelen adquirir productos por fuera de su área por motivos de calidad, precio y ubicación geográfica. En este contexto, las herramientas de *marketing* digital se presentan como esenciales para enfrentar estos desafíos. La implementación de estrategias efectivas contribuye a posicionar a las ferreterías como empresas rentables (Teepapal, 2025).

Por lo tanto, esta investigación analiza cómo las estrategias de *marketing* digital inciden en el posicionamiento de una microempresa del sector de la publicidad en Cúcuta, Colombia. Se parte del reconocimiento de que las microempresas son un motor importante de desarrollo económico y social, aunque suelen presentar debilidades en la implementación de herramientas tecnológicas para su promoción (Uribe y Sabogal-Neira, 2021).

El objetivo principal de esta investigación fue analizar el impacto de la IA en el posicionamiento digital de Metálicas GL, una microempresa del sector ferretero en Cúcuta, mediante el uso de Instagram y TikTok. Para ello, se realizó un análisis DOFA enfocado en estas redes, se describieron las estrategias actuales con integración de IA y se propusieron acciones de *marketing* digital personalizado. La metodología utilizada fue de tipo descriptivo, con enfoque cualitativo, basada en la recolección de información interna mediante encuesta, revisión bibliográfica y análisis comparativo de estrategias digitales exitosas en el sector.

Metodología

Esta investigación fue de tipo cuantitativo, orientada a recopilar datos sobre la evolución del comportamiento de los movimientos comerciales, basándose en los comentarios de los consumidores. Este enfoque no solo buscó mejorar el mercado, sino también analizar el impacto del entorno externo en la empresa, lo que permitió obtener y examinar información sobre el comportamiento del sector ferretero y las necesidades de los clientes de Metálicas GL. La investigación cuantitativa se enfoca en la medición de fenómenos mediante métodos estadísticos (Rojas, 2023)

y comprende un análisis sistemático y preciso de la realidad a partir de procesos deductivos y secuenciales.

El diseño de esta investigación adoptó un enfoque transversal o transaccional y se estructuró en varias fases. Inicialmente, se llevó a cabo una exploración preliminar, seguida de una revisión exhaustiva de literatura relevante y de un análisis descriptivo. La investigación se desarrolló de la siguiente manera:

- **Fase 1:** se realizó una recolección de datos mediante una encuesta de treinta preguntas, cuidadosamente seleccionadas y enviadas a treinta clientes de Metálicas GL a través de la plataforma Google Forms. El objetivo fue medir sus preferencias y comportamientos en redes sociales, específicamente en Instagram y TikTok. Este proceso incluyó un estudio exploratorio de las tendencias y dinámicas presentes en estas plataformas digitales. La encuesta estuvo diseñada para evaluar la satisfacción de los clientes y el impacto del *marketing* en la comercialización de productos, lo que permitió obtener información detallada sobre sus interacciones con el contenido digital de la empresa y llevar un control preciso de las respuestas.
- **Fase 2:** se aplicó un análisis FODA centrado en el entorno digital de Metálicas GL, con el fin de identificar sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Este análisis incluyó una evaluación descriptiva de los movimientos comerciales y de las estrategias de *marketing* identificadas a través de la matriz FODA. Su propósito fue comprender el entorno empresarial en constante cambio y diseñar estrategias que permitieran mantener una ventaja competitiva.
- **Fase 3:** en esta etapa se realizó un análisis preliminar de los movimientos con el fin de desarrollar un plan estratégico de *marketing* apropiado para Metálicas GL mediante el uso de las herramientas Instagram y TikTok para diseñar campañas de *marketing* y mejorar la presencia digital de la empresa. El objetivo del plan fue fortalecer su posición en el mercado y adaptarse a un entorno empresarial cada vez más dinámico y competitivo. Dado que el *marketing* desempeña un papel crucial en el éxito y crecimiento de las empresas, este plan ofreció una guía clara para definir objetivos estratégicos, identificar audiencias y desarrollar estrategias efectivas. Adicionalmente, permitió anticipar y responder a las dinámicas del mercado, garantizando así una ventaja competitiva sostenible.

En cuanto a la población —entendida como el conjunto de elementos objeto

de estudio que comparten características comunes en un contexto determinado—, esta estuvo conformada por los clientes de Metálicas GL. La muestra, por su parte, estuvo compuesta por treinta (30) clientes de la empresa que interactúan en plataformas digitales como Instagram y TikTok.

Como instrumento de recolección de datos, se utilizó un cuestionario para medir el uso de redes sociales y la percepción de la IA aplicada al *marketing* digital. Este cuestionario se basó en las propuestas de Pérez-Arias y Castañeda-Ascanta (2023) y Albert-García y Hernández-Prados (2018) y se dividió en cuatro secciones. La primera contiene cuatro ítems relacionados con datos demográficos; la segunda incluye seis ítems sobre el conocimiento de los participantes acerca de Instagram y TikTok; la tercera, con doce ítems, se centra en el uso de estas plataformas; y la cuarta, con ocho ítems, indaga sobre la percepción de la IA en el *marketing* digital. Las respuestas se registraron en una escala Likert de cinco puntos: 1 (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (neutral), 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo) (ver tabla 1).

La encuesta se distribuyó digitalmente, lo que permitió recopilar datos de manera eficiente y precisa. Este enfoque metodológico facilitó la obtención de métricas sobre el comportamiento de los clientes y aportó información valiosa para evaluar cómo las estrategias de *marketing* digital potenciadas por IA impactaron su relación con Metálicas GL.

La información recolectada fue sometida a un análisis cuantitativo e inferencial mediante el uso de Microsoft Excel como herramienta de procesamiento de datos. Las respuestas obtenidas fueron organizadas y tabuladas con el fin de identificar patrones y tendencias significativas en el comportamiento de los encuestados, lo que facilitó la construcción de tablas que respaldan la interpretación de los resultados.

Tabla 1. Cuestionario

Sección 1. Datos demográficos	
Identificación	Afirmaciones
Sexo	Masculino
	Femenino
	Otro

Edad	Entre 18 y 22
	Entre 23 y 26
	Entre 27 y 30
	31 o más
Nacionalidad	Colombiana
	Venezolana
	Otra
Nivel educativo	Primaria
	Secundaria
	Técnica
	Especialización
	Maestría
	Doctorado

	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

Sección 2. Conocimiento de las redes sociales

Conoce la red social Instagram					
Conoce la red social TikTok					
Conoce las opciones de interacción en Instagram, como “Me gusta”, “Comentarios” y “Compartir”					
Conoce las opciones de interacción en TikTok, como “Me gusta”, “Comentarios” y “Compartir”					
Sabe cómo seguir cuentas de interés en Instagram					
Sabe cómo seguir cuentas de interés en TikTok					
Sabe hacer compras a través de Instagram					
Sabe hacer compras a través de TikTok					
Sabe vincular Instagram con otras redes sociales					
Sabe vincular TikTok con otras redes sociales					

Sección 3. Uso de las redes sociales

Usa activamente Instagram					
---------------------------	--	--	--	--	--

Usa activamente TikTok					
Entre Instagram y TikTok, su red social favorita es Instagram					
Entre Instagram y TikTok, su red social favorita es TikTok					
Usa Instagram con frecuencia en su día a día					
Usa TikTok con frecuencia en su día a día					
Usa Instagram para fines laborales o educativos					
Usa TikTok para fines laborales o educativos					
Dedica más de una hora diaria al uso de Instagram					
Dedica más de una hora diaria al uso de TikTok					
Sigue la cuenta de Metálicas GL en Instagram					
Sigue la cuenta de Metálicas GL en TikTok					

Sección 4. Percepción de la inteligencia artificial en *marketing* digital

Está familiarizado con el concepto de inteligencia artificial en <i>marketing</i> digital					
Cree que la inteligencia artificial mejora la experiencia de compra en línea					
Se siento más atraído por anuncios personalizados basados en sus intereses y comportamiento en redes sociales					
Ha interactuado con un chatbot en redes sociales					
Considera que los chatbots ofrecen respuestas útiles y rápidas					
Las publicidades basadas en inteligencia artificial (como anuncios personalizados o recomendaciones) le resultan relevantes					
Está dispuesto a recibir recomendaciones de productos de Metálicas GL basadas en inteligencia artificial en redes sociales					
Considera que la inteligencia artificial puede ayudar a Metálicas GL a mejorar la personalización de sus productos y servicios					

Desarrollo

Estado del arte

El estudio de antecedentes en *marketing* digital e IA permite comprender cómo diferentes organizaciones han utilizado estrategias digitales para fortalecer su posicionamiento. A continuación, se presentan investigaciones relevantes que aportan al análisis del contexto de Metálicas GL.

Plan de marketing estratégico y posicionamiento de King Kong ‘Dulzura Norteña’ en la región Lambayeque (2018) de Mora-Berniglia y Perleche-Peche, trabajo desarrollado para la empresa Dulzura Norteña —dedicada a la producción de dulces tradicionales—, tuvo como objetivo elaborar un plan de *marketing* integral basado en los pilares fundamentales del *marketing*: producto, promoción, plaza y precio. El estudio fue de tipo descriptivo y de campo, con enfoque cualitativo, y analizó el impacto de una estrategia sólida en el posicionamiento de la marca en su mercado regional. Los resultados indicaron que aplicar estos pilares de manera adecuada fortalece el posicionamiento y aumenta la competitividad local. Además, se sugirió que la estrategia de *marketing* debe alinearse con las características del mercado regional y las preferencias del consumidor.

Por su parte, “Understanding the Role of Artificial Intelligence in Personalized Engagement Marketing” (2019) de Kumar *et al.* tuvo como objetivo evaluar cómo la IA está transformando el *marketing* digital y mejorando la experiencia del cliente. Este trabajo utilizó un enfoque cuantitativo y descriptivo para analizar el impacto de herramientas como la personalización avanzada y la automatización del *marketing* en la optimización de recursos. Los resultados demostraron que la implementación de IA ayuda a las empresas a ajustar sus estrategias de *marketing* en tiempo real, mejorar la experiencia del cliente y aumentar la eficiencia operativa.

De otro lado, “Marketing and social networks. External strategic analysis of a company providing digital advertising services” (2024) de Chumaceiro-Hernández *et al.* describe la gestión estratégica como un proceso sistémico, lógico y objetivo que orienta los planes y acciones de una empresa. El análisis se centró en el entorno externo de una microempresa prestadora de servicios de publicidad digital en Barranquilla. El método utilizado incluyó el desarrollo tecnológico, la innovación y la investigación proyectiva, con observación documental y de campo. Los resultados evidenciaron la rapidez con que avanzan las tecnologías de la información y cómo estas transforman las demandas tecnológicas y ambientales de la sociedad.

Se concluyó que las prácticas comerciales deben ser responsables con el medio ambiente y con el impacto que generan en sus clientes, y que la sostenibilidad se alcanza al alinear estos elementos con la misión organizacional.

En “Marketing digital en micro y pequeñas empresas de publicidad de Bogotá” (2021), Uribe y Sabogal-Neira tuvieron como propósito fundamental identificar qué programas o herramientas tecnológicas resultan relevantes para sus estrategias de *marketing*, especialmente aquellas enfocadas en redes sociales. La metodología empleada fue exploratorio-descriptiva, basada en un análisis técnico de contenido para obtener una muestra estadística que representara adecuadamente las 365 empresas analizadas. Asimismo, se aplicó una encuesta a 140 empresarios para obtener resultados más precisos. Los principales hallazgos mostraron que la mayoría de estas empresas no cuentan con correo electrónico corporativo ni utilizan estrategias de *marketing* adecuadas para mejorar su posicionamiento en motores de búsqueda. Además, se evidenció que sus redes sociales —principalmente Facebook e Instagram— se usan para promocionar contenido original y publicar imágenes. Se concluyó que las empresas de *marketing* en Bogotá desaprovechan el gran potencial de los recursos digitales para darse a conocer de forma eficiente. El estudio evidenció la necesidad de capacitación en este sector, así como la oportunidad que representan las economías creativas y los procesos de digitalización.

En *Estudio de viabilidad a la entrada del mercado digital para la Ferretería Ferrecash* (2024), Arguello-Castellanos analizó cómo el uso de tecnologías para compras ha mejorado el acceso y la facilidad para adquirir productos, desde herramientas de apoyo al comprador hasta modalidades de pago y compras en línea mediante aplicaciones móviles. La revisión bibliográfica demostró que las industrias han implementado nuevas tecnologías y conceptos para mejorar la experiencia de compra en la sociedad moderna. El estudio examinó la viabilidad del mercado digital para el sector ferretero mediante el análisis de aspectos de mercado, técnicos, financieros, legales y de riesgos.

Por su lado, en *Plan de mercadeo estratégico para guantes industriales El Cerrito 2015–2019* (2014), Figueroa-Andrade tuvo como objetivo analizar las estrategias de *marketing* necesarias para que las empresas se adapten a los cambios del mercado y cumplan las normativas laborales y financieras vigentes. El estudio, de tipo cualitativo y con enfoque descriptivo, destacó que la correcta adaptación a las expectativas del cliente, acompañada de una estrategia de *marketing* efectiva, permite a las empresas mantenerse competitivas en un entorno dinámico. El trabajo fue de tipo

cualitativo y utilizó un enfoque descriptivo para comprender cómo las empresas pueden gestionar de manera efectiva sus recursos para alcanzar sus objetivos de *marketing* en mercados altamente competitivos. Se concluyó que el éxito radica en la capacidad de adaptarse rápidamente, no solo a las demandas del mercado, sino también a las nuevas regulaciones que rigen el entorno empresarial.

Díaz y Ramírez, en *Marketing digital: estrategias para el posicionamiento de marca* (2022), se plantearon identificar estrategias de posicionamiento de marca mediante *marketing* digital y evaluar su impacto en la efectividad organizacional. La metodología fue cualitativa documental, basada en la revisión de 50 trabajos consultados en bases de datos como Scielo y Dialnet. El estudio reflexionó sobre las estrategias de *marketing* digital y los procesos de adaptación de las empresas tradicionales a las nuevas tecnologías que apoyan el mercadeo. Se concluyó que el *marketing* digital es una herramienta clave para promocionar productos y servicios en plataformas en línea —como redes sociales, buscadores y correo electrónico— y que las empresas tradicionales enfrentan desafíos significativos al adaptarse a tecnologías emergentes.

Díaz-Lema, en *Importancia del marketing digital en las pequeñas y medianas empresas de Cúcuta* (2024), se planteó como objetivo evaluar el impacto de las estrategias de *marketing* digital en su desarrollo y competitividad. Con un enfoque cuantitativo, se recopilaron datos mediante encuestas aplicadas a una muestra amplia de pymes en Cúcuta. El análisis se centró en cuatro aspectos clave: la efectividad de las estrategias de *marketing* digital, su nivel de adopción, los principales desafíos en su implementación y el uso de herramientas digitales. Se identificó que, para maximizar los beneficios del *marketing* digital, las pymes de Cúcuta deben invertir en capacitación y adoptar una cultura empresarial más abierta a la innovación. Asimismo, se destacó la importancia del apoyo institucional y público para facilitar el acceso a recursos y formación. El estudio concluyó que superar la falta de conocimientos en herramientas digitales es fundamental para aprovechar plenamente las oportunidades del entorno digital.

En “La evolución del *marketing* para el crecimiento de las empresas” (2020), Flórez-Castellanos *et al.* analizaron cómo el *marketing* ha evolucionado en el tiempo y cómo estos cambios han impulsado a las empresas a modernizar sus estrategias para mantenerse vigentes. La metodología fue cualitativa documental, basada en revisión de literatura especializada. Los resultados mostraron que el *marketing* no solo sirve para la producción, sino también para crear vínculos con los clientes

mediante herramientas digitales. La satisfacción del cliente, la lealtad y el uso de redes sociales y dispositivos móviles se identificaron como factores clave para generar valor de marca y construir relaciones duraderas.

Finalmente, en “Análisis de la gestión de inventarios en la empresa Ferretería La Casita SAS, en Cúcuta”, Cruz-Contreras *et al.* (2019) analizaron cómo los inventarios resultan fundamentales para una empresa, ya que permiten llevar un registro de los productos disponibles, identificar artículos próximos a agotarse y prevenir faltantes, lo que garantiza una adecuada satisfacción de la demanda mediante un sistema administrativo eficiente y confiable. La investigación, de tipo descriptivo, se desarrolló mediante revisión documental organizada en una estructura sistemática para facilitar el análisis e interpretación de datos. Se concluyó que las empresas ferreteras tienen estructuras de inventario complejas debido a la amplia variedad de productos; además, los costos varían entre artículos, por lo que se requieren métodos como el costo promedio ponderado y el método FIFO, ampliamente utilizados en este tipo de inventarios.

Plan de *marketing* digital

El *marketing* es un tema crucial y ampliamente discutido debido a su impacto en las decisiones de compra, incluso cuando los productos no son esenciales. Este campo no solo influye en la sociedad y en la manera en que las empresas promocionan productos, sino que también afecta la forma en que los actores políticos gestionan su imagen pública. Además, se analizan técnicas de persuasión —como el cambio de creencias o comportamientos— que resultan fundamentales en las estrategias utilizadas por grandes minoristas y cadenas comerciales (Grewal *et al.*, 2025).

En este sentido, un plan de *marketing* digital debe centrarse en la generación de oportunidades de negocio mediante un análisis profundo de los mercados actuales y de las tendencias emergentes. Este enfoque facilita la gestión de las actividades de *marketing* y orienta la implementación de estrategias para alcanzar objetivos específicos. El proceso incluye una evaluación exhaustiva de la situación comercial, la planificación de un cronograma claro para la ejecución de las estrategias y la definición de métricas precisas para medir su efectividad (Stancu y Panait, 2025).

La personalización en el *marketing* digital constituye uno de los factores más relevantes para optimizar la relación entre la empresa y el cliente. La automatización del *marketing* se ha consolidado como una herramienta esencial, ya que permite enviar mensajes específicos en el momento oportuno, incrementando así los niveles

de satisfacción (Chaffey, 2021). Asimismo, se resalta la importancia del análisis de datos en tiempo real, crucial para diseñar estrategias de *marketing* efectivas y garantizar un retorno sobre la inversión (*ROI*, por su sigla en inglés) positivo. Estas estrategias no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también facilitan una rápida adaptación a los cambios del entorno, lo que contribuye a optimizar la experiencia del cliente (Kray, 2025).

En esta misma línea, la analítica de datos resulta fundamental en el *marketing* digital contemporáneo. La recopilación y el análisis de información permiten comprender el comportamiento del consumidor y optimizar las estrategias implementadas. Las herramientas de analítica facilitan la medición del desempeño de las campañas en tiempo real, la identificación de oportunidades de mejora y el ajuste de tácticas según los resultados obtenidos. Este enfoque incrementa el *ROI*, ayuda a predecir tendencias y posibilita la personalización de las experiencias del cliente, aumentando así la efectividad de las estrategias de *marketing* (Chassang *et al.*, 2025).

Por su parte, la analítica avanzada permite a las empresas no solo medir el rendimiento de sus campañas, sino también prever comportamientos futuros de los consumidores, ajustando así sus estrategias en tiempo real. Las organizaciones que implementan de manera efectiva herramientas de analítica digital logran un *ROI* significativamente mayor, pues pueden tomar decisiones informadas basadas en datos precisos (Gündüzyeli, 2025).

Redes sociales

Existen diversas perspectivas para comprender las redes. Las principales son la matricial y la teoría de grafos. La primera permite representar las relaciones entre distintos actores, mientras que la segunda se basa en matrices que recogen datos y vínculos. Este tipo de análisis, aplicado a las redes sociales, permite interpretar el comportamiento de las personas a partir de la estructura de la red, resaltando la importancia de las restricciones y oportunidades que esta ofrece, entendidas como formas de capital social. Este enfoque es útil no solo en contextos sociales, sino también en ámbitos organizacionales y empresariales, ya que permite comprender mejor las dinámicas internas y las relaciones externas de los actores involucrados (Mansfield *et al.*, 2025).

Las redes sociales han evolucionado significativamente y se han convertido en herramientas fundamentales para la creación de comunidad y, con ello, de marca. Estas plataformas permiten una interacción más profunda con los consumidores, lo que contribuye a establecer relaciones cercanas y duraderas. Asimismo, el capital social en redes facilita el intercambio de información, influye en las decisiones de compra y genera confianza mediante recomendaciones (Sahebi y Formosa, 2025).

Instagram ha ganado amplia popularidad gracias a su enfoque en compartir imágenes y capturar momentos mediante dispositivos móviles. Esta plataforma no solo permite la difusión de contenido dentro de la propia red, sino también su integración con otras como Twitter y Facebook. Su facilidad de uso y su capacidad para compartir productos y servicios de manera rápida la convierten en una herramienta indispensable dentro de las estrategias de *marketing* digital (Yadav y Rena, 2025).

Por su parte, TikTok es una plataforma de videos cortos caracterizada por su formato de pantalla completa y navegación vertical, donde la música constituye un elemento central. Ofrece una extensa galería musical y herramientas como filtros, efectos y opciones para modificar la voz y la estética del contenido. Estas funcionalidades permiten a los usuarios transformar sus videos de manera creativa. TikTok también proporciona control sobre aspectos como velocidad de grabación, duración y *zoom*, facilitando así la personalización. Debido a su enfoque en la creatividad y sus herramientas intuitivas, se ha convertido en una de las plataformas más populares para crear y distribuir contenido digital (Amin, 2025).

Inteligencia artificial en *marketing* digital

La IA se refiere a la simulación de procesos propios de la inteligencia humana, como el reconocimiento de patrones, el aprendizaje automático y la toma de decisiones. En el *marketing* digital, la IA ha transformado profundamente la forma en que las empresas interactúan con los consumidores. Herramientas como los algoritmos de recomendación, los *chatbots* y el análisis predictivo permiten personalizar las experiencias del usuario y optimizar las campañas publicitarias, lo que incrementa la eficiencia operativa y fortalece la competitividad en un entorno digital cada vez más complejo (Melese y Kumar, 2025).

En este contexto, la IA se ha consolidado como una herramienta esencial para personalizar estrategias y optimizar campañas. Facilita procesos como la

segmentación avanzada de clientes, el análisis predictivo y la automatización de tareas, lo que contribuye a una toma de decisiones más informada y a un mejor desempeño (Feng *et al.*, 2025). Su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos permite identificar patrones de comportamiento y, en consecuencia, elaborar campañas más precisas y eficaces. Asimismo, herramientas como *chatbots* y asistentes virtuales han mejorado la interacción con los clientes, fortaleciendo la experiencia de usuario y aumentando la eficiencia operativa (Shrivastava y More, 2025).

La IA también ha impulsado la segmentación de mercados mediante el análisis automatizado de patrones de comportamiento, lo que permite a las marcas adaptar sus campañas publicitarias a las características de cada segmento (Rathee y Monika, 2025). Además, la implementación de asistentes virtuales en estrategias de *marketing* digital ha mejorado la interacción con los consumidores, generando un mayor nivel de compromiso y fortaleciendo la relación empresa-cliente.

Marco legal relacionado con el *marketing* digital

Para el desarrollo de esta investigación se consideraron diversas normativas que regulan actividades relacionadas con el *marketing* digital, la protección de datos personales y el comercio electrónico. Las principales normas aplicables son las siguientes:

- **Ley 140 de 1994 (Ley de publicidad exterior visual):** regula la publicidad exterior visual y, aunque se orienta principalmente al entorno físico, resulta pertinente cuando se comparan estrategias tradicionales y digitales o cuando la publicidad virtual tiene presencia en espacios físicos. La norma establece criterios para la ubicación de anuncios en áreas públicas y busca proteger el paisaje y reducir la contaminación visual.
- **Ley 527 de 1999 (Ley de comercio electrónico):** establece el marco jurídico para las transacciones electrónicas en Colombia, garantizando la validez y seguridad de los contratos celebrados por medios digitales. Es fundamental para el *marketing* digital, especialmente en plataformas como Instagram y TikTok, donde se realizan transacciones en línea. La ley asegura que los contratos electrónicos tienen la misma validez que los físicos, lo cual es clave para la legitimidad del comercio digital.
- **Ley 633 de 2000 (Ley de inscripción de sitios web en el Registro Mercantil):** regula la obligación de inscribir en el registro mercantil los sitios web comerciales que realizan actividades económicas, comerciales o de servicios.

Esta norma cobra importancia si Metálicas GL decide formalizar aún más sus operaciones en línea, ya que garantiza la transparencia de las transacciones y el cumplimiento de los requisitos fiscales y comerciales.

- **Ley 1266 de 2008 (Ley de hábeas data financiero):** regula el tratamiento de datos personales de naturaleza financiera. Es relevante para el análisis del comportamiento financiero de los clientes o de la empresa, ya que garantiza la privacidad y el manejo adecuado de la información financiera. La ley protege los derechos de los titulares sobre la recolección y uso de sus datos, estableciendo condiciones claras para su tratamiento.
- **Ley 1581 de 2012 (Ley de protección de datos personales):** regula el manejo de datos personales, aspecto esencial cuando se recopila información mediante encuestas en línea o interacciones digitales. Esta ley garantiza que el tratamiento de datos cumpla con estándares de privacidad y transparencia, protegiendo los derechos de los usuarios en relación con la recolección, uso y almacenamiento de su información. Es clave para salvaguardar la seguridad de los datos de los clientes en entornos digitales.

Resultados

Análisis DOFA de la empresa Metálicas GL enfocado en el uso de Instagram y TikTok

El estudio de los clientes reveló que la mayoría son de sexo masculino (73.00 %), seguido por el femenino (27.00 %). En una clientela predominantemente masculina, resulta fundamental mejorar la visibilidad en redes sociales, ya que esto contribuye a generar credibilidad en un sector históricamente asociado con los hombres. Esto permite conectar de manera más efectiva con el público objetivo al emplear un lenguaje y un estilo que les resulten familiares. Asimismo, el contenido visual — como demostraciones y tutoriales— adquiere mayor interés y credibilidad cuando es presentado por varones con experiencia en el campo (Eslava-Zapata, Sánchez-Castillo y Chacón-Guerrero, 2024).

Con respecto a la edad de los clientes, el 60.00 % corresponde a personas de 31 años en adelante; el 40.00 % restante está compuesto por jóvenes entre 18 y 22 años (13.33 %), entre 23 y 26 años (13.33 %) y entre 27 y 30 años (13.33 %). Esta distribución etaria es relevante, dado que los clientes más jóvenes suelen estar familiarizados con tendencias digitales, formatos innovadores y plataformas como TikTok e Instagram, lo que amplía la audiencia potencial y fortalece la presencia online de la empresa. Por su parte, la clientela mayor de 31 años aporta experiencia

y conocimiento a través de sus interacciones en redes, refuerza la autoridad de la marca y facilita un acompañamiento adecuado para este segmento. En cuanto al nivel educativo, los clientes se caracterizan por tener formación como bachilleres, técnicos o especialistas (Gómez-Cano *et al.*, 2024).

El análisis del comportamiento de los clientes de Metálicas GL frente al uso de redes sociales (tabla 2) evidencia un comportamiento digital reactivo, visual y directo. Los usuarios buscan respuestas rápidas, precios claros y pruebas visuales del trabajo realizado. Aunque no suelen interactuar con contenido educativo o técnico, sí valoran publicaciones comparativas del tipo “antes y después” y la estética final del producto.

De acuerdo con los objetivos del estudio, el análisis de los datos recopilados permite identificar comportamientos clave que orientan la viabilidad de implementar estrategias de *marketing* digital potenciadas por IA. En el caso de Instagram, un 54.50 % de los encuestados afirmó usar esta red social con frecuencia, lo que la convierte en una de las plataformas más relevantes para la empresa. Este dato representa una oportunidad estratégica para generar contenido visual atractivo, como catálogos de productos, *reels* que muestren el proceso de elaboración o historias con promociones temporales.

Además, Instagram ofrece posibilidades para la integración de IA, como la segmentación automática de audiencias, la programación de publicaciones en horarios óptimos y la generación de contenido dinámico mediante filtros inteligentes o *bots* de atención al cliente. Por otro lado, TikTok —aunque con menor presencia— fue identificada como utilizada frecuentemente por el 36.40 % de los encuestados, lo que revela un público joven receptivo al contenido breve, dinámico y viral. Entre las aplicaciones de IA en TikTok se encuentran la edición automática de videos, el análisis de tendencias, la predicción de *hashtags* y la automatización de respuestas en comentarios, herramientas que pueden fortalecer la presencia digital de Metálicas GL.

Ambas plataformas permiten aprovechar el contenido generado por el usuario (UGC, por su sigla en inglés), así como los análisis predictivos para identificar patrones de comportamiento, preferencias y horarios de mayor interacción. La implementación de IA contribuye a personalizar el contenido, mejorar la experiencia del usuario y aumentar el alcance de las campañas de forma eficiente y automatizada. En consecuencia, tanto Instagram como TikTok representan

canales estratégicos viables para Metálicas GL, siempre que se diseñe una estrategia digital coherente con la identidad de la marca y se integren herramientas de IA que maximicen el impacto del contenido y mejoren la interacción con los clientes (Buitrago-Rodríguez, 2023).

Tabla 2. *Comportamiento de los clientes de Metálicas GL uso de redes sociales*

Aspecto analizado	Observación
Presencia digital de Metálicas GL	• Redes activas. TikTok e Instagram son las plataformas más usadas por la empresa. • Frecuencia de publicaciones: irregular. Algunas semanas tienen múltiples publicaciones, mientras que en otras no hay actividad. • Contenido ofrecido: fotografías de productos terminados (rejas, portones, estructuras metálicas), contacto por WhatsApp y ocasionalmente precios o promociones.
Comportamiento de los clientes en redes	• Interacción predominante: reacciones (me gusta), comentarios de interés (“¿cuánto vale?”, “¿dónde están ubicados?”), y mensajes por Messenger o WhatsApp. • Búsqueda visual: los clientes prefieren ver productos terminados. Se fijan más en fotografías de obras realizadas que en textos largos. • Toma de decisiones: basada en la confianza visual, testimonios de otros clientes y tiempo de respuesta a las preguntas. • Mayor actividad en horas de la noche (7:00 p. m. a 10:00 p. m.) y los fines de semana. • Tipo de cliente: predominan usuarios residenciales y pequeños contratistas. Muchos acceden a las redes desde dispositivos móviles.

Los resultados respecto a la identificación de las redes sociales más preferidas por los clientes actuales y potenciales de Metálicas GL muestran que, según la tabla 3 de frecuencias, Instagram es una de las plataformas con mayor uso entre los encuestados, con un 73.50 % de preferencia, mientras que TikTok alcanza un 26.50 %. Esto sugiere que ambas redes tienen un nivel relevante de penetración en el público objetivo de la empresa: Instagram se consolida como la plataforma más efectiva para fines comerciales y TikTok aparece como una red en crecimiento, especialmente entre los usuarios más jóvenes (Eslava-Zapata, Chacón-Guerrero, Mogrovejo-Andrade y Valero-Valencia, 2024).

Tabla 3. Redes sociales utilizadas por clientes actuales y potenciales de Metálicas GL

Red social	f	%
TikTok	8	26.50
Instagram	22	73.50
Total	30	100.00

La tabla 4 recoge los resultados del análisis FODA de la empresa Metálicas GL enfocado en el uso de Instagram y TikTok. Del análisis se desprende que Instagram es percibida como una plataforma sólida para la exhibición visual de productos, mientras que TikTok representa una oportunidad estratégica debido a su alcance entre audiencias jóvenes y su capacidad de viralización (Valladolid-Benavides *et al.*, 2023).

Tabla 4. FODA de Metálicas GL

Dimensión	Instagram	TikTok
Fortalezas	F1. Reconocimiento visual de productos. F2. Reconocimiento local de marca en productos metálicos personalizados.	F1. Atractivo para jóvenes F2. Permite interacción de la empresa con usuarios adultos.
Oportunidades	O1. Tendencia de crecimiento en uso comercial. O2. Facilidad de uso para ventas	O1. Bajo costo de campañas virales. O2. La integración de herramientas de IA en redes sociales permite automatizar atención al cliente y segmentar mejor.
Debilidades	D1. Poca interacción de la empresa con usuarios. D2. No se responde mensajes ni comentarios oportunamente.	D1. Contenido no adaptado a la plataforma. D2. Contenidos no adaptados a la dinámica de TikTok (falta de creatividad y constancia).

Amenazas	A1. Alta competencia de marcas similares en esta red. A2. Saturación de contenido en ambas plataformas dificulta destacar sin inversión constante.	A1. Saturación de contenido de entretenimiento. A2. Dificultad para destacar contenidos sin inversión constante.
----------	---	---

En cuanto al análisis cruzado de las estrategias FO, DO, FA y DA, se identificó lo siguiente:

FO (Fortalezas + Oportunidades)

- Aprovechar la base de seguidores de Instagram para lanzar campañas potenciadas con IA que incrementen la visibilidad en TikTok.
- Reforzar el posicionamiento local mediante *reels* que integren diseño 3D e IA para mostrar productos innovadores.

DO (Debilidades + Oportunidades)

- Mejorar la producción de contenido para TikTok con herramientas de IA que faciliten la creación visual y la edición.
- Automatizar la atención al cliente mediante *chatbots* en ambas plataformas.

FA (Fortalezas + Amenazas)

- Utilizar la reputación local y el contenido visual como mecanismo de defensa ante la saturación digital.
- Fortalecer la relación cercana con los clientes locales para promover la fidelización digital frente a nuevas marcas competidoras.

DA (Debilidades + Amenazas)

- Capacitar al equipo interno en la creación de contenido ajustado a las tendencias actuales de TikTok para competir con marcas más consolidadas.
- Invertir en campañas promocionales dirigidas por IA para aumentar la visibilidad frente a la competencia.

La matriz DOFA construida para Metálicas GL reveló un panorama claro sobre su posicionamiento digital en Instagram y TikTok. Fortalezas como el contenido visual atractivo y la disposición hacia la innovación constituyen una base sólida para

impulsar campañas creativas. Asimismo, las oportunidades —como el creciente uso de redes sociales y la disponibilidad de herramientas de IA— abren un abanico de posibilidades para optimizar el alcance y la interacción con los públicos objetivo.

No obstante, las debilidades identificadas, entre ellas la falta de un equipo especializado en *marketing* digital y la ausencia de una estrategia definida, limitan el potencial de la marca en estos entornos. A su vez, amenazas como la alta competencia en el mercado digital y los constantes cambios en los algoritmos de las plataformas exigen procesos de adaptación rápidos y permanentes. En conjunto, este análisis estratégico ofrece una base coherente para diseñar un plan de *marketing* digital inteligente y sostenible, que aproveche las fortalezas y oportunidades mientras mitiga los riesgos y supera las debilidades detectadas.

Estrategias de *marketing* digital implementadas por Metálicas GL en Instagram y TikTok con integración de IA

En la tabla 5 se presentan las estrategias de *marketing* digital proyectadas por Metálicas GL en Instagram y TikTok con integración de IA. En este apartado se analizaron las respuestas que indicaban si los encuestados habían observado estrategias digitales con elementos de automatización, IA o personalización en dichas plataformas (Guatemala-Mariano y Martínez-Prats, 2023).

En cuanto a los contenidos digitales, el 66.70 % de los usuarios que utilizan Instagram manifestó un alto interés en publicaciones relacionadas con proyectos realizados, comparaciones del tipo “antes y después” e instrucciones o recomendaciones de mantenimiento. En el caso de TikTok, el 33.30 % de los usuarios valoró positivamente los videos cortos demostrativos y los tutoriales breves. Estos resultados indican que ambas plataformas son adecuadas para impulsar contenido visual capaz de conectar con la audiencia (Chaput y Black, 2025).

Tabla 5. Interés por red social (Instagram y Tiktok)

Red Social	f	%
Instagram	20	66.70
TikTok	10	33.30
Total	30	100.00

Los resultados permiten proponer algunas estrategias de *marketing* digital para Metálicas GL, a fin de que utilice Instagram y TikTok con apoyo de herramientas de IA (tabla 6).

Tabla 6. *Estrategias de marketing digital para Metálica GL basadas en la IA*

Estrategia	Recomendaciones
1) Segmentación y definición del público objetivo	• Usar herramientas de IA como Meta AI o ChatGPT para empresas para identificar patrones de comportamiento de clientes actuales. • Definir tres perfiles de cliente: - Jóvenes emprendedores interesados en estructuras metálicas personalizadas. - Empresas locales que buscan estructuras metálicas para negocios. - Constructores o contratistas que compran por volumen.
2) Creación y automatización de contenidos visuales (fortalezas vinculadas: F1, F2 Oportunidades: O2)	• Crear un calendario de contenido visual para ambas plataformas con ayuda de IA (Ej.: Canva + Magic Design). • Usar herramientas como Pictory AI, Lumen5 o InVideo para transformar fotos de productos en videos dinámicos para TikTok e Instagram Reels. • Crear series de contenido tipo “antes y después” o “proceso de fabricación” que conecten con la audiencia joven.
3) Automatización de atención y seguimiento al cliente (debilidad detectada: D1)	• Implementar un chatbot con IA en Instagram (por ejemplo, ManyChat o MobileMonkey) para responder preguntas frecuentes, cotizaciones y agendar visitas. • Sincronizar este chatbot con WhatsApp Business para cerrar ventas rápidas.

4) Publicidad dirigida con IA (ads en Meta y TikTok) Amenazas: A1, A2	• Crear campañas de publicidad segmentadas por ubicación, edad y preferencias utilizando Meta Ads + IA para predicción de comportamiento. • En TikTok, usar TikTok Promote con IA para impulsar contenido que haya tenido buen desempeño orgánico y dirigirlo a segmentos definidos. • Invertir en campañas tipo retargeting para usuarios que ya han interactuado.
5) Colaboraciones con microinfluencers locales Fortalezas y oportunidades: F2, O1	• Identificar creadores de contenido en Cúcuta o Norte de Santander con más de 5 000 seguidores en construcción, decoración o diseño. • Establecer colaboraciones para mostrar productos metálicos en sus contenidos. • Usar IA (como Heepsy o Upfluence) para identificar influencers adecuados
6) Indicadores de seguimiento (KPI)	• Seguidores nuevos mensuales por red social. • Alcance por publicación. • Reproducciones en TikTok e Instagram Reels. • Consultas automatizadas resueltas (chatbot). • Ventas referidas desde redes sociales.

Los hallazgos de esta investigación evidencian una tendencia creciente hacia la adopción parcial del *marketing* digital como herramienta para el posicionamiento de marca en microempresas ferreteras de Cúcuta. Sin embargo, dicha adopción se encuentra limitada por deficiencias en su implementación estratégica. En particular, se observó que el 55.00 % de los encuestados percibe un impacto medio del *marketing* digital en el posicionamiento de su negocio, mientras que solo el 35.00 % reconoce un alto impacto. Este resultado sugiere que, aunque existe conciencia sobre la relevancia de las estrategias digitales, aún no se alcanzan niveles óptimos de aplicación que permitan fortalecer la competitividad en el mercado. Cabe destacar que el posicionamiento de marca requiere ocupar un lugar claro, distintivo y deseable en la mente del consumidor, lo cual demanda una planificación coherente y sostenida en los canales digitales (Liasidou y Pipyros, 2025).

En relación con el uso de herramientas digitales, el 60.00 % de las microempresas encuestadas utiliza redes sociales —principalmente Instagram— como sus canales principales de comunicación. No obstante, solo el 28.00 % lleva a cabo una planificación de contenido de forma semanal o mensual, lo que limita el alcance y la eficacia de estas plataformas. Una estrategia de *marketing* digital efectiva debe apoyarse en la creación continua de contenido relevante y en la interacción constante con el público objetivo (Raju, 2025).

Otro hallazgo relevante es la carencia de formación especializada en *marketing* digital: el 52.00 % de los propietarios o encargados indicó no contar con capacitación en esta área, lo que deriva en campañas improvisadas y de bajo impacto. La transformación digital empresarial no depende únicamente de herramientas tecnológicas, sino también de competencias digitales que permitan su aprovechamiento estratégico (Arslan *et al.*, 2025).

Asimismo, se evidenció un bajo uso de campañas pagadas y promociones digitales, empleadas solo por el 24.00 % de los encuestados. Esta situación refleja una postura conservadora frente a la inversión en medios digitales, posiblemente motivada por restricciones presupuestarias. Sin embargo, las microempresas que sí han incursionado en publicidad digital reportan un mayor reconocimiento de marca y un incremento significativo de seguidores. Las campañas pagadas en redes sociales contribuyen de manera importante a la visibilidad y al posicionamiento de marcas emergentes (González-Arias y López-García, 2024).

Aunque la mayoría de los participantes reconoce la importancia de proyectar una imagen corporativa profesional, solo el 33.00 % dispone de un manual de marca o cuenta con apoyo en diseño gráfico. La identidad visual y la coherencia en la comunicación de marca constituyen pilares esenciales para un posicionamiento sólido y duradero (Abarna y Punitha, 2025).

En conjunto, los hallazgos permiten concluir que, si bien las microempresas ferreteras de Cúcuta han comenzado a incursionar en el *marketing* digital, aún enfrentan debilidades estructurales que dificultan su aprovechamiento pleno. Por tanto, es fundamental fortalecer los procesos de planificación, formación e inversión digital con el fin de mejorar el posicionamiento de marca, aumentar la competitividad y asegurar la sostenibilidad en el mercado local (Kayan *et al.*, 2025).

Conclusiones

Las estrategias de *marketing* digital actuales de la empresa presentan oportunidades claras de mejora, en especial en el uso de contenido audiovisual dinámico y en la automatización de la atención al cliente. Sin embargo, este reconocimiento no se traduce en una aplicación estratégica y sistemática, lo que limita su eficacia. Aunque el 55.00 % de los encuestados percibe un impacto medio y el 35.00 % un impacto alto, la falta de una planificación estructurada impide alcanzar niveles competitivos sólidos.

La IA se consolida como una herramienta clave para mejorar la eficiencia, la segmentación, la personalización de mensajes y la automatización de servicios. Herramientas como *chatbots*, editores de video inteligentes y sistemas de análisis de datos permiten escalar la presencia de Metálicas GL en redes sociales y captar nuevos clientes.

El análisis DOFA evidenció fortalezas relevantes, como la calidad de los productos y el reconocimiento local de la empresa, pero también debilidades relacionadas con la gestión de redes sociales y la falta de conocimiento técnico en herramientas digitales. La valoración de una empresa y su posicionamiento en el mercado son factores determinantes para la toma de decisiones internas. En este sentido, la mayoría de los negocios encuestados (60.00 %) utiliza redes sociales como Instagram, lo que evidencia una inclinación hacia canales digitales más accesibles. No obstante, solo el 28.00 % desarrolla una planificación semanal o mensual de contenidos, lo cual limita el alcance, la fidelización del cliente y un posicionamiento sostenido de la marca.

Referencias

- Abarna, S. y Punitha, S. (2025). An integrated artificial intelligence model for understanding user intent: Leveraging internet text data mining and intelligence influence analysis from online reviews and social media. *SN Computer Science*, 6, 456. <https://doi.org/10.1007/s42979-025-03956-9>
- Al-Muala, A. M., Alzyadat, A. Y., Al-Ababneh, H. A., Ananzeh, H., Al-Kurdi, B., Ibragimkhalilova, T. y Barhoush, F. M. S. (2025). Electronic marketing in a pandemic with respect to the impact of technology and business adaptation. *International Review of Management and Marketing*, 15(3), 333–342. <https://doi.org/10.32479/irmm.19194>

- Alshaketheep, K., Al-Ahmed, H. y Mansour, A. (2025). Beyond purchase patterns: Harnessing predictive analytics to anticipate unarticulated consumer needs. *Acta Psychologica*, 257, 105089. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105089>
- Albert-García y Hernández-Prados. (2018). *Uso de las redes sociales. Cuestionario para adolescentes*. Digitum Biblioteca Universitaria – Repositorio Institucional de la Universidad de Murcia. Universidad de Murcia. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/57088>
- Alizadeh, H. y Nazarpour-Kashani, H. (2025). The impact of perceived experience with ChatGPT on online consumers' information searching behavior: An empirical study of Iranian college students. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 37(4), 1007–1028. <https://doi.org/10.1108/APJML-02-2024-0140>
- Amin, A. (2025). Artificial intelligence in social media: A catalyst for impulse buying behavior? *Young Consumers: Insight and Ideas for Responsible Marketers*. <https://doi.org/10.1108/YC-10-2024-2297>
- Arguello-Castellano, D.L. (2024). *Estudio de viabilidad a la entrada del mercado digital para la Ferretería Ferrecash* [trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/54053>
- Arslan, N., Esin, K. y Ayyıldız, F. (2025). A validity and reliability study of the artificial intelligence attitude scale (AIAS-4) and its relationship with social media addiction and eating behaviors in Turkish adults. *BMC Public Health*, 25, 1244. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-22507-8>
- Buitrago-Rodríguez, M. (2023). El comercio electrónico y la inteligencia artificial. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 8(16), 1–13. <https://doi.org/10.18041/2539-3669/gestionlibre.16.2023.10490>
- Çalışkan, G., Yayla, İ. y Pamukçu, H. (2025). The use of augmented reality technologies in tourism businesses from the perspective of UTAUT2. *European Journal of Innovation Management*, 28(4), 1498–1526. <https://doi.org/10.1108/EJIM-04-2023-0271>
- Chaffey, D. (2021). *Marketing digital: estrategia, implementación y práctica* (7.^a ed.). Pearson Educación.
- Chaffey, D. y Ellis-Chadwick, F. (2022). *Marketing digital: estrategia, implementación y práctica* (8.^a ed.). Pearson Educación.
- Chaput, T. y Black, J. (2025). Artificial intelligence regarding art students' visual online social media usage. En J. C. Castro y J. Black (eds.), *Navigating the Online Networks of Young Creators* (pp. 157-180). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-031-83541-4_9
- Chassang, G., Béranger, J. y Rial-Sebbag, E. (2025). The emergence of AI in public health is calling for operational ethics to foster responsible uses. *International*

- Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(4), 568. <https://doi.org/10.3390/ijerph22040568>
- Chumaceiro-Hernández, A., Puello, A. y Hernández, J. J. (2024). Marketing and social networks: External strategic analysis of a company providing digital advertising services. *Procedia Computer Science*, 241, 360–364. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.08.048>
- Congreso de Colombia. (1994, junio 24). Ley 140 de 1994: por la cual se reglamenta la Publicidad Exterior Visual en el Territorio Nacional. DO: 41 406. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0140_1994.html
- Congreso de Colombia. (1999, agosto 18). Ley 527 de 1999: por medio de la cual se define y reglamenta el acceso y uso de los mensajes de datos, del comercio electrónico y de las firmas digitales, y se establecen las entidades de certificación y se dictan otras disposiciones. DO: 43 673. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0527_1999.html
- Congreso de Colombia. (2000, diciembre 29). Ley 633 de 2000: por la cual se expiden normas en materia tributaria, se dictan disposiciones sobre el tratamiento a los fondos obligatorios para la vivienda de interés social y se introducen normas para fortalecer las finanzas de la Rama Judicial. DO: 44 275. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6285>
- Congreso de Colombia. (2008, diciembre 31). Ley 1266 de 2008: por la cual se dictan las disposiciones generales del hábeas data y se regula el manejo de la información contenida en bases de datos personales, en especial la financiera, crediticia, comercial, de servicios y la proveniente de terceros países y se dictan otras disposiciones. DO: 47 219. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=34488>
- Congreso de Colombia. (2012, octubre 17). Ley 1581 de 2012: por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. DO: 48 587. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>
- Cruz-Contreras, C. R., Pérez-Berbesi, F. A. y Contreras-Cáceres, M. E. (2019). Análisis de la gestión de inventarios en la empresa ferretería La Casita SAS, en Cúcuta. *Reflexiones Contables*, 2(2), 54–63. <https://doi.org/10.22463/26655543.2989>
- Das, P. y Das, S. (2025). AI-enhanced retail experiences and its impact on customer repeat purchase intention. *Contemporary Business Practices and Sustainable Strategic Growth*, 1, 129-150. <https://doi.org/10.2174/9789815322071125010010>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2023a). *Principales resultados del IPC de febrero 2023*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc/ipc-historico>

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2023b). *Principales resultados. Mercado laboral. Diciembre 2023, octubre – diciembre 2023, enero – diciembre 2023* [presentación de diapositivas]. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/GEIH/pres-GEIH-dic2023.pdf>
- Díaz-Lema, F. J. (2024). *Importancia del marketing digital en las pequeñas y medianas empresas de Cúcuta* [trabajo de grado, Universidad de Santander]. Repositorio Digital. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/10716>
- Díaz, Y. y Ramírez, J. (2022). *Marketing digital: estrategias para el posicionamiento de marca* [trabajo de grado, Universidad Libre]. Repositorio Institucional. <https://repository.unilivre.edu.co/handle/10901/23938>
- Driessen, C., Chung, A., Martino, F., Cameron, A. J., Bhatti, A., Huse, O. y Backholer, K. (2025). Contemporary digital marketing techniques used in unhealthy food campaigns targeting young people. *Appetite*, 211, 107 989. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2025.107989>
- Enshassi, M., Nathan, R. J., Soekmawati e Ismail, H. (2025). Unveiling barriers and drivers of AI adoption for digital marketing in Malaysian SMEs. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11(2), 100 519. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100519>
- Eslava-Zapata, R., Sánchez-Castillo, V. y Chacón-Guerrero, E. (2024). Experiencia del consumidor: análisis de la tendencia de la investigación. *Bibliotecas, Anales de Investigación*, 20(2), 1–13. <https://revistasbnjm.sld.cu/index.php/BAI/article/view/817>
- Eslava-Zapata, R. A., Chacón-Guerrero, E. J., Mogrovejo-Andrade, J. M. y Valero-Valencia, A. (2024). Calidad del servicio: un estudio en hoteles con el modelo SERVQUAL. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.15649/2346030X.3286>
- Fakhraddine, M., Zerrad, N., Berhili, H. y Morchid, M. (2025). Digital transformation in Moroccan agriculture: Applications, used technologies, impacts on marketing, limitations, and orientations for future research. *Smart Agricultural Technology*, 11, 100 978. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100978>
- Feng, W., Li, Y., Ma, C. y Yu, L. (2025). From ChatGPT to Sora: Analyzing public opinions and attitudes on generative artificial intelligence in social media. *IEEE Access*, 13, 14 485–14 498. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3530683>
- Figueroa-Andrade, J. (2014). *Plan de mercadeo estratégico para guantes industriales El Cerrito 2015–2019* [trabajo de grado, Universidad del Valle]. Biblioteca Digital. <https://hdl.handle.net/10893/16153>
- Flórez-Castellanos, W. D., Guapacha-Rodríguez, J. A. y Rolón-Rodríguez, B. M. (2020). La evolución del marketing para el crecimiento de las empresas. *Revista Investigación y Gestión*, 3(1), 16–22. <https://doi.org/10.22463/26651408.4282>

- González-Arias, C. A. y López-García, X. (2024). El tecnopesimismo en la prensa escrita española en el debate público sobre el impacto social de la inteligencia artificial. *Austral Comunicación*, 14(1), e01 403. <https://doi.org/10.26422/aucom.2025.1401.gon>
- Guatemala-Mariano, A. y Martínez-Prats, G. (2023). Capacidades tecnológicas en empresas sociales emergentes: Una ruta de impacto social. *Región Científica*, 2(2), 2 023 III. <https://doi.org/10.58763/rc2023III>
- Gündüzyeli, B. (2025). The role of social media and artificial intelligence (AI) in enhancing digital marketing resilience during crises. *Sustainability*, 17(7), 3134. <https://doi.org/10.3390/sui7073134>
- Gómez-Cano, C. A., Sánchez-Castillo, V. y Eslava-Zapata, R. (2024). Bibliometric analysis of the main applications of digital technologies to business management. *Data and Metadata*, 3. <https://doi.org/10.56294/dm2024321>
- Grewal, D., Guha, A., Beccacece-Satornino, C. y Becker, M. (2025). The future of marketing and marketing education. *Journal of Marketing Education*, 47(1), 61–77. <https://doi.org/10.1177/02734753241269838>
- Huang, D., Fung-So, K. K., Huang, J. y Huang, S. (2025). Exploring the attractiveness of digital human influencers in destination marketing: The allure of two-path meaning transfer. *Tourism Management*, 110, 105 166. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2025.105166>
- Karageyim, M. A. y Durmusoglu, S. S. (2025). Relationship marketing challenges in the Turkish banking industry: An exploratory study. *International Journal of Bank Marketing for the Financial Services Sector*, 43(5), 1022–1046. <https://doi.org/10.1108/IJBM-04-2024-0214>
- Kayan, F., Bilişli, Y., Kayakuş, M., Açıkgöz, F. Y., Başdeğirmen, A. y Güler, M. (2025). Analysing sustainability and green energy with artificial intelligence: A Turkish English social media perspective. *Sustainability*, 17(5), 1882. <https://doi.org/10.3390/sui7051882>
- Kotler, P. y Armstrong, G. (2020). Posicionamiento. En *Fundamentos de marketing* (11.^a ed., p. 50). Pearson.
- Kumar, V., Rajan, B., Venkatesan, R. y Lecinski, J. (2019). Understanding the role of artificial intelligence in personalized engagement marketing. *California Management Review*, 61(4), 135–155. <https://doi.org/10.1177/0008125619859317>
- Kumar, S., Sharma, C., Mishra, M. K., Sharma, S. y Bhardwaj, V. (2025). Smart, sustainable, and green: The digital transformation of green marketing. *Discover Sustainability*, 6, 388. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01242-5>
- Kray, R. (2025). Empowering students through academic resources: Strategies for marketing library tools in a rapidly changing educational landscape. *College &*

- Research Libraries News*, 86(4), 162–164. <https://crln.acrl.org/index.php/crlnews/article/view/26731>
- Liasidou, S. y Pipyros, K. (2025). Introduction to the thematic issue: Transformative relationships between tourism and technology. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 17(1), 6–10. <https://doi.org/10.1108/WHATT-12-2024-0313>
- Mansfield, C. L., Ghai, S., Hakman, T., Ballou, N., Vuorre, M. y Przybylski, A. K. (2025). From social media to artificial intelligence: Improving research on digital harms in youth. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 9(3), 194–204. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(24\)00332-8](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(24)00332-8)
- Melese, E. y Kumar, A. (2025). Leveraging artificial intelligent (AI) for human-mimic tech in Marketing 5.0. En A. Kumar, M. D. Ciddikie, A. K. Kashyap y H. W. Akram (eds.), *Marketing 5.0* (pp. 57–71). Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/978-1-83797-815-120251005>
- Mora-Berniglia, F. J. y Perleche-Peche, K. J. (2018). *Plan de marketing estratégico y posicionamiento de king kong “Dulzura Norteña” en la región Lambayeque* [trabajo de grado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/4844>
- Mukhopadhyay, M. (2025). Golden brush and evolving canvas—Navigating the digital art and non-fungible tokens. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, 15(1), 123–132. <https://doi.org/10.1177/20438869231215085>
- Omeish, F., Shaheen, A., Alharthi, S. y Alfaiza, A. (2025). Between human and AI influencers: Parasocial relationships, credibility, and social capital formation in a collectivist market: A study of TikTok users in the Middle East. *Discover Sustainability*, 6, 116. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-00891-w>
- Pérez-Arias, Y. A. y Castañeda-Ascanta, A. D. (2023). *Diseño de plan de marketing digital para la empresa de Café San Miguel del municipio de Arboledas, Norte de Santander* [trabajo de grado, Universidad Libre Seccional Cúcuta]. Repositorio Institucional. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/24927>
- Rathee, R. y Monika. (2025). From businesses-centric to consumers-centric: A shift of power in AI-driven social media. En A. Kumar, M. D. Ciddikie, A. K. Kashyap y H. W. Akram (eds.), *Marketing 5.0* (pp. 89–102). Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/978-1-83797-815-120251007>
- Raju, V., Ramachandran, K. K., Chenxi, W., Mangairkarasi, V. y Konecna, Z. (2025). AI in data-driven marketing: Decoding consumer choices and behaviours. En B. Balusamy, V. Grover, M. K. Nallakaruppan, V. A. Rajasekaran y M. Milanova (eds.), *Data Engineering for Data-driven Marketing* (pp. 33–45). Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/978-1-83662-326-720251005>

- Rodríguez, I., Rubio, J. y Budiño, G. (2024). Proceso de transformación digital en las empresas uruguayas. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 9(18), 1–9. <https://doi.org/10.18041/2539-3669/gestionlibre.18.2024.12106>
- Rojas, N. (2023). Metodología de la investigación para anteproyectos. *Educación Superior*, 34, 206. <https://revistavipi.uapa.edu.do/index.php/edusup/article/view/322>
- Sahebi, S. y Formosa, P. (2025). The AI-mediated communication dilemma: Epistemic trust, social media and the challenge of generative artificial intelligence. *Synthese*, 205, 128. <https://doi.org/10.1007/s11229-025-04963-2>
- Shrivastava, A. y More, A. B. (2025). Marketing 5.0: Artificial intelligence and human mimicking approach. En A. Kumar, M. D. Ciddikie, A. K. Kashyap y H. W. Akram (eds.), *Marketing 5.0* (pp. 1–12). Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/978-1-83797-815-120251001>
- Stancu, A. y Panait, M. (2025). Marketing strategy metamorphosis under the impact of artificial intelligence services. *Systems*, 13(4), 227. <https://doi.org/10.3390/systems13040227>
- Tam, F. Y. y Lung, J. (2025). Digital marketing strategies for luxury fashion brands: A systematic literature review. *International Journal of Information Management Data Insights*, 5(1), 100 309. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2024.100309>
- Teepapal, T. (2025). AI-driven personalization: Unravelling consumer perceptions in social media engagement. *Computers in Human Behavior*, 165, 108 549. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108549>
- Uribe, C. I. y Sabogal-Neira, D. F. (2021). Marketing digital en micro y pequeñas empresas de publicidad de Bogotá. *Revista Universidad y Empresa*, 23(40). <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.8730>
- Valladolid-Benavides, A. M., Neyra-Cornejo, F. I., Hernández-Hernández, O., Callupe-Cueva, P. C. y Akintui-Antich, J. P. (2023). Adicción a redes sociales en estudiantes de una universidad nacional de Junín (Perú). *Región Científica*, 2(1), 202 353. <https://doi.org/10.58763/rc202353>
- Yadav, U. S. y Rena, R. (2025). Impact of entrepreneurial leadership, talent management, social media, artificial intelligence and digital technology on business performance in handicraft industry: An analysis of innovation as moderating construct. *FIIB Business Review*. <https://doi.org/10.1177/23197145241305678>

Visítanos en:



Corporación Unificada Nacional
de Educación Superior

VIGILADA MINEDUCACIÓN

www.cun.edu.co

