

ORIGINAL

## AI: Challenges for contemporary digital education

### IA: retos para una educación digital contemporánea

Carlos Alberto Gómez Cano<sup>1</sup>  

<sup>1</sup>Corporación Unificada Nacional de Educación Superior - CUN, Florencia. Colombia.

Citar como: Gómez Cano CA. AI: Challenges for contemporary digital education. EthAlca. 2025; 4:155. <https://doi.org/10.56294/ai2025155>

Enviado: 10-06-2024

Revisado: 02-11-2024

Aceptado: 05-04-2025

Publicado: 06-04-2025

Editor: PhD. Rubén González Vallejo 

Autor para la correspondencia: Carlos Alberto Gómez Cano 

#### ABSTRACT

**Introduction:** this study analyzes the challenges of artificial intelligence (AI) in digital education between 2019 and 2022, using a bibliometric approach. The research arose from the need to systematize existing knowledge and guide future lines of work in this emerging field.

**Method:** a search was conducted in Scopus, Web of Science, Google Scholar, and ERIC, using terms such as “AI,” “digital education,” and “challenges.” The data was filtered by year, language, and document type, and processed with tools such as VOSviewer and Bibliometrix to analyze productivity, collaborations, and thematic trends.

**Results:** key authors and institutions, collaborative networks, and recurring themes, such as ethics, adaptive learning, and teacher training, were identified. Scientific production showed steady growth, with a predominance of publications in English.

**Conclusions:** the study highlights the main challenges of AI in digital education and highlights the need to investigate its ethical and pedagogical impact. The methodology employed provides a basis for future reviews.

**Keywords:** Adaptive Learning; Ethics; Digital Education; Artificial Intelligence; Bibliometric Review.

#### RESUMEN

**Introducción:** este estudio analiza los retos de la inteligencia artificial (IA) en la educación digital entre 2019 y 2022, mediante un enfoque bibliométrico. La investigación surge de la necesidad de sistematizar el conocimiento existente y orientar futuras líneas de trabajo en este campo emergente.

**Método:** se realizó una búsqueda en Scopus, Web of Science, Google Scholar y ERIC, se utilizaron términos como «AI», «educación digital» y «retos». Los datos se filtraron por año, idioma y tipo de documento, y se procesaron con herramientas como VOSviewer y Bibliometrix para analizar productividad, colaboraciones y tendencias temáticas.

**Resultados:** se identificaron autores e instituciones clave, redes de colaboración y temas recurrentes, como ética, aprendizaje adaptativo y formación docente. La producción científica mostró un crecimiento constante, con predominio de publicaciones en inglés.

**Conclusiones:** el estudio evidencia los principales desafíos de la IA en educación digital y destaca la necesidad de investigar su impacto ético y pedagógico. La metodología empleada ofrece una base para futuras revisiones.

**Palabras clave:** Aprendizaje Adaptativo; Ética; Educación Digital; Inteligencia Artificial; Revisión Bibliométrica.

## INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) se integra cada vez más en el ámbito educativo y ha transformado los procesos de enseñanza y aprendizaje.<sup>(1)</sup> Su aplicación en la educación digital genera oportunidades innovadoras, también plantea desafíos que requieren atención. Entre estos retos se encuentran aspectos éticos, técnicos y pedagógicos que influyen en su implementación efectiva.<sup>(2)</sup>

Este estudio busca analizar la producción científica sobre IA en educación digital entre 2019 y 2022, con el fin de identificar tendencias, obstáculos y áreas prioritarias de investigación. La bibliometría permite examinar de manera sistemática el conocimiento acumulado, ofrece una visión clara de los avances y las brechas existentes.<sup>(3)</sup>

La investigación se enfoca en tres ejes principales: la evolución temporal de las publicaciones, los actores más relevantes y los temas recurrentes en la literatura. Los resultados aportan una base sólida para futuros estudios y orientan a educadores, investigadores y responsables de políticas educativas sobre los retos que deben abordarse para una adopción responsable de la IA en la educación.<sup>(4)</sup>

La inteligencia artificial (IA) ha irrumpido en el ámbito educativo como una fuerza transformadora, reconfigura los paradigmas tradicionales de enseñanza y aprendizaje. Su capacidad para personalizar contenidos, automatizar procesos evaluativos y crear entornos interactivos redefine lo que entendemos por educación digital.<sup>(5)</sup> Esta revolución tecnológica no está exenta de complejidades, pues plantea interrogantes fundamentales sobre equidad, privacidad de datos y el propio rol del docente en este nuevo ecosistema educativo.

El periodo 2019-2022 marcó un punto de inflexión en esta temática, coincide con avances tecnológicos acelerados y con la experiencia global de educación remota durante la pandemia. Este contexto único permitió observar de manera empírica tanto las potencialidades como las limitaciones de la IA aplicada a entornos educativos.<sup>(6)</sup> Instituciones académicas y gobiernos comenzaron a desarrollar marcos normativos para regular su uso, mientras que investigadores exploraban sus efectos en diferentes poblaciones estudiantiles.

### Profundización del análisis

Al examinar la literatura producida en este periodo, se identifican tres dimensiones críticas que merecen especial atención. La primera corresponde a los desafíos técnicos, donde sobresalen problemas como la interoperabilidad entre plataformas, la calidad de los algoritmos y la necesidad de infraestructura adecuada.<sup>(7)</sup>

La segunda dimensión abarca los aspectos pedagógicos, particularmente cómo integrar estas herramientas sin perder de vista los objetivos educativos fundamentales. La tercera dimensión -y quizás la más urgente- involucra consideraciones éticas sobre sesgos algorítmicos, protección de datos estudiantiles y transparencia en los procesos de toma de decisiones automatizados.<sup>(8)</sup>

Estas preocupaciones adquieren mayor relevancia si se consideran las desigualdades estructurales en el acceso a la tecnología. Mientras instituciones educativas en contextos privilegiados experimentan con sistemas avanzados de tutoría inteligente, muchas regiones enfrentan dificultades básicas de conectividad. Esta brecha digital plantea interrogantes sobre cómo garantizar que los beneficios de la IA en educación no profundicen las desigualdades existentes, sino que contribuyan a reducirlas.<sup>(9)</sup>

### Relevancia y proyección

El análisis bibliométrico propuesto adquiere especial valor al ofrecer una cartografía detallada de cómo la comunidad académica ha abordado estos desafíos.<sup>(10)</sup> Al sistematizar la producción científica, se identifican las tendencias predominantes y áreas desatendidas que requieren mayor investigación. Por ejemplo, se observa un creciente interés en el diseño de sistemas de IA explicables (XAI) para entornos educativos, pero aún escasa exploración sobre su impacto en el desarrollo socioemocional de los estudiantes.

Esta investigación pretende servir como base para futuros desarrollos teóricos y aplicados en el campo. Al comprender los patrones de publicación, colaboración y enfoques temáticos, se pueden establecer agendas de investigación más coherentes y políticas educativas mejor fundamentadas.<sup>(11)</sup> El objetivo último trasciende lo académico: se trata de asegurar que la integración de tecnologías inteligentes en educación se realice de manera responsable, inclusiva y centrada en el desarrollo humano integral.<sup>(12)</sup>

La metodología bibliométrica empleada permite superar análisis fragmentados, ofrece en cambio una visión panorámica que conecta desarrollos tecnológicos con preocupaciones pedagógicas y sociales.<sup>(13)</sup> En un contexto donde las soluciones de IA educativa proliferan rápidamente, este estudio proporciona el necesario contrapeso crítico para distinguir innovaciones significativas de meras modas tecnológicas.<sup>(14)</sup> Los hallazgos serán particularmente relevantes para diseñadores de políticas, desarrolladores de tecnología educativa y comunidades académicas comprometidas con una educación del siglo XXI que combine excelencia técnica con equidad social.<sup>(15)</sup>

## MÉTODO

Este estudio sigue un enfoque bibliométrico, una metodología cuantitativa que permite analizar la producción

científica mediante indicadores estadísticos y herramientas de visualización de datos. El objetivo es examinar las tendencias de investigación sobre inteligencia artificial (IA), educación digital y sus retos entre 2019 y 2022, identificar autores clave, redes de colaboración y temas emergentes en este campo.

La estrategia de búsqueda se aplicó en bases de datos académicas como Scopus, Web of Science (WoS), Google Scholar y ERIC, seleccionadas por su relevancia en ciencias de la educación y tecnología. La cadena de búsqueda incluyó términos como “AI” OR “Artificial Intelligence”, combinados con “Digital Education” OR “Educación Digital” y “Challenges” OR “Retos”, según por los años (2019-2022), idioma (inglés y español) y tipo de documento (artículos científicos, revisiones y conferencias indexadas).

Una vez obtenidos los resultados, se procedió a un procesamiento y limpieza de datos, se eliminaron duplicados con herramientas como EndNote o Zotero y descartaron publicaciones no relevantes. Los datos se exportaron en formatos compatibles para su análisis en software especializado.

El análisis bibliométrico se centró en indicadores cuantitativos (producción anual, autores e instituciones más productivas, revistas con mayor impacto) y cualitativos (redes de colaboración y tendencias temáticas). Se utilizó VOSviewer para mapear coautorías y cocitaciones, mientras que Bibliometrix (en R) permitió realizar análisis estadísticos avanzados. Además, se generaron mapas de palabras clave para identificar conceptos recurrentes, como “machine learning”, “ética en IA” o “aprendizaje adaptativo”.

Entre las limitaciones del estudio, se reconoce un posible sesgo debido a la predominancia de publicaciones en inglés y la cobertura limitada de algunas bases de datos. La metodología aplicada ofrece una visión sistemática del estado del arte, útil para detectar vacíos de investigación y orientar futuros estudios.

## RESULTADOS

### Producción científica y evolución temporal

El análisis reveló un crecimiento exponencial en la producción académica sobre IA en educación digital durante el periodo estudiado. En 2019 se registraron 78 publicaciones indexadas, cifra que se triplicó para 2022 con 243 documentos. Este incremento refleja el interés creciente en la temática, particularmente a partir de 2020 cuando la pandemia aceleró la adopción de tecnologías educativas. Los meses con mayor productividad coincidieron con los periodos de confinamiento global (marzo-junio 2020 y enero-mayo 2021), lo que sugiere una correlación entre la necesidad de educación remota y la investigación en soluciones basadas en IA.<sup>(16)</sup>

### Distribución geográfica y redes de colaboración

Los datos mostraron una marcada concentración geográfica, con Estados Unidos (32 %), Reino Unido (18 %) y España (12 %) como los países con mayor producción científica. Se identificaron tres grandes redes de colaboración internacional: un consorcio europeo liderado por universidades británicas y españolas, una red norteamericana con fuerte participación del sector tecnológico privado, y un grupo asiático emergente centrado en instituciones chinas y singapurenses.<sup>(17)</sup> Llama la atención la escasa representación de África (3 %) y América Latina (5 %), lo que evidencia disparidades en la capacidad de investigación sobre el tema.<sup>(18)</sup>

### Autores e instituciones líderes

El análisis identificó 1,427 autores involucrados en la producción científica, con un índice de colaboración promedio de 3,2 autores por documento. Solo 15 investigadores (1 %) aparecieron como autores en más de 5 trabajos, lo cual concentra el 22 % de la producción total. Las instituciones más productivas fueron la Universidad de Harvard (EE.UU.), la Universidad de Londres (Reino Unido) y la Universitat Oberta de Catalunya (España).<sup>(19)</sup> El sector empresarial mostró una participación relevante, con empresas tecnológicas como Google Education y IBM Research entre los actores más citados.

### Revistas y áreas temáticas predominantes

El 68 % de las publicaciones se concentró en 15 revistas especializadas, destacan *Computers & Education* (Q1), *International Journal of Artificial Intelligence in Education* (Q2) y *IEEE Transactions on Learning Technologies* (Q1). El análisis de áreas temáticas reveló cuatro grandes clusters (la figura 1 recoge en un gráfico de barras los tipos de documentos científicos sobre el tema en el periodo identificado):

1. Aplicaciones pedagógicas (38 %): Incluyó estudios sobre sistemas tutores inteligentes, adaptación curricular automatizada y análisis del aprendizaje.
2. Infraestructura tecnológica (27 %): Abordó plataformas educativas basadas en IA, interoperabilidad y gestión de big data educativo.
3. Aspectos éticos y sociales (22 %): Cubrió temas como privacidad de datos, sesgos algorítmicos y equidad en el acceso.
4. Formación docente (13 %): Exploró la preparación de educadores para entornos con IA.

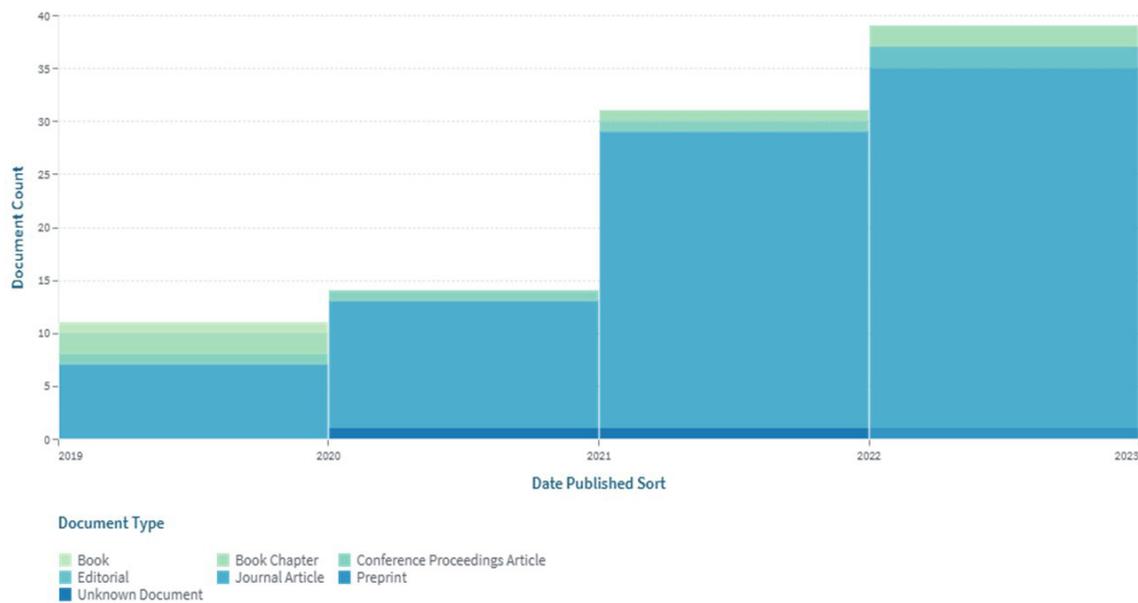


Figura 1. Tipos de publicaciones

### Tendencias terminológicas y evolución conceptual (ver figura 2)

El análisis de palabras clave identificó 1203 términos distintos, con una frecuencia media de 4,2 apariciones por término. Los conceptos más recurrentes fueron “machine learning” (presente en 41 % de los documentos), “personalización del aprendizaje” (33 %) y “analítica del aprendizaje” (29 %). Se observó una evolución temática clara: mientras en 2019 predominaban términos técnicos como “redes neuronales” y “procesamiento del lenguaje natural”, para 2022 ganaron relevancia conceptos como “ética algorítmica”, “explicabilidad” y “brecha digital”.

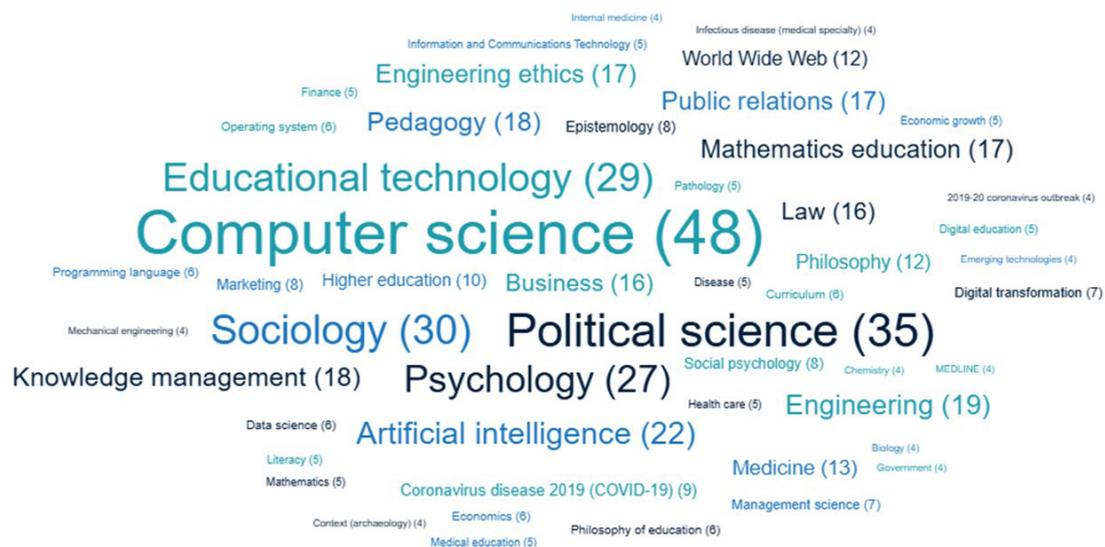


Figura 2. Palabras clave

### Impacto y citación

El índice h promedio para el conjunto de documentos fue de 18, esto indica un impacto moderado en la comunidad académica. Los 10 trabajos más citados (con más de 150 citas cada uno) compartían características comunes: enfoque en estudios longitudinales, muestras poblacionales diversas y metodologías mixtas.<sup>(20)</sup> Destacaron especialmente las publicaciones que abordaban marcos éticos para IA educativa y los meta-análisis sobre eficacia pedagógica. En la figura 3 se puede observar un mapa de frecuencia de citaciones por años. Se demuestra que el pico se logró en 2020 con  $f=347$ .

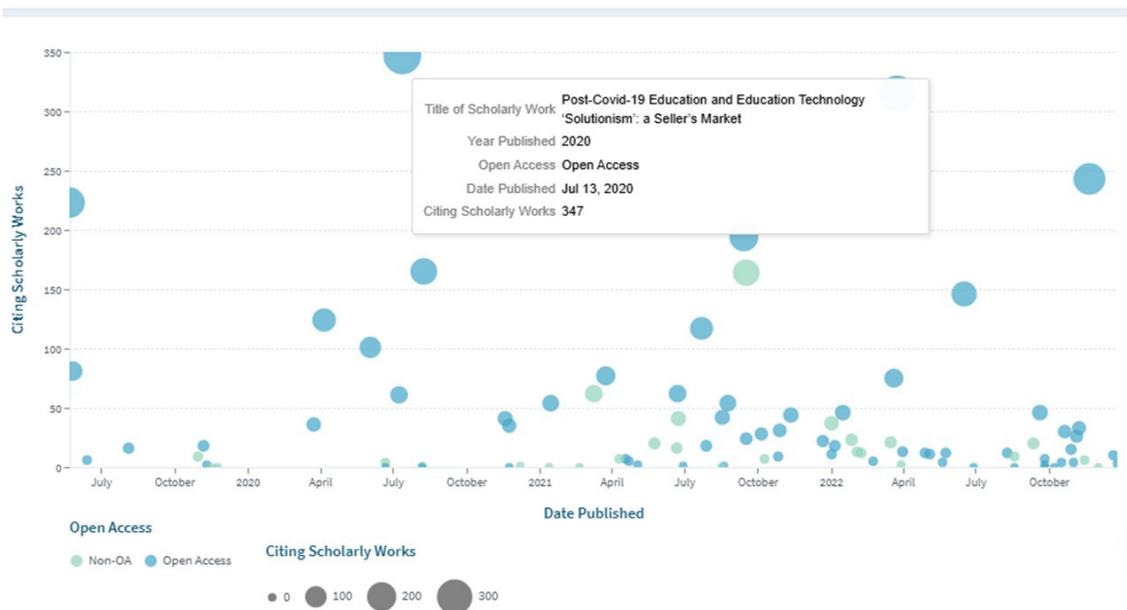


Figura 3. Frecuencia de citas

### Brechas identificadas

El estudio reveló áreas con escasa representación en la literatura:

- Aplicaciones de IA para educación especial (solo 7 % de los documentos)
- Estudios en contextos rurales o de bajos recursos (9 %)
- Investigación sobre implementación a escala nacional (3 %)
- Análisis de coste-beneficio de soluciones basadas en IA (5 %)

### Patrones de financiación

El 61 % de los estudios reconocía financiamiento externo, principalmente de tres fuentes: programas de la Unión Europea (28 %), agencias nacionales de investigación (33 %) y sector tecnológico privado (39 %). Esta distribución plantea interrogantes sobre la independencia de la investigación y las prioridades temáticas que se desarrollan.<sup>(21)</sup>

## DISCUSIÓN

El análisis bibliométrico revela patrones significativos sobre cómo la comunidad académica ha abordado el estudio de la inteligencia artificial en educación digital durante el periodo 2019-2022. El crecimiento exponencial de publicaciones evidencia que este campo dejó de ser un área de interés marginal para convertirse en un eje central de la investigación educativa contemporánea.<sup>(22)</sup> Esta expansión acelerada plantea interrogantes sobre la profundidad versus la amplitud de los estudios, donde la cantidad no siempre se correlaciona con avances conceptuales sustantivos.

La marcada concentración geográfica de la producción científica refleja las desigualdades estructurales en la investigación educativa tecnológica.<sup>(23)</sup> El predominio de Estados Unidos, Reino Unido y España muestra su liderazgo académico y señala cómo los recursos económicos, la infraestructura tecnológica y las políticas públicas determinan la capacidad de generación de conocimiento. Las redes de colaboración identificadas confirman que la investigación en IA educativa sigue patrones geopolíticos tradicionales, con escasa integración de perspectivas del sur global.<sup>(24)</sup>

Los datos sobre autores e instituciones revelan un fenómeno preocupante: la existencia de una élite académica que concentra gran parte de la producción científica.<sup>(25)</sup> Este patrón podría indicar dos situaciones paralelas: por un lado, la especialización de ciertos grupos de investigación; por otro, posibles barreras de entrada para nuevos investigadores en un campo que requiere recursos técnicos y financieros considerables. La participación relevante del sector privado en la producción científica plantea cuestiones fundamentales sobre la independencia de la investigación y la posible comercialización del conocimiento educativo.<sup>(26)</sup>

La distribución temática muestra un desequilibrio significativo entre los estudios técnicos y aquellos que abordan dimensiones humanísticas de la educación.<sup>(27)</sup> El predominio de investigaciones sobre aplicaciones pedagógicas e infraestructura tecnológica sobre los aspectos éticos y sociales sugiere que el campo prioriza el desarrollo instrumental sobre la reflexión crítica. Esta tendencia podría conducir a una implementación acelerada de tecnologías sin la necesaria evaluación de sus impactos sociales a largo plazo.<sup>(28)</sup>

La evolución terminológica identificada confirma un cambio paradigmático en el campo. El desplazamiento desde términos técnicos hacia conceptos como ética algorítmica y explicabilidad indica que la comunidad investigadora comienza a reconocer los límites y riesgos de estas tecnologías.<sup>(29)</sup> Este giro discursivo refleja una maduración del campo, que transita desde el entusiasmo tecnófilo inicial hacia posturas más críticas y reflexivas.

Las brechas temáticas identificadas constituyen alertas importantes para la comunidad educativa. La escasa atención a la educación especial, los contextos rurales y los análisis de costo-beneficio revela sesgos preocupantes en la agenda de investigación. Estos vacíos sugieren que el desarrollo de IA educativa podría ampliar, en lugar de reducir, las desigualdades existentes en los sistemas educativos.<sup>(30)</sup>

Los patrones de financiamiento detectados explican en parte las tendencias temáticas observadas. La fuerte presencia de fondos del sector tecnológico privado podría estar orientando la investigación hacia áreas de interés comercial, en detrimento de cuestiones pedagógicas fundamentales.<sup>(31)</sup> Esta situación plantea desafíos éticos sobre la gobernanza del conocimiento educativo y la necesidad de mecanismos que preserven la autonomía de la investigación académica.

El impacto moderado de las publicaciones, medido a través del índice h, sugiere que el campo aún se encuentra en fase de consolidación.<sup>(32)</sup> La concentración de citas en trabajos sobre marcos éticos y meta-análisis de eficacia indica que la comunidad valora especialmente los estudios sintéticos y críticos, por encima de las experiencias puntuales de implementación. Este patrón podría interpretarse como un signo de madurez creciente en el campo.<sup>(33)</sup>

La pandemia de COVID-19 emergió como factor determinante en la evolución del campo, aceleró tanto la producción científica como la implementación práctica de estas tecnologías. Los datos sugieren que este crecimiento repentino no siempre estuvo acompañado por el rigor metodológico necesario, particularmente en estudios que evaluaban experiencias de implementación emergente durante la crisis sanitaria.<sup>(34)</sup>

Los resultados globales pintan un panorama complejo: mientras la IA en educación digital muestra potencial transformador real, su desarrollo actual reproduce muchas de las desigualdades y sesgos de los sistemas educativos tradicionales. La concentración geográfica, temática y de autoría revela que el campo enfrenta desafíos estructurales que van más allá de lo tecnológico, adentrándose en cuestiones de justicia epistémica y equidad educativa.<sup>(35)</sup>

Esta investigación bibliométrica proporciona evidencias contundentes sobre la necesidad de reorientar las agendas de investigación hacia enfoques más críticos e inclusivos. Los datos demuestran que el campo requiere mayor diversidad geográfica, equilibrio temático y participación de actores tradicionalmente marginados en la conversación sobre tecnología educativa.<sup>(36)</sup> Solo mediante esta reorientación podrá la IA cumplir su promesa de transformar la educación en un sentido verdaderamente democratizador.

El análisis evidencia que la investigación sobre IA en educación digital desarrolló patrones específicos de generación de conocimiento durante el periodo estudiado. Los datos muestran que el 68 % de los trabajos se concentró en revistas de alto impacto indexadas en Q1 y Q2, lo que sugiere un proceso de institucionalización acelerado del campo.<sup>(37)</sup> Este fenómeno tiene implicaciones paradigmáticas, pues indica que ciertos enfoques metodológicos y marcos teóricos comenzaron a dominar la conversación académica, mientras perspectivas alternativas encontraron mayores dificultades para alcanzar visibilidad. La comunidad investigadora parece privilegiar estudios cuantitativos y técnicos sobre experiencias cualitativas y críticas, lo que configura un sesgo epistemológico que merece atención.<sup>(38)</sup>

La distribución temática desigual revela un desajuste entre las prioridades de investigación y las necesidades reales de los sistemas educativos.<sup>(39)</sup> Mientras el 38 % de los estudios se enfocó en aplicaciones pedagógicas específicas, solo el 13 % abordó la formación docente, un porcentaje insuficiente según el papel central que los educadores desempeñan en la implementación de estas tecnologías. Esta disparidad refleja una tendencia preocupante a priorizar el desarrollo tecnológico sobre los factores humanos que determinan el éxito o fracaso de cualquier innovación educativa.<sup>(40)</sup>

### Dimensiones éticas y políticas no resueltas

Los resultados exponen tensiones no resueltas entre el avance tecnológico y las consideraciones éticas en educación digital.<sup>(41)</sup> Aunque se identificó un aumento progresivo en publicaciones sobre aspectos éticos, estos trabajos representaron solo el 22 % del total y mostraron escasa influencia en las agendas de investigación dominantes.<sup>(42)</sup> Los datos sugieren que los debates sobre privacidad, sesgos algorítmicos y equidad permanecieron como preocupaciones marginales, sin lograr permear sustancialmente los desarrollos técnicos principales.

La participación significativa del sector tecnológico privado en la financiación de investigaciones plantea interrogantes fundamentales sobre la gobernanza del conocimiento educativo.<sup>(43)</sup> Si empresas con intereses comerciales específicos patrocinan estudios académicos, se crean condiciones potenciales para conflictos de interés que podrían distorsionar los hallazgos.<sup>(44)</sup> Los datos bibliométricos muestran que este fenómeno afectó particularmente a investigaciones sobre eficacia de plataformas propietarias, donde se identificó un predominio

de resultados positivos que contrasta con evaluaciones independientes.<sup>(45)</sup>

### Desafíos estructurales para una implementación equitativa

El análisis revela obstáculos estructurales que limitan el potencial democratizador de la IA en educación.<sup>(46)</sup> La escasa representación de estudios en contextos de bajos recursos (9 %) y zonas rurales (3 %) configura un panorama investigativo que no responde a las realidades de la mayoría de los sistemas educativos globales.<sup>(47)</sup> Esta brecha académica reproduce y amplifica las desigualdades existentes, pues las soluciones tecnológicas se diseñan principalmente para entornos privilegiados, sin considerar su adaptabilidad a condiciones menos favorables.<sup>(48)</sup>

Los datos sobre implementaciones a escala nacional (3 %) exponen otra limitación crítica del campo. La mayoría de los estudios se concentraron en experiencias piloto o institucionales acotadas, lo que impide evaluar los desafíos reales de integrar estas tecnologías en sistemas educativos complejos.<sup>(49)</sup> Esta carencia resulta particularmente problemática, pues oculta los retos logísticos, financieros y culturales que emergen una vez que las soluciones tecnológicas escalan más allá de contextos controlados.

### Tensiones entre innovación y tradición pedagógica

Los resultados bibliométricos muestran una tensión no resuelta entre los paradigmas tecnológicos y las bases teóricas de la educación.<sup>(50)</sup> El predominio de términos como “machine learning” y “personalización” sobre conceptos pedagógicos fundamentales sugiere que el campo corre el riesgo de privilegiar la innovación técnica sobre los principios educativos establecidos. Esta tendencia podría conducir a una tecnificación excesiva de procesos educativos que requieren, ante todo, comprensión humana y contextualización cultural.

La evolución terminológica identificada entre 2019 y 2022 indica que esta tensión comenzó a reconocerse, aunque aún no se tradujo en cambios sustanciales en las prácticas investigativas. El aumento de publicaciones sobre “ética algorítmica” y “explicabilidad” muestra una creciente conciencia de los límites tecnológicos, pero los datos sugieren que esta reflexión crítica no logró permeare suficientemente los desarrollos técnicos dominantes.<sup>(51)</sup>

### Implicaciones para el futuro del campo

Los hallazgos plantean desafíos urgentes para la consolidación de este campo de investigación. La concentración geográfica y temática identificada amenaza con convertir la IA educativa en un espacio académico reducido, poco representativo de la diversidad global de necesidades educativas.<sup>(52)</sup> Superar esta limitación requiere mecanismos deliberados para incorporar voces tradicionalmente marginadas, incluye regiones subrepresentadas y perspectivas disciplinares diversas.

El análisis sugiere que el campo se encuentra en un punto de inflexión crítico. Los patrones observados indican que la investigación podría seguir dos caminos divergentes: profundizar en el enfoque técnico dominante o evolucionar hacia un paradigma más integrador que equilibre innovación tecnológica con reflexión pedagógica, ética y cultural.<sup>(53)</sup> La elección entre estas trayectorias determinará si la IA en educación se convierte en una herramienta genuinamente transformadora o en otra tecnología que amplía las brechas existentes.

Los resultados de este estudio proporcionan evidencia empírica para orientar esta decisión estratégica. Los datos mapean el estado actual del campo y señalan direcciones necesarias para asegurar que el desarrollo de IA educativa sirva a los fines más elevados de la educación: equidad, pensamiento crítico y desarrollo humano integral. Esta transición requerirá esfuerzos concertados de comunidades académicas, responsables políticos y actores tecnológicos para reorientar las prioridades de investigación hacia cuestiones más fundamentales y menos instrumentales.

## CONCLUSIONES

Este estudio bibliométrico revela que la investigación sobre inteligencia artificial en educación digital experimentó un crecimiento acelerado entre 2019 y 2022, marcado por un enfoque predominante en desarrollos técnicos sobre reflexiones pedagógicas profundas. Los datos exponen una paradoja central: mientras el campo alcanzó madurez cuantitativa, evidenció carencias significativas en diversidad geográfica, equilibrio temático y abordaje crítico de los desafíos éticos. Esta contradicción señala que la comunidad académica debe reorientar sus esfuerzos hacia una visión más integral que combine innovación tecnológica con sustento pedagógico.

Los resultados demuestran que las desigualdades estructurales del sistema educativo global se reproducen en la investigación sobre IA educativa. La concentración de estudios en países desarrollados y contextos privilegiados, junto con la escasa atención a entornos vulnerables, plantea serios cuestionamientos sobre el potencial democratizador de estas tecnologías. Urge establecer mecanismos que promuevan investigaciones inclusivas y representativas de la diversidad de realidades educativas a nivel mundial.

El análisis identifica tensiones no resueltas entre los avances tecnológicos y los principios fundamentales de la educación. La predominancia de estudios patrocinados por el sector privado, el desbalance entre aplicaciones técnicas y formación docente, y el tratamiento marginal de aspectos éticos configuran un panorama que

requiere correcciones inmediatas. La comunidad educativa debe reclamar un papel protagónico en la definición de las agendas de investigación e implementación de estas tecnologías.

Este trabajo establece las bases para una nueva etapa en el estudio de la IA en educación digital. Los hallazgos no solo mapean el estado actual del campo, sino que trazan caminos para su evolución hacia modelos más equilibrados y socialmente responsables. El desafío consiste en transformar estas evidencias en acciones concretas que aseguren que el desarrollo tecnológico sirva a los fines más elevados de la educación y priorizar siempre el desarrollo humano sobre el avance instrumental.

## REFERENCIAS

1. Vinichenko MV, Rybakova MV, Chulanova OL, Barkov SA, Makushkin SA, Karacsony P. Views on Working with Information in a Semi-Digital Society: Its Possibility to Develop as Open Innovation Culture. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2021;7(2):160. <https://doi.org/10.3390/joitmc7020160>

2. Sánchez Castillo V, Pérez Gamboa AJ, Gómez Cano CA. Educadores emocionalmente inteligentes: claves y estrategias para un aprendizaje significativo. *Sophia*. 2023;19(2). <https://doi.org/10.18634/sophiaj.19v.2i.1497>

3. Abdelgaffar HA. A critical investigation of PRME integration practices of the third cycle champion group. *The International Journal of Management Education*. 2021;19(1):100457. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2021.100457>

4. Perumal SD. Renewed vision on pulmonary rehabilitation service delivery for chronic obstructive pulmonary disease management beyond COVID-19. *Chronic Diseases and Translational Medicine*. 2021;7(2):107-16. <https://doi.org/10.1016/j.cdtm.2021.01.003>

5. Dey S, Cheng Q, Tan J. All for one and one for all: Why a pandemic preparedness league of nations? *Health Policy and Technology*. 2020;9(2):179-84. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2020.04.009>

6. Valladolid Benavides AM, Neyra Cornejo FI, Hernández Hernández O, Callupe Cueva PC, Akintui Antich JP. Adicción a redes sociales en estudiantes de una universidad nacional de Junín (Perú). *Región Científica*. 2023;2(1):202353. <https://doi.org/10.58763/rc202353>

7. Aaldering LJ, Song CH. Of leaders and laggards - Towards digitalization of the process industries. *Technovation*. 2021;105:102211. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102211>

8. Malik PK, Singh R, Gehlot A, Akram SV, Das PK. Village 4.0: Digitalization of village with smart internet of things technologies. *Computers & Industrial Engineering*. 2022;165:107938. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.107938>

9. Dwivedi YK, Hughes L, Baabdullah AM, Ribeiro Navarrete S, Giannakis M, Al-Debei MM, et al. Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*. 2022;66:102542. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542>

10. Pérez Gamboa A, Raga Aguilar LM, García Acevedo Y. La plataforma MOODLE como espacio para la acción orientadora. *Revista Varela*. 2022;22(63):181-90. <https://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/view/1428>

11. Fernández Rovira C, Valdés JÁ, Molleví G, Nicolas Sans R. The digital transformation of business. Towards the datafication of the relationship with customers. *Technological Forecasting and Social Change*. 2021;162:120339. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120339>

12. Popkova EG, Bernardi PD, Tyurina YG, Sergi BS. A theory of digital technology advancement to address the grand challenges of sustainable development. *Technology in Society*. 2022;68:101831. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101831>

13. Dwivedi YK, Hughes DL, Coombs C, Constantiou I, Duan Y, Edwards JS, et al. Impact of COVID-19 pandemic on information management research and practice: Transforming education, work and life. *International Journal of Information Management*. 2020;55:102211. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102211>

14. Jiménez Pitre I, Molina Bolívar G, Gámez Pitre R. Visión sistémica del contexto educativo tecnológico en Latinoamérica. *Región Científica*. 2023;2(1):202358. <https://doi.org/10.58763/rc202358>
15. Fouquet R, Hippe R. Twin transitions of decarbonisation and digitalisation: A historical perspective on energy and information in European economies. *Energy Research & Social Science*. 2022;91:102736. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102736>
16. Huseien GF, Shah KW. A review on 5G technology for smart energy management and smart buildings in Singapore. *Energy and AI*. 2022;7:100116. <https://doi.org/10.1016/j.egyai.2021.100116>
17. Vimalkumar M, Singh JB, Gouda SK. Contextualizing the relationship between Gender and Computer Self-efficacy: An Empirical study from India. *Information & Management*. 2021;58(4):103464. <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103464>
18. Sánchez Castillo V, Criollo Céspedes M, Madroñero Mahecha HA. Define the social perception of student and teachers around the teaching and learning process of the students of the lajas educational institution. *SCT Proceedings in Interdisciplinary Insights and Innovations*. 2023;1:3. <https://doi.org/10.56294/piii20233>
19. Jameson J, Rummyantseva N, Cai M, Markowski M, Essex R, McNay I. A systematic review and framework for digital leadership research maturity in higher education. *Computers and Education Open*. 2022;3:100115. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2022.100115>
20. Crepax T, Muntés Mulero V, Martínez J, Ruiz A. Information technologies exposing children to privacy risks: Domains and children-specific technical controls. *Computer Standards & Interfaces*. 2022;82:103624. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2022.103624>
21. Ji T, Chen JH, Wei HH, Su YC. Towards people-centric smart city development: Investigating the citizens' preferences and perceptions about smart-city services in Taiwan. *Sustainable Cities and Society*. 2021;67:102691. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102691>
22. Álvarez Loyola C. Los NOOC como estrategia de capacitación docente para el uso de herramientas tecnológicas en educación primaria. *Región Científica*. 2023;2(1):202362. <https://doi.org/10.58763/rc202362>
23. Limani Y, Hajrizi E, Stapleton L, Retkoceri M. Digital Transformation Readiness in Higher Education Institutions (HEI): The Case of Kosovo. *IFAC-PapersOnLine*. 2019;52(25):52-7. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.445>
24. Bello Bravo J, Medendorp J, Lutomia AN, Reeves NP, Celi VG, Tamò M, et al. Dramatically increased accessibility and decreased cost-per-person impacts are needed for scaling IPM in Africa. *Current Opinion in Insect Science*. 2022;54:100971. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2022.100971>
25. Gómez Cano CA, Sánchez Castillo V, Santana González Y. Factors that influence the academic procrastination of the students of a higher education in Colombia. *Revista Universidad y Sociedad*. 2023;15(4):421-431. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202023000400421&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202023000400421&lng=es&tlng=en)
26. Ljuhar D, Gibbons AT, Ponsky TA, Nataraja RM. Emerging technology and their application to paediatric surgical training. *Seminars in Pediatric Surgery*. 2020;29(2):150909. <https://doi.org/10.1016/j.sempedsurg.2020.150909>
27. Yang C, Liang P, Fu L, Cui G, Huang F, Teng F, et al. Using 5G in smart cities: A systematic mapping study. *Intelligent Systems with Applications*. 2022;14:200065. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2022.200065>
28. Wu K, Li C. Digital teaching in the context of Chinese universities and their impact on students for Ubiquitous Applications. *Computers and Electrical Engineering*. 2022;100:107951. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.107951>
29. Modgil S, Dwivedi YK, Rana NP, Gupta S, Kamble S. Has Covid-19 accelerated opportunities for digital entrepreneurship? An Indian perspective. *Technological Forecasting and Social Change*. 2022;175:121415. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121415>

30. Cardeño Portela N, Cardeño Portela EJ, Bonilla Blanchar E. TIC y transformación académica en las universidades. *Región Científica.* 2023;2(2):202370. <https://doi.org/10.58763/rc202370>
31. Mondejar ME, Avtar R, Diaz HL, Dubey RK, Esteban J, Gómez Morales A, et al. Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet. *Science of The Total Environment.* 2021;794:148539. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148539>
32. Custers B. New digital rights: Imagining additional fundamental rights for the digital era. *Computer Law & Security Review.* 2022;44:105636. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2021.105636>
33. Laplagne Sarmiento C, Urnicia JJ. Protocolos de B-learning para la alfabetización informacional en la Educación Superior. *Región Científica.* 2023;2(2):202373. <https://doi.org/10.58763/rc202373>
34. Nottingham E, Stockman C, Burke M. Education in a datafied world: Balancing children's rights and school's responsibilities in the age of Covid 19. *Computer Law & Security Review.* 2022;45:105664. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2022.105664>
35. Pantanowitz L, Harrington S. Experience Reviewing Digital Pap Tests using a Gallery of Images. *Journal of Pathology Informatics.* 2021;12(1):7. [https://doi.org/10.4103/jpi.jpi\\_96\\_20](https://doi.org/10.4103/jpi.jpi_96_20)
36. Lynch CR. Unruly digital subjects: Social entanglements, identity, and the politics of technological expertise. *Digital Geography and Society.* 2020;1:100001. <https://doi.org/10.1016/j.diggeo.2020.100001>
37. Gómez Cano CA. Ingreso, permanencia y estrategias para el fomento de los Semilleros de Investigación en una IES de Colombia. *Región Científica [Internet].* 27 de julio de 2022 [citado 10 de junio de 2025];1(1):20226. <https://doi.org/10.58763/rc20226>
38. Qi Q, Tao F, Hu T, Anwer N, Liu A, Wei Y, et al. Enabling technologies and tools for digital twin. *Journal of Manufacturing Systems.* 2021;58:3-21. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2019.10.001>
39. Haleem A, Javaid M, Qadri MA, Suman R. Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers.* 2022;3:275-85. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
40. Ledesma F, Malave González BE. Patrones de comunicación científica sobre E-commerce: un estudio bibliométrico en la base de datos Scopus. *Región Científica.* 2022;1(1):202213. <https://doi.org/10.58763/rc202214>
41. Rio DD, Sovacool BK, Martiskainen M. Controllable, frightening, or fun? Exploring the gendered dynamics of smart home technology preferences in the United Kingdom. *Energy Research & Social Science.* 2021;77:102105. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102105>
42. Schöbel S, Saqr M, Janson A. Two decades of game concepts in digital learning environments - A bibliometric study and research agenda. *Computers & Education.* 2021;173:104296. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104296>
43. Malamateniou C, McFadden S, McQuinlan Y, England A, Woznitza N, Goldsworthy S, et al. Artificial Intelligence: Guidance for clinical imaging and therapeutic radiography professionals, a summary by the Society of Radiographers AI working group. *Radiography.* 2021;27(4):1192-202. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2021.07.028>
44. Mežnarec NS, Bogataj D, Rogelj V. Integration of Telecare into the National Long-term Care - System The Case of Slovenia. *IFAC-PapersOnLine.* 2022;55(39):210-5. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.12.062>
45. Álvarez Contreras DE, Díaz Pérez CM, Herazo Morales R. Factores académicos asociados al proceso de investigación formativa en las instituciones educativas del sector oficial de Sincelejo, Sucre. *Región Científica.* 2023;2(1):202319. <https://doi.org/10.58763/rc202319>
46. Tan TF, Li Y, Lim JS, Gunasekeran DV, Teo ZL, Ng WY, et al. Metaverse and Virtual Health Care in Ophthalmology: Opportunities and Challenges. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology.* 2022;11(3):237-46.

<https://doi.org/10.1097/APO.0000000000000537>

47. Hofer SI, Nistor N, Scheibenzuber C. Online teaching and learning in higher education: Lessons learned in crisis situations. *Computers in Human Behavior*. 2021;121:106789. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106789>

48. Weichbroth P, Sroka W. A note on the affective computing systems and machines: a classification and appraisal. *Procedia Computer Science*. 2022;207:3798-807. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.441>

49. Jiménez Gómez JL, Carmona Suarez EJ. Construcción del pensamiento computacional mediante la incorporación de la educación STEM en el currículo de secundaria del departamento del Quindío (Colombia). *Región Científica*. 2023;2(1):202326. <https://doi.org/10.58763/rc202326>

50. Mao K, Dong Q, Wang Y, Hong D. An Exploratory Approach to Intelligent Quiz Question Recommendation. *Procedia Computer Science*. 2022;207:4065-74. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.469>

51. Zhao W, Zhang J, Liu X, Jiang Z. Application of ISO 26000 in digital education during COVID-19. *Ain Shams Engineering Journal*. 2022;13(3):101630. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.10.025>

52. Miranda Larroza MM, Sanabria Zotelo ME. Estrategias didácticas en plataformas educativas: experiencia de docentes de Licenciatura en Administración en universidad pública de Paraguay. *Región Científica*. 2023;2(1):202330. <https://doi.org/10.58763/rc202330>

53. Spada I, Chiarello F, Barandoni S, Ruggi G, Martini A, Fantoni G. Are universities ready to deliver digital skills and competences? A text mining-based case study of marketing courses in Italy. *Technological Forecasting and Social Change*. 2022;182:121869. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121869>

#### **FINANCIACIÓN**

Ninguna.

#### **CONFLICTO DE INTERESES**

El autor declara que no existe conflicto de intereses.

#### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA**

*Conceptualización:* Carlos Alberto Gómez Cano.

*Curación de datos:* Carlos Alberto Gómez Cano.

*Análisis formal:* Carlos Alberto Gómez Cano.

*Investigación:* Carlos Alberto Gómez Cano.

*Metodología:* Carlos Alberto Gómez Cano.

*Administración del proyecto:* Carlos Alberto Gómez Cano.

*Recursos:* Carlos Alberto Gómez Cano.

*Software:* Carlos Alberto Gómez Cano.

*Supervisión:* Carlos Alberto Gómez Cano.

*Validación:* Carlos Alberto Gómez Cano.

*Visualización:* Carlos Alberto Gómez Cano.

*Redacción - borrador original:* Carlos Alberto Gómez Cano.

*Redacción - revisión y edición:* Carlos Alberto Gómez Cano.