

Transformaciones educativas: un análisis bibliométrico sobre el comportamiento de la IA y las TIC en la producción científica

Recibido: 25/03/2025

Revisado: 21/04/2025

Aceptado: 06/05/2025

Publicado: 29/05/2025

Cómo citar:

Ferrada Ferrada, C., Kroff Trujillo, F., y Márquez Triviño, C. (2025). Transformaciones educativas: un análisis bibliométrico sobre el comportamiento de la IA y las TIC en la producción científica. *Yachay*, 14(1). e140105. DOI: [10.36881/yachay.v14i1.1025](https://doi.org/10.36881/yachay.v14i1.1025)

Fuente de financiamiento:

La presente investigación no recibió financiamiento externo.

Declaración de conflictos de interés:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses económicos, institucionales ni personales que puedan haber influido en los resultados o interpretación del presente artículo.

Cristian Ferrada Ferrada ^{ORCID}

Instituto Interuniversitario de Investigación Educativa (IESED-Chile). Departamento de Educación, Universidad de Los Lagos Castro, Chile.

cristian.ferrada@ulagos.cl
Francisco Kroff Trujillo ^{ORCID}

Departamento de Ciencias de la Ingeniería, Universidad de Los Lagos, Castro, Chile.

francisco.kroff@ulagos.cl
Cristian Márquez Triviño ^{ORCID}

Sede Chiloé, Universidad de Los Lagos, Castro, Chile.

cristian.marquez@ulagos.cl

Resumen

El presente estudio bibliométrico tiene como objetivo analizar la influencia de la Inteligencia Artificial (IA) y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la producción científica vinculada a los procesos de aprendizaje y la innovación educativa. Para ello, se desarrolló una revisión sistemática de documentos indexados en la base de datos Scopus, considerando el período comprendido entre 2013 y 2023. La estrategia de búsqueda se aplicó sobre los campos de título, resumen y palabras clave, y los datos obtenidos fueron procesados mediante el software Bibliometrix y representados gráficamente con VOSviewer. Los resultados muestran un incremento sostenido en la producción científica a partir de 2015, alcanzando su punto más alto en 2023. Las disciplinas con mayor presencia fueron Ciencias Sociales, Computación e Ingeniería. Asimismo, se observaron patrones de concentración autoral, coherentes con la Ley de Lotka, y una distribución de publicaciones que responde a la Ley de Bradford. Entre los países con mayor número de citas se destacan China, Reino Unido y Estados Unidos. Se concluye que la incorporación de la IA y las TIC en el ámbito educativo no solo ha impulsado la generación de nuevo conocimiento, sino que también ha transformado las dinámicas investigativas y pedagógicas. No obstante, persisten desafíos como la brecha digital, la desigual distribución del conocimiento y la necesidad de una formación docente adecuada para una integración tecnológica efectiva.

Palabras clave: Inteligencia Artificial (IA), Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), procesos de Aprendizaje, innovaciones educativas.

Educational Transformations: A Bibliometric Analysis of the Behavior of AI and ICT in Scientific Production

Abstract

This bibliometric study aims to analyze the influence of Artificial Intelligence (AI) and Information and Communication Technologies (ICT) on scientific production related to learning processes and educational innovation. A systematic review of documents indexed in the Scopus database was conducted, covering the period from 2013 to 2023. The search strategy targeted titles, abstracts, and keywords, and data were analyzed using Bibliometrix and visualized through VOSviewer. Results reveal a consistent increase in scientific output since 2015, peaking in 2023. The most represented disciplines include Social Sciences, Computer Science, and Engineering. Authorial concentration patterns align with Lotka's Law, while journal distribution follows Bradford's Law. China, the United Kingdom, and the United States are among the most cited countries. It is concluded that the integration of AI and ICT in education has stimulated knowledge production and reshaped both research and pedagogical practices. However, challenges persist, including the digital divide, unequal knowledge

OPEN ACCESS

Distribuido bajo:



dissemination, and the urgent need for adequate teacher training to ensure effective technological integration.

Key words: Artificial Intelligence (AI), Information and Communication Technologies (ICT), learning processes, educational innovations.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la educación ha experimentado transformaciones profundas impulsadas por el avance de las tecnologías digitales. Si bien diversos autores destacan el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Wardat et al., 2023; Román-Acosta et al., 2023; García, 2022), resulta esencial interpretar estas transformaciones desde el enfoque y propósito del presente estudio. El análisis bibliométrico que se propone, pretende evidenciar el crecimiento en la producción científica sobre IA y TIC, y además comprender cómo estas herramientas están modelando nuevas prácticas pedagógicas en contextos educativos reales. En este sentido, más allá de facilitar el acceso a la información o de promover metodologías innovadoras (Bennett, 2023; UNESCO, 2019), la incorporación de estas tecnologías requiere ser analizada críticamente en función de su capacidad para fomentar aprendizajes contextualizados, significativos y adaptativos en escenarios diversos. Por tanto, esta investigación asume que el impacto de la IA y las TIC en la educación no puede medirse únicamente por su adopción, sino por el tipo de transformaciones que promueven en las prácticas docentes y en la experiencia de los estudiantes (Abeliuk & Gutiérrez, 2021).

El desarrollo continuo del conocimiento se manifiesta hoy en la incorporación estratégica de tecnologías emergentes que transforman tanto la producción como la circulación del saber académico (Alvarado, 2016; Fajardo et al., 2024; Zhou, 2023). En el contexto educativo, esta dinámica cobra especial relevancia, ya que el auge de publicaciones científicas sobre Inteligencia Artificial (IA) y TIC refleja no solo un interés creciente, sino también la necesidad de evaluar críticamente su aporte a los procesos de enseñanza-aprendizaje. En esta línea, no basta con generar o intercambiar conocimiento, es fundamental examinar cómo estos desarrollos inciden directamente en las metodologías docentes, en la innovación pedagógica y en la equidad del acceso a herramientas tecnológicas (Delgado et al., 2024). Por ello, el presente estudio bibliométrico se orienta a identificar no solo el volumen de producción, sino también las tendencias, actores y vacíos en la literatura académica que abordan la transformación educativa mediada por tecnologías digitales (Ariza et al., 2012).

Según Sharma & Harkishan (2022), la IA se ha consolidado como un componente clave en la educación moderna, al permitir la creación de sistemas de tutoría inteligente y plataformas adaptativas capaces de ajustarse a las necesidades individuales de los estudiantes. Estas innovaciones promueven una enseñanza centrada en el alumno y ofrecen respuestas concretas a los desafíos vinculados con la diversidad

educativa. De esta forma, contribuyen a mejorar tanto la experiencia de aprendizaje como los resultados académicos (Anuyahong et al., 2023; Shi & Xuwei, 2023; Okello, 2023).

Por otro lado, Bonilla et al. (2020) señalan que las TIC han transformado la interacción de estudiantes y docentes con el conocimiento, facilitando el acceso a una amplia gama de recursos educativos en línea. Plataformas virtuales y herramientas colaborativas han cambiado la dinámica del aula, permitiendo mayor flexibilidad y adaptabilidad en los entornos de aprendizaje (Jaramillo, 2024; Granda et al., 2019; Holmlund et al., 2018). Estas tecnologías no solo mejoran la eficiencia en la enseñanza, sino que también ayudan a los estudiantes a desarrollar competencias digitales esenciales (Delgado et al., 2022; Gómez et al., 2019; Holmlund et al., 2018).

El impacto de estas tecnologías en los procesos de aprendizaje va más allá de la automatización de tareas educativas (Tarisiy, 2024; Gutiérrez et al., 2022; Barrett et al., 2014). Según Delgado-Wise et al. (2016), la IA y las TIC están transformando la forma en que los estudiantes piensan, resuelven problemas y adquieren conocimientos. El aprendizaje cognitivo, basado en la interacción entre el ser humano y la máquina, se está reconfigurando, planteando preguntas sobre el futuro de la educación y el papel de los docentes en este nuevo ecosistema tecnológico (Rizvi, 2023; Bai et al., 2023; Zhang & Aslan, 2021; Clark et al., 2015).

En el contexto del creciente interés científico por la integración de tecnologías emergentes en los procesos educativos —particularmente la Inteligencia Artificial (IA) y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)—, las metodologías educativas como STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y STEAM (que incorpora las Artes) han cobrado protagonismo. Estas propuestas promueven un enfoque interdisciplinario que incorpora herramientas tecnológicas y redefine las prácticas pedagógicas para responder a las exigencias de una educación más innovadora, inclusiva y orientada al desarrollo de competencias del siglo XXI. Lejos de ser únicamente una tendencia, estas metodologías preparan a los estudiantes para un mercado laboral en transformación y fomentan habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad (Gómez-Loero, 2024; Sallu et al., 2023; Domènech-Casal, 2019).

El presente estudio tiene como objetivo analizar, con un enfoque bibliométrico, cómo la IA y las TIC han influido en los procesos de aprendizaje, especialmente en términos de innovación educativa y prácticas docentes. A través de un análisis cuantitativo de la literatura académica existente, se busca identificar tendencias emergentes, las áreas de investigación más exploradas y posibles brechas en el conocimiento sobre el uso de estas tecnologías en la educación.

Antecedentes

El análisis del impacto de las tecnologías en educación requiere tanto la comprensión de su aplicación práctica y el

examen crítico de cómo se ha producido el conocimiento en torno a este fenómeno. En este sentido, la bibliometría como enfoque cuantitativo basado en el análisis estadístico de la producción científica permite identificar patrones, tendencias y vacíos en la literatura académica. Este tipo de análisis ha sido utilizado ampliamente para explorar la evolución de campos emergentes (Kamalski & Kirby, 2012), el posicionamiento de revistas científicas (Kostoff et al., 2005) y las dinámicas de colaboración académica (Meho & Yang, 2007). Sin embargo, es necesario considerar que la naturaleza cuantitativa de estos métodos puede ser limitada si no se contextualizan los documentos revisados, lo que refuerza la necesidad de articular los hallazgos con los objetivos específicos del estudio. En esta investigación, la bibliometría se emplea como herramienta para comprender cómo la IA y las Tecnologías de la Información y la Comunicación han influido en los procesos de aprendizaje, aportando una visión sistemática sobre la transformación educativa en un escenario global y dinámico (Ferrada et al., 2020).

La ciencia, como parte esencial de la educación superior, debe interpretarse en su contexto de producción. Algunas investigaciones promueven el pensamiento lógico, fundamental para el desarrollo de habilidades intelectuales y como base para la planificación de la investigación, enriqueciendo el conocimiento científico (Lim et al., 2023; Egghe, 2006). Según Johnson (2012), el análisis bibliográfico es crucial para las revistas actuales y los nuevos investigadores, dado que los resultados de publicaciones son parte esencial del avance científico. Mientras que Kamalski & Kirby (2012) destacan que los libros de texto abarcan áreas como estadística, ciencias sociales y tecnología informática, generando y utilizando datos para obtener resultados.

Granados et al. (2011) sugieren que el desarrollo de estrategias comienza con el análisis de palabras clave, resúmenes y temas para identificar cuestiones clave en la innovación. Kostoff et al. (2005) definen la bibliometría como una rama de la cienciometría centrada en el cálculo y análisis de datos cuantificables en la producción y uso del conocimiento científico. Este enfoque apoya el análisis mediante la identificación de características de la información a través de métodos cuantitativos, enriqueciendo otras áreas de investigación y análisis literario (Ariza et al., 2011). Entre los indicadores bibliométricos más utilizados se encuentran la cantidad de artículos publicados, la productividad de autores y organizaciones, así como el análisis de documentos y resultados.

Así, la bibliometría aplica métodos matemáticos y estadísticos al material escrito en relación con parámetros de comunicación, considerando factores como autor, título, tipo de texto, idioma y palabras clave (Meho & Yang, 2007).

MATERIAL Y MÉTODO

Este estudio, adopta un enfoque cuantitativo mediante un análisis bibliométrico a través de la siguiente ecuación de búsqueda.

Tabla 1

Ecuación de búsqueda utilizada en la base de datos Scopus para el análisis bibliométrico

Base de datos	Ecuación de búsqueda
Scopus	TITLE-ABS-KEY(("inteligencia artificial" OR "artificial intelligence" OR "IA") AND TITLE-ABS-KEY("tecnologías de la información y la comunicación" OR "information and communication technologies" OR "ICT" OR "TIC")) AND TITLE-ABS-KEY("educación" OR "educational innovation" OR "learning processes" OR "innovación educativa" OR "proceso de aprendizaje")) AND PUBYEAR > 2012 AND PUBYEAR < 2024 AND (LIMIT-TO(DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO(DOCTYPE, "re")) AND (LIMIT-TO(LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO(LANGUAGE, "Spanish"))

En donde el campo de búsqueda corresponde a TITLE-ABS-KEY asegura que los términos aparecen en el título, resumen o palabras clave. Los términos clave alineados al documento: se integran "inteligencia artificial", "tecnologías de la información y la comunicación", "educación", "innovación educativa" y "procesos de aprendizaje". A su vez, el rango temporal: 2013 a 2023, como se establece en el apartado metodológico del estudio, finalmente el idioma español o inglés, tal como se establece en los criterios de exclusión.

Este estudio tiene como objetivo analizar, mediante un enfoque bibliométrico, cómo la Inteligencia Artificial (IA) y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han influido en la producción científica vinculada a los procesos de aprendizaje y la innovación educativa, identificando tendencias, autores clave, redes de colaboración y áreas de mayor desarrollo en la literatura académica entre 2013 y 2023. La investigación se concentró en artículos académicos, tesis y otros documentos relevantes publicados en revistas científicas y conferencias en los últimos diez años. Se utilizaron bases de datos como Scopus como principales fuentes de información. El análisis se estructura en cinco etapas, siguiendo el flujo de trabajo propuesto por Zupic y Čarter (2014).

Población y muestra

La población objeto de estudio está compuesta por todas las publicaciones académicas que abordan la relación entre Inteligencia Artificial, Tecnologías de la Información y la Comunicación y procesos educativos. Para la conformación de la muestra, se aplicaron criterios de inclusión claramente definidos: (a) publicaciones indexadas en bases de datos Scopus (b) documentos publicados entre los años 2013 y 2023; (c) trabajos que mencionen explícitamente el uso de IA o TIC en contextos educativos en sus títulos, resúmenes o palabras clave; y (d) artículos de tipo empírico, teórico o de revisión con revisión por pares. Asimismo, se excluyeron duplicados, documentos sin acceso al texto completo y publicaciones en idiomas distintos al español o inglés. Estos criterios garantizan la relevancia temática, la pertinencia metodológica y la calidad académica de los documentos

seleccionados.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se realizará mediante una búsqueda bibliográfica sistematizada en la base de datos Scopus, utilizando una ecuación compuesta por palabras clave relacionadas con los ejes temáticos del estudio: Inteligencia Artificial (IA), tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y educación. Esta ecuación se aplicará al campo TITLE-ABS-KEY, asegurando que los términos estén presentes en el título, resumen o palabras clave de los documentos.

- A partir de los resultados obtenidos, se recopilaron y organizaron los siguientes indicadores bibliométricos:
- Volumen de publicaciones por año de publicación.
- Autores más productivos y sus respectivas afiliaciones institucionales.
- Citas recibidas por publicación, como medida del impacto científico.
- Análisis de redes de colaboración entre autores, instituciones y países.
- Distribución de fuentes a través de la Ley de Bradford.
- Visualización de citas mediante gráficos específicos, como el diagrama de Sankey, para representar flujos temáticos y conexiones entre documentos.
- Complementariamente, se aplicaron técnicas estadísticas descriptivas (frecuencias, medias, tendencias temporales) y análisis de contenido temático, con el fin de identificar:
- Las principales áreas temáticas abordadas en la literatura.
- Las metodologías predominantes utilizadas en los estudios revisados.
- Los hallazgos recurrentes o más significativos relacionados con el impacto de la IA y las TIC en la educación.

El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante software especializado (como Excel, VOSviewer o RStudio), lo que permitió generar representaciones gráficas, tablas comparativas y mapas de co-ocurrencia que respalden la interpretación de los hallazgos.

Tabla 2

Palabras clave utilizadas en la estrategia de búsqueda

Eje temático	Palabras clave (en inglés)
Artificial Intelligence	artificial intelligence, IA
Information and Communication Technologies	ICT, information and communication technologies, TIC
Education and Learning	educational innovation, education, learning processes, learning process

Este enfoque metodológico permitirá ofrecer una visión integral sobre cómo la Inteligencia Artificial y las TIC están impactando los procesos de aprendizaje y la innovación educativa en diversos contextos.

RESULTADO

El presente apartado expone los principales hallazgos obtenidos a partir del análisis bibliométrico sobre el impacto de la Inteligencia Artificial y las Tecnologías de la Información y la Comunicación en los procesos educativos. A través de una revisión sistemática de la literatura indexada en Scopus entre 2013 y 2023, se identificaron patrones clave en la producción científica como las redes de colaboración, el comportamiento de las citas y las disciplinas involucradas. Los resultados permiten visualizar tanto el crecimiento cuantitativo de la producción académica como la consolidación de enfoques interdisciplinarios en el ámbito educativo. A continuación, se describen los principales indicadores analizados:

Producción científica anual

La **Figura 1** muestra un crecimiento exponencial en la producción científica anual, con un aumento gradual hasta mediados de los años 2000 y un crecimiento acelerado en años posteriores. Se observa una evolución creciente en la cantidad de publicaciones anuales, especialmente a partir de 2015. Este fenómeno da cuenta del creciente interés de la comunidad científica por explorar la aplicación de la IA y las TIC en contextos educativos. El comportamiento exponencial del crecimiento refuerza la idea de que este campo se encuentra en una fase de expansión activa.

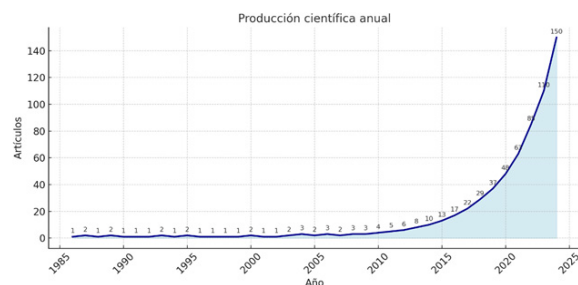


Figura 1. Elaboración propia a partir de datos extraídos de Scopus, procesados mediante Bibliometrix

Concentración de investigación por disciplina

La **Figura 2** revela que las Ciencias Sociales dominan la producción científica, representando el 50.7% del total, seguidas por Ciencias de la Computación (18.6%) e Ingeniería (8.6%). Esta distribución sugiere una clara preferencia por las Ciencias Sociales en los datos analizados.

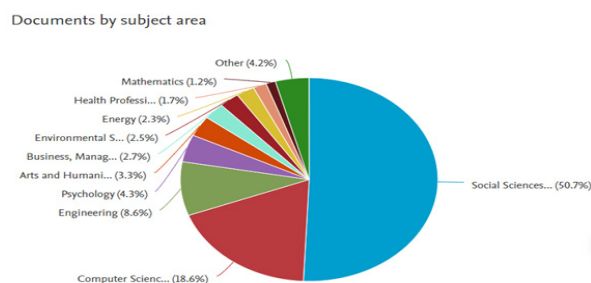
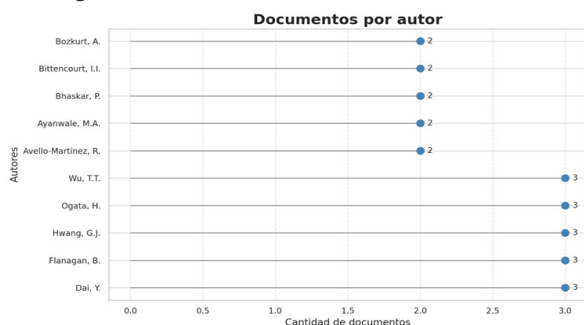


Figura 2. Documento por área de estudio

Elaboración a partir de datos extraídos de Scopus

Productividad de autores

En la **Figura 3**, se destacan los autores más prolíficos: Dai Y., Flanagan B., Hwang G. J., Ogata H. y Wu T. T., cada uno con al menos 3 publicaciones. Dai tiene 36 publicaciones y más de 650 citas, mientras que Flanagan cuenta con 136 publicaciones y 937 citas, evidenciando su impacto en el campo. La identificación de autores facilita la formación de grupos de investigación y colaboraciones estratégicas, promoviendo un enfoque más cohesivo y colaborativo. Esto puede resultar en una producción científica más robusta y en la difusión de mejores prácticas en la implementación de tecnologías educativas.

**Figura 3.** Publicación por autor

Elaboración a partir de datos extraídos de Scopus.

Citas promedio por año

La Figura 4 muestra un aumento general en el promedio de citas por artículo desde mediados de años 90, alcanzando un pico alrededor de 2020, lo que sugiere un mayor impacto de las investigaciones publicadas en años recientes. Un mayor número de citas puede indicar que los trabajos recientes están abordando temas críticos y relevantes, lo que puede atraer la atención de investigadores y educadores. Esto puede llevar a una mayor inversión en investigación y desarrollo de programas educativos que integren estas tecnologías.

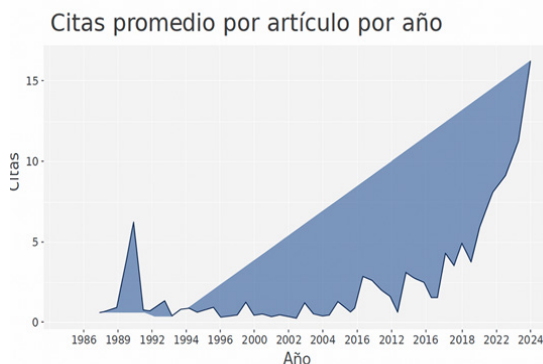


Figura 4. Citas promedio por año, procesados mediante Bibliometrix

Agrupamiento de fuentes a través de la Ley de Bradford

La **Figura 5** ilustra cómo la mayor parte de los artículos se concentran en un núcleo de revistas de alto impacto, lo que indica que los investigadores pueden optimizar su búsqueda al centrarse en estas publicaciones. El análisis bibliométrico confirma que la producción científica se agrupa en fuentes especializadas, lo que puede orientar a investigadores sobre dónde publicar o consultar investigaciones relevantes. El enfoque en revistas de alto impacto puede limitar la diversidad de voces en el ámbito académico. Es vital fomentar el acceso a una gama más amplia de plataformas de publicación para que se escuchen diversas perspectivas y enfoques en la investigación sobre IA y TIC en educación.

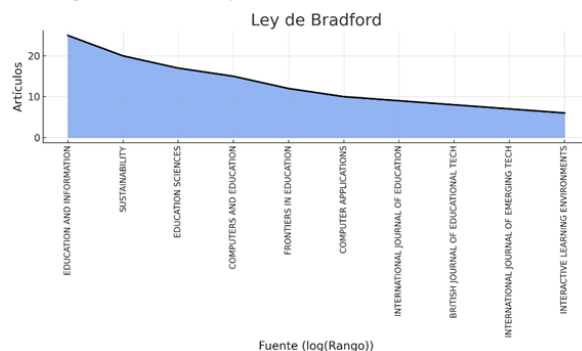


Figura 5. Ley de Bradford, procesados mediante Bibliometrix

Producción científica por país

La Figura 6 muestra que China lidera el ranking de países en citas recibidas por sus publicaciones, seguido por el Reino Unido y Estados Unidos, reflejando la creciente influencia de China en el panorama científico global. Esto sugiere que las políticas nacionales y las inversiones en investigación son factores clave en la producción científica. El eje de producción científica está cambiando hacia el continente asiático, lo que sugiere una transformación geopolítica del conocimiento en educación y tecnología. La colaboración internacional debe tener en cuenta estos nuevos polos de liderazgo.

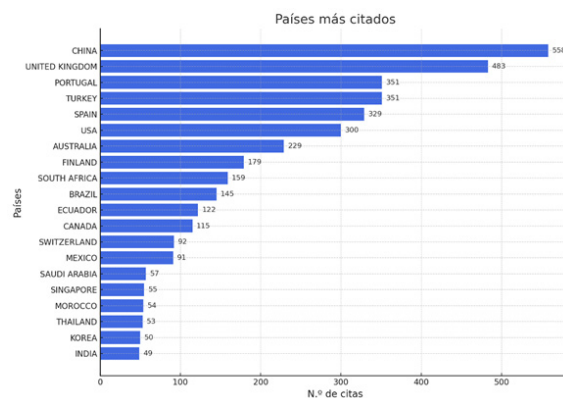


Figura 6. Producción científica del país, procesados mediante Bibliometrix

DISCUSIÓN

Los resultados evidencian un campo de estudio en plena expansión, altamente interdisciplinar, con fuerte anclaje en las Ciencias Sociales, pero impulsado también por tecnologías aplicadas. El crecimiento en producción y citación, junto a la concentración en autores y revistas, configuran un ecosistema académico maduro, pero aún con brechas: destaca la persistencia de la brecha digital y la necesidad de formación docente especializada en integración tecnológica. Lo cual puede atribuirse a factores como el avance tecnológico y una mayor conciencia sobre temas ambientales. Este aumento en la producción científica es notable por su cantidad y además por el incremento en el promedio de citas por artículo, lo que sugiere que las investigaciones publicadas son cada vez más influyentes. Esta tendencia indica una consolidación del campo, donde los investigadores contribuyen no solo con nuevos estudios, sino que también generan un impacto significativo en la comunidad académica, reflejando la relevancia de sus hallazgos en la práctica y la teoría. Este fenómeno concuerda con las observaciones de Kamalski & Kirby (2012) y Kostoff et al. (2005), quienes destacan la creciente importancia del análisis bibliométrico para medir el impacto de la producción científica, entendiendo de esta forma la conclusión analítica de resultados observa que el crecimiento en publicaciones y citas indica un alto grado de legitimidad científica, la concentración de producción muestra que existe un “núcleo duro” de investigadores e instituciones. Una diversidad disciplinar y geográfica evidencia un fenómeno global, pero con desafíos de equidad para lo cual la IA y las TIC están transformando tanto el acceso al conocimiento como el paradigma pedagógico dominante.

El análisis del impacto local y la producción científica por país revela patrones en la colaboración internacional. La preeminencia de China en el ranking de citas indica su creciente influencia en el panorama científico, un cambio que contrasta con el dominio histórico de los países anglosajones. Este hallazgo respalda la observación de Ferrada et al. (2021) sobre las transformaciones en la producción de conocimiento y sugiere un cambio en la dinámica global de la investigación, donde el esfuerzo colaborativo y la especialización en áreas específicas están impulsando innovaciones significativas.

La visualización de palabras clave en los resúmenes también pone de manifiesto el creciente interés en la intersección entre educación y tecnología, particularmente en el uso de la inteligencia artificial (IA) en el aprendizaje. Este enfoque resalta la necesidad de seguir explorando cómo estas tecnologías emergentes pueden mejorar los procesos educativos, preparando a los estudiantes para un futuro donde la tecnología desempeñará un papel central. Los resultados son consistentes con las afirmaciones de Turner (2011) y la European Commission (2015) sobre la personalización del aprendizaje mediante la IA.

Sin embargo, la persistencia de la brecha digital limita el acceso equitativo a las tecnologías educativas, un hallazgo que coincide con las preocupaciones éticas y estructurales

planteadas por Farrelly & Baker (2023) y Durak & Saritepeci (2018). Bonilla et al. (2020) también enfatizan la necesidad de políticas que aseguren la equidad en el acceso a recursos tecnológicos, un mensaje que se mantiene vigente en los resultados de este estudio.

Además, se destaca la creciente integración de enfoques STEM y STEAM en la educación, alineándose con los planteamientos de González-Ciriaco & Medina-Marín (2023) y Domènech-Casal (2019). Estos enfoques promueven la incorporación de TIC y IA, y además fomentan el desarrollo de habilidades transversales como el pensamiento crítico y la creatividad, esenciales en la sociedad del conocimiento. Este hallazgo evidencia una transformación en los paradigmas pedagógicos tradicionales, favoreciendo la interdisciplinariedad y la innovación educativa.

En coherencia con los hallazgos presentados, los resultados del presente estudio permiten interpretar el comportamiento de la producción científica desde la perspectiva de dos leyes clásicas de la bibliometría: la Ley de Lotka y la Ley de Bradford, las cuales no solo fueron consideradas desde un enfoque teórico, sino también contrastadas empíricamente con los datos obtenidos. La Ley de Lotka describe cómo un pequeño grupo de autores concentra la mayoría de las publicaciones en un campo, lo que se evidencia claramente en la productividad de investigadores como Dai, Flanagan, Hwang, Ogata y Wu, quienes destacan por el número de artículos publicados y por la cantidad de citas recibidas. Este patrón sugiere la existencia de un núcleo autoral consolidado que lidera las contribuciones científicas en el ámbito de la IA y las TIC aplicadas a la educación, lo cual concuerda con estudios previos sobre concentración de autoría en campos emergentes (Kamalski & Kirby, 2012).

De igual modo, los resultados también se alinean con la Ley de Bradford, que sostiene que la mayor parte de la producción científica relevante se concentra en un número reducido de revistas especializadas. Como muestra la Figura 5, un pequeño grupo de publicaciones académicas actúa como fuente principal de diseminación del conocimiento en esta línea investigativa, lo que aporta una orientación clara sobre las revistas más influyentes del campo. Estas regularidades bibliométricas no solo reflejan la madurez creciente del área de estudio, sino que también permiten identificar dinámicas estructurales de visibilidad, especialización y concentración del conocimiento en torno a la intersección entre inteligencia artificial, tecnologías digitales y procesos educativos. Su incorporación en la discusión contribuye a una lectura más profunda de los datos y a una valoración crítica del ecosistema científico en el que se inscribe esta producción. Este fenómeno, descrito por Pritchard (1969) y Zupic & Čater (2014), tiene implicaciones para la evaluación de la productividad científica y la difusión del conocimiento, destacando la necesidad de diversificar fuentes y actores en la investigación.

Finalmente, los resultados muestran un incremento en la colaboración científica internacional, en la que Estados Unidos y China lideran las redes globales. Esta dinámica

coincide con lo señalado por Kuhail et al. (2021) y Liu et al. (2020), quienes destacan la importancia de alianzas interinstitucionales para abordar desafíos educativos complejos. El World Collaboration Map presentado en este estudio evidencia cómo la cooperación internacional es clave para impulsar la investigación en IA y TIC en educación.

Los hallazgos de este estudio confirman tendencias identificadas en la literatura previa y además aportan nuevas perspectivas sobre la evolución y el impacto de la IA y las TIC en los procesos de aprendizaje. La necesidad de políticas educativas inclusivas y colaborativas es fundamental para maximizar los beneficios de la tecnología, asegurando un acceso equitativo y ético a estas innovaciones.

CONCLUSIÓN

El estudio sobre la influencia de la Inteligencia Artificial (IA) y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos de aprendizaje ha revelado un notable crecimiento en la producción científica en este campo durante las últimas décadas (Denes, 2023; Mohamed et al., 2022). Este incremento en la investigación sugiere un interés creciente entre los académicos por explorar las oportunidades y desafíos que presentan estas tecnologías en la educación (Bekmanova et al., 2021; Chen et al., 2020). La evolución de la producción científica, junto con el aumento en el número de citas, indica que las investigaciones son más abundantes y más valoradas por la comunidad académica, reflejando una mayor integración de estas tecnologías en las prácticas educativas.

La diversidad de temas abordados, como el diseño instruccional basado en datos y el desarrollo de habilidades digitales, destaca la complejidad del entorno educativo actual (Robles & Quintero, 2020). Las palabras clave identificadas en los resúmenes indican que la IA y las TIC están transformando la enseñanza y el aprendizaje, así como están remodelando la concepción misma de la educación (Alenezi & Faisal, 2020). Esto resalta la importancia de la formación docente en el uso efectivo de estas herramientas, garantizando que puedan integrar la tecnología en sus prácticas de manera que enriquezca el proceso educativo (Hwang & Tu, 2021; Kerimbayev et al., 2020).

El análisis del impacto local y el ranking de países en términos de citas revela un panorama de colaboración internacional en la producción científica. La preeminencia de países como China y su creciente influencia en la investigación educativa subrayan la necesidad de un enfoque global para abordar los desafíos educativos contemporáneos. Esta dinámica resalta la importancia de establecer alianzas entre instituciones de diferentes países para fomentar la innovación y el intercambio de conocimientos en el uso de la IA y las TIC en la educación (Kuhail et al., 2021; Liu et al., 2020).

A pesar de los avances, persisten desafíos significativos como la brecha digital y la necesidad de garantizar el acceso equitativo a la tecnología (Huang & Qiao, 2022; Lippert et al., 2020). La integración efectiva de la IA y las TIC en

los procesos de aprendizaje requiere no solo inversiones en infraestructura, sino también políticas educativas que promuevan la inclusión y la equidad (Lee & Yeo, 2022). Es fundamental que las instituciones educativas y los responsables de políticas trabajen en conjunto para superar estas barreras y asegurar que todos los estudiantes puedan beneficiarse de las oportunidades que ofrecen estas tecnologías.

Este estudio contribuye a un mayor entendimiento del impacto de la IA y las TIC en la educación, al servir como un llamado a la acción para investigadores, educadores y formuladores de políticas. La continua evolución de la tecnología implica que la investigación en este campo debe ser constante y adaptativa (Kong et al., 2023). Al centrarse en la intersección entre educación y tecnología, es posible transformar la forma en que se lleva a cabo el aprendizaje, preparando a los estudiantes para un futuro en el que la tecnología será un componente esencial de su vida académica y profesional.

Los hallazgos de este estudio no solo confirman las tendencias previamente identificadas en la literatura sobre inteligencia artificial y tecnologías digitales aplicadas a la educación, sino que también aportan nuevas perspectivas sobre la evolución, consolidación y concentración del conocimiento científico en este campo. El análisis bibliométrico evidencia un crecimiento sostenido tanto en volumen de publicaciones como en citas recibidas, lo que indica que la comunidad académica está otorgando una relevancia creciente a estas líneas de investigación, tanto temas emergentes, como elementos estructurales en los procesos de enseñanza-aprendizaje contemporáneos.

Contribución de los autores:

Cristian Ferrada Ferrada: conceptualización, curación, metodología, análisis, escritura inicial, escritura final.

Francisco Kroff Trujillo: curación, metodología, análisis, escritura inicial, escritura final.

Cristian Márquez Triviño: curación, metodología, análisis, escritura inicial, escritura final.

Referencias

- Abeliuk, A., & Gutiérrez, C. (2021). Historia y evolución de la inteligencia artificial. *Revista Bits de Ciencia* (21), 14-21. <https://revistasdex.uchile.cl/index.php/bits/article/view/2767/2700>
- Alenezi, H., & Faisal, M. (2020). Utilizing crowdsourcing and machine learning in education: Literature review. *Education and Information Technologies*, 25, 2971–2986. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10102-w>
- Alvarado, R. (2016). El crecimiento de la literatura sobre la ley de Bradford. Investigación Bibliotecológica: *Archivonomía, Bibliotecología e Información*, 30(68), 51-72. <https://doi.org/10.1016/j.ibbai.2016.02.003>
- Anuyahong, B., Rattanapong, C., & Patcha, I. (2023). Analyzing the Impact of Artificial Intelligence in Personalized Learning and Adaptive Assessment in Higher Education. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, 10(4) 88-93. <https://doi.org/10.51244/ijrsi.2023.10412>
- Ariza, T., Bermúdez, M., Quevedo-Blasco, R., & Buela-Casal, G. (2012). Evolución de la legislación de doctorado en los países del EEES. *Revista iberoamericana de psicología y salud*, 3(2), 89-108. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3939394>
- Ariza, T., Granados, M., Ramiro, M., & Gómez-García, A. (2011). Una década de la Revista Española de Orientación y Psicopedagogía: un análisis bibliométrico de su evolución. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 22(1), 38-57. <https://revistas.uned.es/index.php/reop/article/view/76>
- Bai, J., Marin, V., Jung, I., & Zawacki-Richter, O. (2023). Future Prospects of Artificial Intelligence in Education: A Preliminary Analysis of Educator Perspectives from Focus Groups in Japan, Spain, and Germany. *Ubiquity Proceedings*, 3(1), <https://doi.org/10.5334/uproc.74>
- Barrett, B., Moran, A. & Woods, J. (2014). Meteorology meets engineering: an interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/2196-7822-1-6>
- Bekmanova, G., Ongarbayev, Y., Somzhurek, B., & Makatayev, N. (2021). Personalized training model for organizing blended and lifelong distance learning courses and its effectiveness in Higher Education. *Journal of Computing in Higher Education*, 33, 668-683. <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09282-2>
- Bennett, L. (2023). Optimising the Interface between Artificial Intelligence and Human Intelligence in Higher Education. *International Journal of Teaching, Learning and Education*, 3(1). <https://doi.org/10.22161/ijtle.2.3.3>
- Bonilla, M., Benavides, J., Espinoza, F., & Castillo, D. (2020). Estrategias metodológicas interactivas para la enseñanza y aprendizaje en la educación superior. *Revista Científica UISRAEL*, 7(3), 25-36. <https://doi.org/10.35290/rcui.v7n3.2020.282>
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. (2020). Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 120. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002>
- Clark, L., Majumdar, S., Bhattacharjee, J. y Hanks, A. (2015). Creating an atmosphere for STEM literacy in the rural south through studentcollected weather data. *Journal of Geoscience Education*, 63(2), 105-115. <https://doi.org/10.5408/13-066.1>
- Delgado, N., Carrasco, L., de la Maza, M., & Etxabe-Urbiet, J. (2024). Aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en Educación: Los beneficios y limitaciones de la IA percibidos por el profesorado de educación primaria, educación secundaria y educación superior. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 27(1), 207-224. <https://doi.org/10.6018/reifop.577211>
- Delgado, T., Martínez, C., & Tigrero, V. (2022). Desarrollo de competencias digitales del profesorado mediante entornos virtuales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 52(3). <https://doi.org/10.48102/rlce.2022.52.3.512>
- Delgado-Wise, R., Chávez-Elorza, M., & Rodríguez-Ramírez, H. (2016). La innovación y la migración calificada en la encrucijada: reflexiones a partir de la experiencia mexicana. *REMHU-Revista Interdisciplinar Da Mobilidade Humana*, 24(47), 153-174. <https://www.scielo.br/j/remhu/a/4WKrwZHP47fXTrGZQgdcN/?lang=es>
- Denes, G. (2023). A case study of using AI for General Certificate of Secondary Education (GCSE) grade prediction in a selective independent school in England. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100129>
- Domènech-Casal, J. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. Universitat Tarraconensis. *Revista de Ciències de l'Educació*, 1(2), 154-168. <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2.2646>
- Durak, H., & Saritepeci, M. (2018). Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model. *Computers & Education*, 116, 191-202. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.004>
- Egghe, L. (2006). Theory and practise of the g-index. *Scientometrics*, 69(1), 131-152. <https://doi.org/10.1007/s11192-006-0144-7>
- European Commission. (2015). *Science education for Responsible Citizenship*. <https://doi.org/10.2777/12626>
- Fajardo, Z., Gamboa, M., Valdivieso, M., & Murillo, J. (2024). Cómo impacta la inteligencia artificial en la educación. *Reciamuc*, 8(1), 62-70. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.\(1\).ene.2024.62-70](https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.(1).ene.2024.62-70)
- Farrelly T, & Baker, N. (2023) Generative Artificial Intelligence: Implications and Considerations for Higher Education Practice. *Education Sciences*, 13(11), 1109. <https://doi.org/10.3390/educsci13111109>
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Puraivan, E. & Silva-Díaz, F. (2020). Análisis bibliométrico sobre Educación Financiera en Educación Primaria. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVI(Número especial 2), 225-242. <https://hdl.handle.net/20.500.12536/1045>
- Ferrada, C., Puraivan, E., Silva, F., & Díaz Levicoy, D. (2021) ‘Robótica aplicada al aula en Educación Primaria: un caso en el contexto español’. *Sociología y Tecnociencia*, 11(2), 240-259. https://doi.org/10.24197/st.Extra_2.2021.240-259
- García, W. (2022). La innovación educativa como elemento transformador para la enseñanza en la unidad educativa “Augusto Solórzano Hoyos”. *Revista Educare - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 26(2), 287-306. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v26i2.1775>
- Gómez, V, Muriel, M., & Londoño. (2019). El papel del docente para el logro de un aprendizaje significativo apoyado en las TIC. *Encuentros*, 17(2), 118.131. <https://doi.org/http://bibliotecadigital.ue.edu.co/jspui/handle/20.500.12717/2727>
- Gómez-Loero, L. (2024). Una experiencia sistematizada: La inteligencia artificial, ¿aliada en la enseñanza o amenaza para el futuro?. *Revista Multidisciplinaria Voces de América y el Caribe*, 1(1), 327-358. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11254519>
- González-Ciriaco, L., & Medina-Marin, A. (2023). Avances y desafíos éticos en la integración de la IA en la producción científica. *Journal of Scientific Metrics and Evaluation*, 1(1), 48-67. <https://doi.org/10.69821/JoSME.v1i1.2>
- Granados, M., Ariza, T., Gómez-García, A. y Ramiro, M. (2011). Estudio bibliométrico de Aula Abierta. *Aula Abierta*, 39(3), 97-111. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3691532>
- Granda, A., Espinoza, F. y Mayon, E. (2019). Las TICs como herramientas didácticas del de enseñanza-aprendizaje. *Conrado*, 15(66), 104-110. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000100104
- Gutiérrez, M., Pinedo, & Gil, P. (2022). Competencias TIC y mediáticas del profesorado.: Convergencia hacia un modelo integrado AMI-TIC. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*. <https://doi.org/10.3916/C70-2022-02>
- Holmlund, T, Lesseig, K. y Slavik, D. (2018). Making sense of “STEM education” in K-12 contexts. *International Journal of STEM Education*, 5(32). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0127-2>
- Huang, X., & Qiao, C. (2022). Enhancing Computational Thinking Skills Through Artificial Intelligence Education at a STEAM High School.

- Science & Education, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00392-6>
- Hwang, G., & Tu, Y. (2021). Roles and Research Trends of Artificial Intelligence in Mathematics Education: A Bibliometric Mapping Analysis and Systematic Review. *Mathematics*, 9(6), 1-19. <https://doi.org/10.3390/math9060584>
- Jaramillo, D. (2024). La gestión escolar basada en inteligencia artificial para mejorar el rendimiento académico. *South Florida Journal of Development*, 5(5), e3914. <https://doi.org/10.46932/sfjdv5n5-016>
- Johnson, M. (2012). Editors' response: The uses and abuses of bibliometrics. *Reproductive BioMedicine Online*, 25(4), 435. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2012.07.012>
- Kamalski, J., & Kirby, A. (2012). *Bibliometrics and urban knowledge transfer. Cities*, 29, S3-S8. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.06.012>
- Kerimbayev, N., Beisov, N., Kovtun, A., Nurym, N., & Akramova, A. (2020). Robotics in the international educational space: Integration and experience. *Education and Information Technologies*, 25, 5835-5851. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10257-6>
- Kong, S., Cheung, W., & Tsang, O. (2023). Evaluating an artificial intelligence literacy programme for empowering and developing concepts, literacy and ethical awareness in senior secondary students. *Education and Information Technologies*, 28, 4703-4724. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11408-7>
- Kostoff, R., Tshiteya, R., Pfeil, K., Humenik, J. & Karypis, G. (2005). Power source roadmaps using bibliometrics and database tomography. *Energy*, 30(5), 709-730. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2004.04.058>
- Kuhail, M., Alturki, N., Alramlaui, S., & Alhejori, K. (2021). Interacting with educational chatbots: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 28, 973-1018. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11177-3>
- Lee, D., & Yeo, S. (2022). Developing an AI-based chatbot for practicing responsive teaching in mathematics. *Computers & Education*, 191, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104646>
- Lim, Y., Darmesah, G., Pang, N., & Ho, (2023). A bibliometric analysis of structural equation modeling in mathematics education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(12), em2365. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13838>
- Lippert, A., Shubeck, K., Morgan, B., Hampton, A., & Graesser, A. (2020). Multiple Agent Designs in Conversational Intelligent Tutoring Systems. *Technology, Knowledge and Learning*, 25, 443-463. <https://doi.org/10.1007/s10758-019-09431-8>
- Liu, Q., Huang, J., Wu, L., & Ba, S. (2020). CBET: design and evaluation of a domain-specific chatbot for mobile learning. *Universal Access in the Information Society*, 19, 655-673. <https://doi.org/10.1007/s10209-019-00666-x>
- Meho, L. & Yang, K. (2007). A new era in citation and bibliometric analyses: Web of Science, Scopus, and Google Scholar. *Journal of the American Society for Information Sci and Tech*, 58(13), 2105-2125. <https://doi.org/10.48550/arXiv.cs/0612132>
- Mohamed, Z., Hidayat, R., Suhaizi, N., Sabri, N., Mahmud, M., & Baharuddin, S. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), 1-11. <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>
- Okello, T. (2023). Analyzing the Impacts of Artificial Intelligence on Education. *IAA Journal Of Education*, 9(3):8-13. <https://doi.org/10.59298/iaaje/2023/2.10.1000>
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics? *Journal of Documentation*, 25(4), 348-349.
- Rizvi, M. (2023). Exploring the landscape of artificial intelligence in education: Challenges and opportunities. *2023 5th International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*, 01-03. <https://doi.org/10.1109/HORA58378.2023.10156773>
- Robles, D., & Quintero, C. (2020). Intelligent System for Interactive Teaching through Videogames. *Sustainability*, 12(9), 1-14. <https://doi.org/10.3390/su12093573>
- Román -Acosta, D., Alarcón-Osorio, D., & Rodríguez-Torres, E. (2023). Implementación de ChatGPT: aspectos éticos, de edición y formación para estudiantes de posgrado. *Revista Senderos Pedagógicos*, 15(1), 15-31. <https://doi.org/10.53995/rsp.v15i1.1592>
- Sallu, S., Sianturi, N., Purwoko, B., Herliansyah, Y., & Manuhutu, M. (2023). Learning in Higher Education Based on Artificial Intelligence (AI) with Case Based Reasoning (CBR). (2023). *Journal of Namibian Studies: History Politics Culture*, 34, 1049-1064. <https://doi.org/10.59670/jns.v34i.1191>
- Sharma, P., & Harkishan, M. (2022). Designing an intelligent tutoring system for computer programing in the Pacific. *Education and Information Technologies*, 27, 6197-6209. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10882-9>
- Shi, J., & Xuwei, Z. (2023). Integration of AI with Higher Education Innovation: Reforming Future Educational Directions. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 12(10) 1727-1731. <https://doi.org/10.21275/sr231023183401>
- Tarisaýi, K. (2024). Strategic leadership for responsible artificial intelligence adoption in higher education. *CTE Workshop Proceedings*, 11, 4-14. <https://doi.org/10.55056/cte.616>
- Turner, S. (2011). Pupils' attitudes towards primary and secondary science. Germany: Lambert Academic Publishing. https://repository.lboro.ac.uk/articles/book/Pupils_attitudes_towards_primary_and_secondary_science_/9352352
- UNESCO. (2019). Consenso de Beijing sobre inteligencia artificial y la educación. Beijing: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
- Wardat, Y., Tashtoush, M., Alali, R., & Jarrah, A. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), 1-18. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13272>
- Zhang, K., & Aslan, A. (2021). AI technologies for education: Recent research & future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100025>
- Zhou, C. (2023). Integration of modern technologies in higher education on the example of artificial intelligence use. *Education and Information Technologies*, 28, 3893-3910. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11309-9>
- Zupic, I. & Čater, T. (2014). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>