

Uso de la Inteligencia Artificial para Mejorar el Aprendizaje de Matemáticas en la Educación Superior. Una Revisión bibliométrica

Use of Artificial Intelligence to Improve Mathematics Learning in Higher Education. A bibliometric review

Miriam María Estrada Huancas

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Email: mestrada@unprg.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1628-2685>

Carmen Margarita Guzmán Roldán

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Email: cguzmanr@unprg.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5073-426X>

Rubén Esteban Burga Barboza

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Email: rburga@unprg.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1682-5395>

Luis Miguel Villegas Santamaría

Email: lvillegassa@unprg.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6535-3884>

Recibido: 11/09/2024

Aprobado: 10/11/2024

Publicado: 12/11/2024

Cómo citar este trabajo:

Estrada Huancas, M.M., Guzmán Roldán, C.M., Burga Barboza, R.E., & Villegas Santamaría L.M. (2024). Uso de la Inteligencia Artificial para Mejorar el Aprendizaje de Matemáticas en la Educación Superior. Una Revisión bibliométrica. *Revista Reflexiones De La Sociedad Y Economía*, 1(2), 161-183. <https://doi.org/10.62776/rse.v1i2.39>



© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Reflexiones de la sociedad y economía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, Perú, como acceso abierto bajo los términos de la Licencia *Creative Commons Atribución* 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Esta licencia permite compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material) el contenido para cualquier propósito, incluido el uso comercial

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo identificar patrones y tendencias en la producción científica sobre la aplicación de la inteligencia artificial en la educación matemática superior, mediante un análisis bibliométrico. La investigación aborda aspectos clave como el volumen de publicaciones, autores más influyentes, revistas destacadas, desarrollo semántico del tema y raíces históricas del concepto. El estudio se basó en un análisis bibliométrico de 897 publicaciones en la base de datos Scopus entre 1999 y 2024, utilizando herramientas como Bibliometrix, VOSviewer y Datawrapper. Los resultados muestran un crecimiento significativo en la producción científica desde 2019, vinculado a la madurez tecnológica y la transformación digital acelerada por la pandemia de COVID-19. Autores como Hwang G.-J. y Tu Y.-F. son destacados por su alta productividad y citación, y las revistas "Education and Information Technologies" y "Lecture Notes in Computer Science" emergen como las más relevantes. El análisis semántico subraya el enfoque en tecnologías avanzadas como machine learning y sistemas de tutoría inteligente. Se recomienda ampliar el análisis a otras bases de datos y adoptar un enfoque cualitativo en investigaciones futuras.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Aprendizaje de Matemáticas, Educación Superior, Revisión Bibliométrica.

ABSTRACT

The present article has aims to identify patterns and trends in scientific production related to the application of Artificial Intelligence in higher mathematics education through a bibliometric analysis. The research addresses key aspects such as the volume of publications, the most influential authors, prominent journals, semantic development of the topic, and historical roots of the concept. The study is based on a bibliometric analysis of 897 publications in the Scopus database between 1999 and 2024, using tools such as Bibliometrix, VOSviewer, and Datawrapper. The results show significant growth in scientific production since 2019, linked to technological maturity and the digital transformation accelerated by the COVID-19 pandemic. Authors like Hwang G.-J. and Tu Y.-F. stand out for their high productivity and citation, while the journals "Education and Information Technologies" and "Lecture Notes in Computer Science" emerge as the most relevant. The semantic analysis highlights a focus on advanced technologies like machine learning and intelligent tutoring systems. It is recommended to expand the analysis to other databases and adopt a qualitative approach in future research.

Keywords: Artificial Intelligence, Mathematics Learning, Higher Education, Bibliometric Review.

INTRODUCCIÓN

En los últimos diez años, la integración de tecnologías avanzadas en el ámbito educativo, particularmente la inteligencia artificial (IA), ha captado un interés creciente por su potencial para transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este fenómeno se refleja ampliamente en la literatura académica, la cual investiga cómo esta tecnología avanzada puede innovar la educación superior, especialmente en áreas complejas como las matemáticas. Dada la importancia fundamental de las matemáticas, surge la necesidad de adoptar métodos de enseñanza innovadores que se adapten a las características individuales de los estudiantes, optimizando así sus resultados académicos. En este sentido, la IA se ha posicionado como una herramienta de gran alcance, con la promesa de no solo personalizar el aprendizaje, sino también de optimizar las estrategias pedagógicas existentes (Hwang & Tu, 2021; Dai & Yang, 2022).

A nivel global, la investigación ha mostrado que el uso de IA en la enseñanza de las matemáticas puede mejorar significativamente la calidad educativa al proporcionar evaluaciones más precisas y adaptativas (Chen, 2022). Además, la IA permite a los educadores identificar de manera más efectiva las dificultades específicas de cada estudiante, lo cual podría contribuir a cerrar brechas de aprendizaje (Abar et al., 2024). Sin embargo, a pesar de estos avances, la adopción generalizada de estas tecnologías enfrenta obstáculos importantes, como la resistencia al cambio, las limitaciones tecnológicas y la necesidad de capacitación adecuada para los docentes (Hwang & Tu, 2021).

Un desafío crítico que se deriva de esta situación es la ausencia de un panorama claro y sistematizado sobre los patrones y tendencias en la producción científica relacionada con el uso de la IA para la mejora del aprendizaje de las matemáticas en la educación superior. Aunque existen numerosos estudios sobre este tema, la diversidad de enfoques y la dispersión de resultados complican la identificación de implicancias claras y de oportunidades en este campo. Por lo tanto, es imperativo realizar una revisión bibliométrica que aborde la pregunta: ¿Cuáles son los patrones y tendencias de la producción científica sobre el uso de la Inteligencia Artificial para mejorar el aprendizaje de matemáticas en la educación superior?

Sobre este tema, la literatura actual muestra una notable heterogeneidad. Algunos estudios destacan la capacidad de la IA para personalizar el aprendizaje, lo que ha demostrado estar relacionado con mejoras significativas en los resultados académicos (Dai & Yang, 2022) y (Abar et al., 2024). Por otro lado, algunos enfoques se centran en los desafíos que enfrenta la implementación de la IA en el ámbito educativo, como la necesidad de nuevas competencias docentes y la superación de barreras institucionales (Chen, 2022). Estas distintas perspectivas

subrayan la complejidad del tema y la necesidad de un análisis exhaustivo que integre los hallazgos diversos.

En particular, estudios recientes sugieren que se necesita explorar más cómo la IA podría no solo apoyar, sino transformar radicalmente la enseñanza de las matemáticas. Áreas como la automatización de evaluaciones y la generación de retroalimentación instantánea son prometedoras, pero aún requieren validación empírica y adaptación a diferentes contextos educativos (Hwang & Tu, 2021). Asimismo, las implicaciones éticas del uso de IA en la educación, aunque mencionadas, no han recibido la atención adecuada en la literatura actual (Chen, 2022).

Los estudios bibliométricos sintetizan los lineamientos de los grupos de investigación y de los investigadores individuales. Este análisis permite revelar tendencias de investigación en el campo de estudio. Así mismo nos brinda un mecanismo para identificar los aportes de las organizaciones académicas y de los individuos (Lu et al., 2023).

Por ello mismo, esta investigación busca responder a la pregunta principal: ¿Cuáles son los patrones y tendencias de la producción científica sobre el uso de la Inteligencia Artificial para mejorar el aprendizaje de matemáticas en la educación superior a través de un análisis bibliométrico? Esto incluye también la respuesta a preguntas específicas sobre la cantidad de estudios publicados, los autores más influyentes, las revistas clave, y el desarrollo semántico y temático en torno al fenómeno. Este estudio es crucial para llenar los vacíos en el conocimiento actual y proporcionar una base sólida para futuras investigaciones, además de ofrecer a los educadores y responsables de políticas una visión clara de las oportunidades y desafíos en la intersección entre tecnología y educación.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un análisis bibliométrico, con el objetivo de examinar el avance del conocimiento en la aplicación de la IA en la enseñanza de las matemáticas, siguiendo la metodología establecida por Luna y Luna (2024). Este enfoque metodológico abarcó una serie de pasos sistemáticos que incluyeron la formulación de preguntas de investigación, la selección de bases de datos relevantes, la construcción de una ecuación de búsqueda específica y el análisis exhaustivo de los metadatos obtenidos. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, de naturaleza exploratoria y descriptiva, empleando un diseño no experimental de tipo transeccional. La pregunta formulada para la investigación fue: ¿Cuáles son los patrones y tendencias de la producción científica sobre el Uso de la Inteligencia Artificial para Mejorar el Aprendizaje de Matemáticas en la Educación Superior, según un análisis bibliométrico de la literatura existente?, esta pregunta general conlleva a las siguientes interrogantes específicas: a) ¿Cuántos estudios se han publicado a lo largo de los años?, b)

¿Quiénes son los autores más activos en el área?, c) ¿Cuáles son las revistas más importantes relacionado con el tema?, d) ¿Cuál es el desarrollo semántico alrededor del fenómeno en estudio?, e) ¿Cuáles son los temas motores en torno al fenómeno en estudio, perspectivas, nichos, temas emergentes? y f) ¿Cuáles son las raíces históricas del concepto o constructo central del tema en estudio?

Para la construcción de la ecuación de búsqueda, se emplearon términos clave como: TITLE-ABS-KEY ("Artificial Intelligence" OR "Neural Networks" OR "Intelligent Systems" OR tic OR "Educative technology") AND ("Higher education" OR "University Education" OR "Graduate education" OR "Higher learning" OR "Advanced Learning") AND ("Mathematics education" OR "learning mathematics" OR "mathematics teaching" OR "Mathematical pedagogy" OR "Didactics of Mathematics"). No se estableció un límite temporal, permitiendo así cubrir el desarrollo del tema desde sus primeros registros en la literatura científica hasta la actualidad. Como resultado de esta búsqueda en la base de datos Scopus, se identificaron 897 publicaciones científicas relevantes.

Con el objetivo de refinar la búsqueda para la redacción de la introducción y discusión del estudio, se utilizó una ecuación de búsqueda más restringida: TITLE ("Artificial Intelligence" OR "Neural Networks" OR "Intelligent Systems" OR tic OR "Educative technology") AND ("Higher education" OR "University Education" OR "Graduate education" OR "Higher learning" OR "Advanced Learning") AND TITLE ("Mathematics education" OR "learning mathematics" OR "mathematics teaching" OR "Mathematical pedagogy" OR "Didactics of Mathematics"). Esta fórmula canónica limitó el estudio a 16 artículos. Sin embargo, se excluyó el artículo "A Method for Evaluating the Quality of Mathematics Education Based on Artificial Neural Network" debido a su retractación. Además, para el análisis espectroscópico, se consideró pertinente incluir 9 estudios adicionales que mostraron una estrecha relación con la temática de la investigación.

Los datos obtenidos de Scopus se exportaron en formato CSV y se convirtieron a Excel para su posterior análisis. Tanto los datos sin procesar como los procesados se encuentran disponibles en un enlace específico para su consulta (<https://drive.google.com/drive/folders/1-yCiSVvddO8J66WYbTgRhIZrztXzql-e?usp=sharing>). Para la generación de visualizaciones científicas se emplearon herramientas especializadas como Bibliometrix, VosViewer y Datawrapper. Bibliometrix, una herramienta desarrollada en R por el equipo de R Core Team y la R Foundation for Statistical Computing (Bibliometrix, 2024), facilitó el análisis bibliométrico. VOSviewer, un software de código abierto, permitió la creación y visualización de redes bibliométricas (VOSviewer, 2024). Por último, Datawrapper se utilizó para generar gráficos y tablas estadísticas claras y efectivas, esenciales para la comunicación precisa de los resultados en contextos académicos y profesionales.

RESULTADOS

Se presenta la interpretación de cada una de las tablas y figuras obtenidas a partir de la información bibliométrica correspondiente al uso de inteligencia artificial para mejorar el aprendizaje de matemáticas en educación superior desde que se inicia la publicación en la base de Scopus. Se considera como pregunta central para la investigación ¿Cuáles son los patrones y tendencias de la producción científica sobre el uso de la inteligencia artificial para mejorar el aprendizaje en educación superior según un análisis bibliométrico de la literatura existente?

Tabla 1

Principales indicadores bibliométricos de la colección de metadatos.

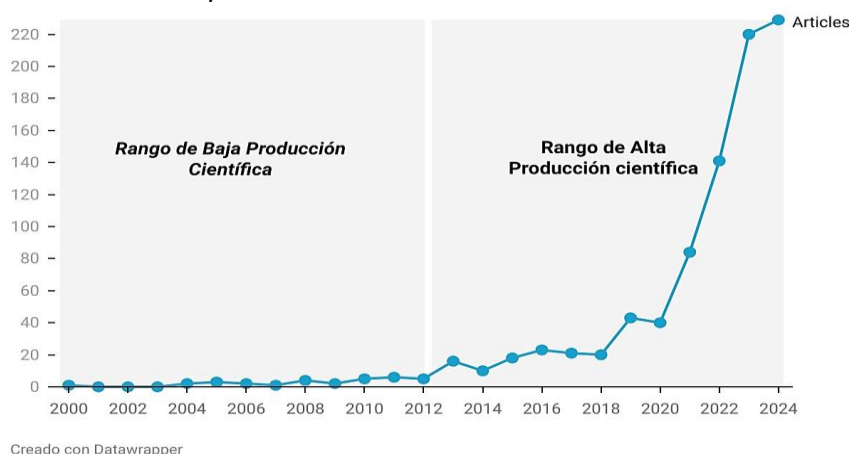
Description	Results
MAIN INFORMATION ABOUT DATA	
Timespan	1999:2024
Sources (Journals, Books, etc)	509
Documents	897
Annual Growth Rate %	24
Document Average Age	3
Average citations per doc	11
References	48 701
DOCUMENT CONTENTS	
Keywords Plus (ID)	3 206
Author's Keywords (DE)	2 315
AUTHORS	
Authors	2 744
Authors of single-authored docs	133
AUTHORS COLLABORATION	
Single-authored docs	138
Co-Authors per Doc	3
International co-authorships %	21
DOCUMENT TYPES	
article	521
Additional 7 rows not shown.	
Creado con Datawrapper	

Nota: Indicadores procesados en Bibliometrix, con base en la colección de Scopus

En la Tabla 1 se observa que, el análisis bibliométrico sobre el uso de inteligencia artificial para mejorar el aprendizaje de matemáticas en educación superior abarcó 25 años (1999-2024), examinando 509 documentos de 897 fuentes distintas. La producción científica mostró

un crecimiento anual del 24%, con una edad media de documentos de 3 años y un promedio de 11 citas por documento. Estos datos indican un crecimiento constante y destacado en el interés por el tema, así como una influencia significativa de las publicaciones en este campo.

La investigación se destacó por su extensión y profundidad, lo cual queda claro a través de las 48,701 referencias consultadas y la amplia gama de términos clave utilizados (3,206 Plus y 2,315 relacionados con autores). Esta diversidad terminológica permitió una identificación más precisa de la información y reflejó las múltiples perspectivas y enfoques en el campo del uso de la inteligencia artificial. En total, participaron 2,744 autores, con un promedio de 3 coautores por documento, aunque también se identificaron 133 documentos de autoría individual. La colaboración internacional se evidenció en un 21% de las coautorías, lo que subraya la importancia global del tema y la contribución de diferentes contextos geográficos y culturales en su análisis.

Figura 1*Evolución de las publicaciones*

Nota: Indicadores procesados en Bibliometrix, con base en la colección de Scopus

A partir de la Figura 1 se dio respuesta a la interrogante ¿Cuál ha sido la evolución de las publicaciones sobre el uso de la inteligencia artificial para mejorar el aprendizaje de la matemática en educación superior? Se observó que durante los primeros años del período en estudio (1999-2011) se realizaron menos de 5 publicaciones por año relacionados con la inteligencia artificial y las matemáticas, lo cual pudo atribuirse a la baja adopción de la inteligencia artificial en el ámbito educativo. Sin embargo, desde el 2012 hasta antes del 2018 se notó un incremento moderado en la producción científica, el cual coincidió con el avance de la tecnología y un mayor interés en las aplicaciones educativas de la IA. No obstante, desde el 2019 el número de publicaciones se ha incrementado de manera exponencial, esto podría atribuirse a la madurez de la tecnología, un mayor reconocimiento de la importancia de la IA

en la educación, y posiblemente, a la pandemia de COVID-19 que aceleró la transformación digital en las instituciones educativas.

Tabla 2*Principales autores*

Autor	h_index	g_index	m_index	Total citas	Número publicaciones
HWANG G-J	5	8	1,00	249	8
TU Y-F	5	6	1,25	250	6
OGATA H	4	5	1,00	44	5
OUYANG F	4	4	1,00	416	4
VINICHENKO MV	4	7	0,67	73	7
ZHAO J	4	4	1,00	49	4
CHEN Z	3	4	0,60	62	4
CHULANOVA OL	3	3	0,75	18	3
HU X	3	3	0,60	71	3
KARACSONY P	3	3	0,50	24	3

Additional 1854 rows not shown.

Creado con Datawrapper

Nota: Indicadores procesados en Bibliometrix, con base en la colección de Scopus

Se analizó la Tabla 2 a fin de dar respuesta a ¿Quiénes son los autores con mayor actividad en el uso de la inteligencia artificial para mejorar el aprendizaje de la matemática en la educación superior? donde se observó que los autores con mayor productividad, impacto y evolución en el área son Hwang G-J y Tu Y-F quienes presentan un alto índice h y una cantidad importante de publicaciones citadas frecuentemente, esto dio muestra de un impacto significativo en el área de estudio. En esta misma línea, aunque en menor medida que Hwang y Tu (2021) se tienen a Ogata (2024), Ouyang y Jiao (2021) y Vinichenko (2022) que también son relevantes en el tema.

Hwang (2020) con un total de 8 publicaciones, índice $h=5$ (5 de sus artículos han sido citados por lo menos 5 veces cada uno), índice $g=8$ (8 artículos más citados tienen al menos 64 citas en total) e índice $m=1$ (en promedio su índice h ha crecido en 1 anualmente desde el 2020 que fue su primera publicación) y un acumulado de 249 citas se posiciona como uno de los autores de mayor influencia en el área de investigación, muestra un alto impacto con un buen equilibrio entre el número de citas y la cantidad de publicaciones. Su índice g sugiere que sus trabajos más citados tienen un fuerte impacto.

Tu Y-F con 6 publicaciones, índice $h=5$, índice $g=6$ y $m=1.25$ y 250 citas acumuladas, es otro de los autores, aunque con menos publicaciones que Hwang, tiene un mayor índice m, lo que indica un impacto relativamente fuerte en un corto periodo. Asimismo, Ogata H al haber logrado 5 publicaciones índice $h=4$, índice $g=5$ e índice $m=1$ y acumulado 44 citas, tiene un

menor número de citas y su índice g refleja que sus publicaciones más citadas tienen un menor impacto en comparación con las de los dos primeros autores.

Mientras que Ouyang, F. quien tiene 4 publicaciones, índice $h=4$, índice $g=4$ e índice $m=1$ con 416 citas, tiene un alto número de citas en relación a su número de publicaciones, indicando que su trabajo ha sido muy influyente a pesar de su menor número de publicaciones. Vinichenko, M.V. quien ha publicado 7 artículos, índice $h=4$, índice $g=7$ e índice $m=0.67$ y 73 citas, tiene un buen índice g y ha sido prolífico en publicaciones. Sin embargo, su índice m más bajo sugiere que su impacto está más distribuido en el tiempo.

Tabla 3

Ley de Lotka

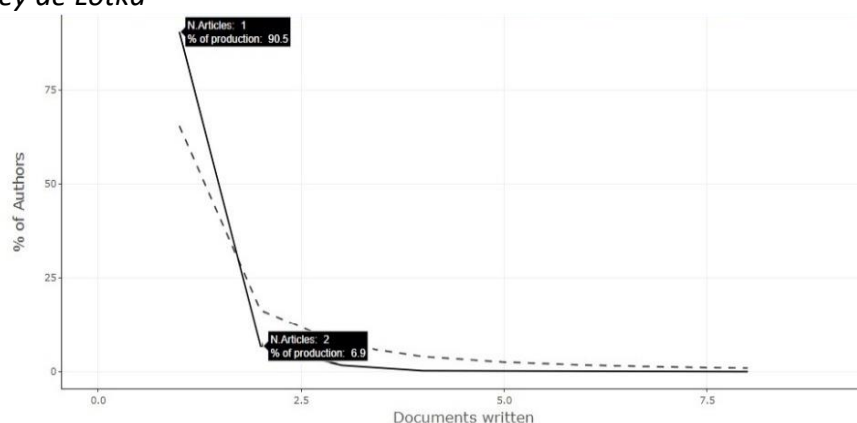
Documentos Redactados	Número de Autores	Proporción de Autores
1	2 483	0,905
2	189	0,069
3	48	0,017
4	8	0,003
5	7	0,003
6	4	0,001
7	3	0,001
8	2	0,001

Creado con Datawrapper

Nota: Indicadores procesados en Bibliometrix, con base en la colección de Scopus

Figura 2

Ley de Lotka



Nota: Indicadores procesados en Bibliometrix, con base en la colección de Scopus

La Tabla 3 y la Figura 2 presentadas ilustraron la aplicación de la Ley de Lotka en un conjunto de datos bibliométricos, lo que permitió observar la distribución de la productividad entre los autores. En la Tabla 3, se mostró que la gran mayoría de los autores, el 90.5%, publicaron únicamente un documento. Este grupo estuvo compuesto por 2,483 autores, lo que confirmó la tendencia generalizada de que la mayoría de los investigadores tienen una producción académica limitada. A medida que aumentó el número de documentos escritos, la cantidad de autores disminuyó drásticamente. Por ejemplo, solo el 6.9% de los autores publicaron dos documentos, mientras que apenas el 1.7% contribuyeron con tres publicaciones. Para los autores que escribieron entre cuatro y ocho documentos, las proporciones fueron insignificantes, con valores que oscilaron entre el 0.1% y el 0.3%, lo que reflejó un pequeño grupo de autores altamente productivos.

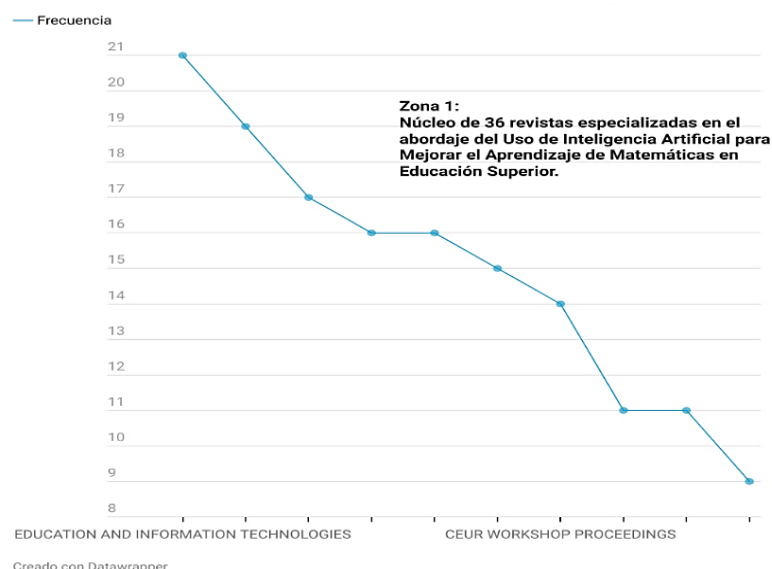
En la Figura 2, se representó gráficamente esta distribución. La curva mostró una caída pronunciada en el porcentaje de autores conforme aumentó el número de documentos escritos. El gráfico validó la Ley de Lotka, mostrando que un alto porcentaje de la producción (90.5%) provenía de autores que habían escrito un solo artículo, y que solo un 6.9% había producido dos artículos. A medida que se avanzaba hacia autores con mayor número de publicaciones, la curva se estabilizó en un valor muy bajo, lo que indicó que muy pocos autores alcanzaron altos niveles de productividad.

Tabla 4*Principales 10 revistas especializadas (Zona 1 Ley de Bradford)*

Revista	Frecuencia
EDUCATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES	21
LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE (INCLUDING SUBSERIES LECTURE NOTES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LECTURE NOTES IN BIOINFORMATICS)	19
COMPUTERS AND EDUCATION: ARTIFICIAL INTELLIGENCE	17
ADVANCES IN INTELLIGENT SYSTEMS AND COMPUTING	16
SUSTAINABILITY (SWITZERLAND)	16
ACM INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDING SERIES	15
CEUR WORKSHOP PROCEEDINGS	14
IEEE ACCESS	11
INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENTS	11
ASEE ANNUAL CONFERENCE AND EXPOSITION, CONFERENCE PROCEEDINGS	9
Additional 499 rows not shown.	
Creado con Datawrapper	

Nota: Indicadores procesados en Bibliometrix, con base en la colección de Scopus

Figura 3
Ley de Bradford



Nota: Indicadores procesados en Bibliometrix, con base en la colección de Scopus

En la Tabla 4, se observan las 10 revistas más importantes, según el análisis bibliométrico del tema de investigación. Las revistas señaladas, destacan por las múltiples publicaciones de artículos que abordan temas similares a nuestro fenómeno de estudio. Como punto de partida, de la tabla, se observa que la revista que más ha publicado en los temas de inteligencia artificial y el aprendizaje de la matemática en educación superior es Education and information technologies presentando una frecuencia de 21, seguida de la revista Lecture notes in computer science con una frecuencia de 19, Computers and education: artificial intelligence con frecuencia 17, le siguen la revistas Advances in intelligent systems and computing y Sustainability (Switzerland) con frecuencias similares de 16, ACM International conference proceeding series con una frecuencia de 15, CEUR Workshop proceedings con frecuencia 14, seguidamente las revistas IEEE ACCESS e Interactive learning environments con frecuencias de 11 y finalmente la revista ASEE annual conference and exposition, conference proceedings con frecuencia 9.

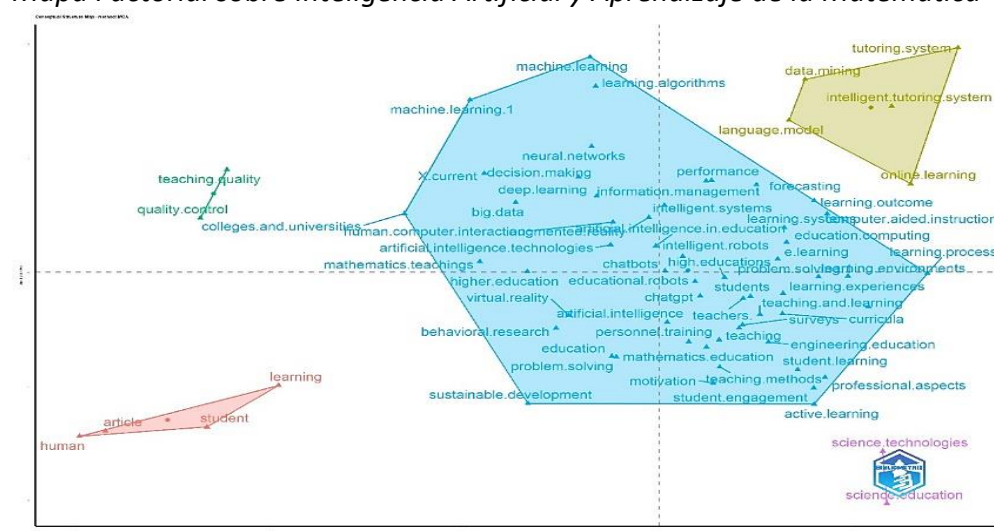
Estos datos están representados y ratificados gráficamente en la Figura 3 que mostró la Ley de Bradford aplicada al tema de investigación. Donde se puede observar que las revistas Education and information technologies y Lecture notes in computer science se encuentran ubicadas en la Zona 1 y en las partes más elevadas, es decir, en el núcleo de las 36 revistas de alto impacto en el abordaje del tema. Así mismo en la Figura 3 se puede apreciar que las revistas en la zona 1 son pocas, pero contienen la mayor parte de los artículos publicados

sobre el tema, en tanto que las zonas 2 y 3 contienen más revistas con menos artículos cada una y con frecuencias menores que 4.

En resumen, las 10 revistas mencionadas son fundamentales en sus respectivas áreas, todas con una clara conexión con la tecnología educativa, la inteligencia artificial, y las aplicaciones de la informática en la educación. Son recursos esenciales para académicos e investigadores interesados en estos temas, y sus altas frecuencias indican que son fuentes confiables y altamente valoradas en el campo. Publicar en estas revistas puede proporcionar un alto impacto y visibilidad para la investigación en tecnología educativa e inteligencia artificial.

Figura 4

Mapa Factorial sobre Inteligencia Artificial y Aprendizaje de la Matemática



Nota: Indicadores procesados en Bibliometrix, con base en la colección de Scopus

En respuesta a la pregunta: ¿Cuál es el desarrollo semántico alrededor del fenómeno de estudio?, en la Figura 4 se observó el mapa factorial en la cual se reflejó las relaciones semánticas de los temas concernientes a inteligencia artificial y el aprendizaje de la matemática en el nivel superior, presentando 5 grupos de áreas temáticas. La agrupación azul se centra en las Tecnologías Avanzadas en Educación, relacionando los términos machine learning, inteligencia artificial, realidad virtual, y robots educativos. Esto indicó un desarrollo semántico fuerte hacia la innovación tecnológica en la educación, enfocándose en cómo estas herramientas pueden mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática.

La agrupación amarilla se refiere a Sistemas de Aprendizaje Personalizado, relacionando temas como sistemas de tutoría inteligentes y el aprendizaje en línea. Aquí, la semántica se ha expandido para incluir conceptos relacionados con la minería de datos y modelos de

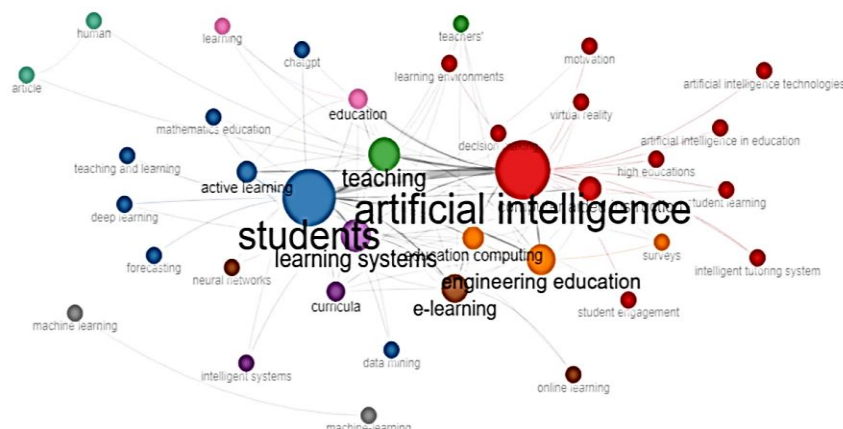
lenguaje, subrayando la tendencia hacia la personalización del aprendizaje y la adaptación del contenido educativo a las necesidades individuales de los estudiantes. La agrupación verde es referente a Calidad Educativa y Control, destacando la semántica alrededor de la calidad en la enseñanza y el control de calidad en las instituciones educativas muestra un desarrollo orientado a garantizar que estas nuevas tecnologías se implementen de manera efectiva y que se mantenga un estándar de calidad en la educación.

La agrupación roja hace referencia a la Interacción Humana y Aprendizaje, siendo un grupo más pequeño, pero crucial, se concentra en la experiencia del estudiante y el proceso de aprendizaje humano. Este desarrollo semántico resalta la importancia de entender y mejorar la interacción entre los estudiantes y las tecnologías educativas, asegurando que el foco siga siendo el impacto positivo en el aprendizaje humano. Finalmente, en la agrupación de color morada se destaca la Educación en Ciencias y Tecnología, en la cual se evidencia un interés creciente en cómo estas áreas pueden complementarse para mejorar la enseñanza de disciplinas científicas a través de herramientas tecnológicas.

En conclusión, el desarrollo semántico refleja una convergencia de la tecnología avanzada con la educación, orientada hacia la personalización del aprendizaje, la mejora de la calidad educativa, y el entendimiento de la interacción humana con estas nuevas herramientas. Esto indica un enfoque multidimensional en el estudio, abarcando tanto las innovaciones tecnológicas como su impacto práctico en el ámbito educativo.

Figura 5

Mapa semántico sobre el uso de la inteligencia artificial para mejorar el aprendizaje en educación superior



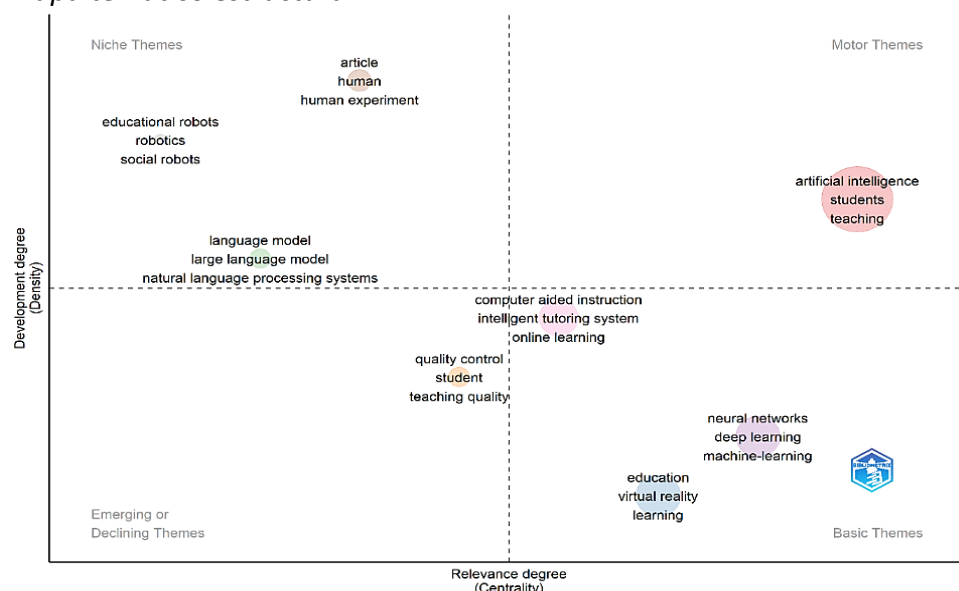
Nota: Indicadores procesados en Bibliometrix, con base en la colección de Scopus

El mapa semántico en la Figura 5 refleja un panorama en el que la IA se posiciona como un elemento central en la transformación de la educación. Los términos clave "students" y "teaching" indican que el foco principal de la IA en este contexto es mejorar la experiencia y los resultados educativos, personalizando el aprendizaje y adaptando las metodologías de enseñanza a las necesidades individuales de los estudiantes. Además, la fuerte presencia de términos como "engineering education", "learning systems", y "e-learning" sugiere que la IA no solo está cambiando el contenido de la educación, especialmente en campos técnicos como la ingeniería, sino también las plataformas y sistemas a través de los cuales se imparte el conocimiento. Esto abre un amplio espectro de posibilidades para innovar en cómo se diseñan los currículos y se entrega la enseñanza.

Sin embargo, la aparición de nodos periféricos como "human," "teachers'," "Learning" y "motivation" indica que, aunque la tecnología es un facilitador poderoso, la interacción humana y el bienestar de los estudiantes siguen siendo aspectos críticos que deben ser cuidadosamente considerados. La integración de la IA en la educación debe equilibrarse con una atención constante a estos factores para asegurar que la tecnología potencie, en lugar de sustituir, el valor esencial del contacto humano en el aprendizaje. Finalmente, el mapa sugiere un futuro en el que la IA no solo ayuda a automatizar procesos y personalizar el aprendizaje, sino que también plantea preguntas éticas y sociales sobre el papel de la tecnología en la educación, desafíos que deberán ser abordados mediante un enfoque interdisciplinario y colaborativo entre educadores, tecnólogos, y legisladores.

Figura 6

Mapa temático estructural



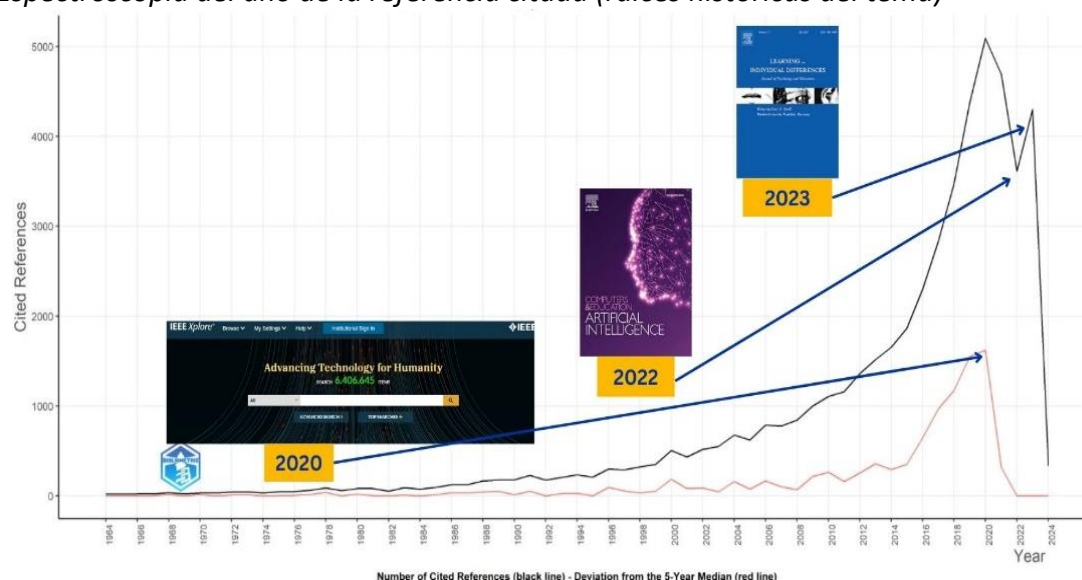
Nota: Indicadores procesados en Bibliometrix, con base en la colección de Scopus

Para responder a la interrogante ¿Cuáles son los temas motores en torno al fenómeno en estudio, perspectivas, nichos, temas emergentes? De la Figura 6 se puede decir que los temas centrales son “computer aided instruction”, “intelligent tutoring system on line.” Los temas básicos se muestran en el cuadrante inferior derecho. Claramente los temas en tan alineados en dos grupos. El primer grupo está representado por “neural networks”, “Deep learning”, “machine-learning” el segundo grupo está formando por “education”, “virtual learning” y “learning” estos están referidos al “neural network”, “deep learning” y “machine-learning” agrupados en un cluster. El cuadrante superior derecho está el grupo de los temas motores representados por un grupo conformado por “artificial intelligence”, “students”, “teaching”. Los temas nicho se encuentran en el cuadrante superior izquierdo, los cuales están agrupados en tres bloques.

El primero lo conforman “articles”, “human” y “human experiment”. El segundo grupo lo conforman “educational robots”, “robotics” y “social robots.” El tercer grupo cerca del cuarto cuadrante lo conforman “language model”, “large language model” y “natural language processing systems”. En el cuadrante inferior izquierdo se muestra el grupo formado por “quality control”, “student” y “teaching quality” que representa los temas en declive o emergentes.

Figura 7

Espectroscopía del año de la referencia citada (raíces históricas del tema)



Nota. Reporte Bibliometrix adaptado por autores

Respecto a la Interrogante ¿Cuáles son las raíces históricas del concepto o constructo central del tema en estudio? La Figura 7 sugiere que el tema del "Uso de Inteligencia Artificial para Mejorar el Aprendizaje de Matemáticas en Educación Superior" ha ganado considerable atención en los últimos años, con un auge notable alrededor de 2020. Este patrón refleja el interés creciente y la evolución de la investigación en este campo, probablemente debido a la integración de nuevas tecnologías y enfoques pedagógicos en la educación superior. Como podemos observar la línea roja en el año 2020 indica que hubo un gran número de citas respecto a los años anteriores. Esto puede deber a que también hubo una gran cantidad de publicaciones que se desarrolló en este año.

La investigación: *Artificial intelligence in education: A review*, de Chen et al. (2020), resalta por su alto número de citaciones. Este trabajo nos dice que la IA ha sido utilizada en instituciones educativas de diversas maneras. La IA inicio con la computadoras y tecnologías relacionadas con estas. Luego pasó a sistemas educativos inteligentes en línea y basados en la web. Finalmente se utilizó sistemas informáticos integrados, junto con otras tecnologías, el uso de robots humanoides y chatbots basados en la web para realizar los deberes y funciones de los instructores de forma independiente o con instructores. Gracias a la ayuda de la IA los docentes han logrado mejorar su trabajo administrativo y mejorar su calidad de enseñanza.

Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education de Hwang et al. (2020), en este artículo se presenta una definición y explora las funciones de los estudios de IA en educación en relación con las necesidades educativas. Se propone un marco conceptual que determinan los elementos clave para la implementación de IA en educación en diversos contextos de enseñanza aprendizaje. Esta estructura tiene como objetivo orientar a los investigadores con experiencia tanto en informática como en educación en el desarrollo de estudios relacionados con IA en educación.

Según Chen et al. (2020) en la investigación: *Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education*, en este trabajo se realizó una revisión exhaustiva y sistemática de estudios influyentes sobre IA en educación. Los resultados de este estudio indicaron que había un interés y un impacto cada vez mayor en la investigación relacionado con la IA en educación. Así mismo precisaron que existe poca relación entre las tecnologías de aprendizajes profundos y los ambientes educativos, las técnicas tradicionales se usan en mayor cuantía que las técnicas avanzadas, es decir, existen pocos estudios que relacionan la IA con las teorías profundas en educación.

Bhutoria (2022) en su investigación: *Personalized education and artificial intelligence in the United States, China, and India: A systematic review using a human-in-the-loop model*, cuyo objetivo fue relacionar la IA con la personalización de la educación en China, India y EEUU.

Los resultados indican que la IA tiene éxito en cubrir los requisitos, los hábitos y las habilidades de aprendizaje de los estudiantes para optimizar su aprendizaje. También se evidencia el aumento del contenido temático y la personalización de este. Esto reformula el papel del docente y mejora el ambiente de aprendizaje. Este desarrollo tiene obstáculos como la disponibilidad de recursos digitales y las limitaciones de asequibilidad de dichas tecnologías en la vida cotidiana.

Ng et al. (2022) *Using digital story writing as a pedagogy to develop AI literacy among primary students*, en su estudio descubrieron, que la escritura de historias digitales puede potenciar la alfabetización de los estudiantes en inteligencia artificial, permitiéndoles no solo conocer y comprender conceptos relacionados, sino también aplicar sus conocimientos de IA para resolver problemas de la vida real.

Según Chen et al. (2020) en su investigación: “Two decades of artificial intelligence in education” el creciente uso de la IA en la educación ha impulsado numerosas investigaciones en este campo. Sin embargo, faltan revisiones exhaustivas que analicen las diversas aplicaciones de la IA en la educación (AIED). Los autores, basados en 4.519 publicaciones de 2000 a 2019, busca llenar ese vacío, identificando tendencias y temas clave mediante bibliometría temática. Los principales temas de investigación que se identificaron con el sistema de tutoría inteligente, procesamiento del lenguaje natural, robots educativos, minería de datos, análisis del discurso, redes neuronales, computación afectiva y sistemas de recomendación. También se discuten los desafíos y futuras direcciones en AIED.

Adiguzel et al. (2023), en su investigación indican que los chatbots y los algoritmos asociados son capaces de emular interacciones humanas y producir texto comparable al generado por personas a partir del procesamiento del lenguaje natural. Aunque los chatbots avanzados como ChatGPT ofrecen numerosos beneficios, su implementación en el ámbito educativo presenta desafíos éticos y prácticos significativos.

Wardat et al. (2023), en su investigación ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics, indicaron que ChatGPT aborda con éxito problemas básicos de geometría entre otros temas. Pero tiene deficiencias en conocimientos profundos de geometría y no es capaz de corregir con facilidad los conceptos errados. La precisión y eficacia de las soluciones de ChatGPT pueden depender de la complejidad de la ecuación, la información de entrada y las instrucciones dadas a ChatGPT.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente revisión bibliométrica sobre el uso de la IA para mejorar el aprendizaje de matemáticas en la educación superior, destacan varias tendencias

y patrones significativos que han evolucionado a lo largo de los últimos 25 años. A continuación, se presenta un análisis comparativo y reflexivo de estos resultados en contraste con los estudios previos encontrados en los resúmenes de los artículos contenidos en la base de datos de Scopus.

El análisis mostró un crecimiento exponencial en la producción científica desde 2019, lo que coincide con el aumento del interés en la aplicación de la IA en la educación debido a la madurez tecnológica y la digitalización acelerada por la pandemia de COVID-19. Esta tendencia se alinea con lo reportado por Chen et al. (2020), quienes también observan un crecimiento significativo en la investigación sobre IA en educación a partir de ese mismo año, subrayando la integración de tecnologías emergentes en las metodologías pedagógicas. Este auge reciente sugiere un punto de inflexión en la adopción de la IA en el ámbito educativo, que resuena con el incremento en publicaciones identificadas en el presente estudio.

Respecto a la autoría, Hwang G-J y Tu Y-F destacaron como los investigadores más prolíficos e influyentes en este campo, con altos índices de citación y productividad. Este hallazgo converge con los estudios de Hwang et al. (2020), quienes exploran marcos conceptuales clave para la implementación de la IA en la educación, evidenciando su impacto en la formación académica. La alta productividad de estos autores es un indicativo de la centralidad de sus trabajos en la evolución del campo, lo que es reflejado en su inclusión en múltiples revisiones y estudios recientes.

El análisis de las principales revistas reveló que *Education and Information Technologies* y *Lecture Notes in Computer Science* son las publicaciones más influyentes en este campo, con un gran número de artículos sobre IA y educación matemática. Este hallazgo es consistente con lo reportado por Chen et al. (2020), quienes identificaron estas revistas como fuentes clave de publicaciones sobre la temática. La preeminencia de estas revistas indica un consenso en la comunidad académica sobre la importancia de estos temas y su relevancia para el desarrollo futuro del aprendizaje asistido por IA.

El análisis semántico y las áreas del conocimiento asociadas muestran un enfoque marcado en tecnologías avanzadas como *machine learning*, sistemas de tutoría inteligentes y realidad virtual, destacando la personalización del aprendizaje y el control de calidad en la enseñanza. Esta convergencia semántica se encuentra también en los estudios de Bhutoria (2022), que subrayan cómo la IA personaliza y mejora la experiencia educativa, adaptando los contenidos a las necesidades específicas de los estudiantes en diversas regiones del mundo. La convergencia entre los estudios refleja un desarrollo temático consistente y creciente en torno a la personalización del aprendizaje, consolidando la IA como un pilar fundamental en la educación moderna.

Finalmente, el mapa temático y la evolución del constructo “Uso de Inteligencia Artificial para mejorar el aprendizaje de Matemáticas” revela que los temas emergentes se centran en la instrucción asistida por computadora y los sistemas de tutoría inteligente, mientras que temas más consolidados, como las redes neuronales y el aprendizaje profundo, siguen siendo áreas de fuerte desarrollo. Estos hallazgos son paralelos a los reportados por Ng et al. (2022), quienes identifican que la alfabetización en IA se ha convertido en un componente esencial de la formación educativa contemporánea, reflejando una tendencia hacia la integración de IA en el currículo educativo de manera cada vez más sofisticada y centrada en el usuario.

El presente estudio contribuye al entendimiento de la evolución, autores clave, revistas principales y desarrollo temático del uso de la IA en el aprendizaje de matemáticas en educación superior. Sin embargo, las limitaciones de este trabajo residen en el uso exclusivo de la base de datos Scopus, lo que podría haber excluido trabajos relevantes indexados en otras bases de datos. Además, el análisis se basó en metadatos, lo que, aunque útil para identificar tendencias generales, puede no capturar la complejidad total de los estudios cualitativos o interdisciplinarios.

Para futuras investigaciones, se recomienda ampliar el alcance a otras bases de datos y considerar análisis cualitativos que exploren en profundidad cómo se implementan estas tecnologías en diferentes contextos educativos. Además, sería valioso investigar las implicaciones éticas y pedagógicas del uso de la IA en la educación, especialmente en relación con la equidad y la accesibilidad, asegurando que las innovaciones tecnológicas beneficien a todos los estudiantes por igual.

CONCLUSIONES

El presente estudio realizó un análisis bibliométrico exhaustivo sobre el uso de la IA para mejorar el aprendizaje de matemáticas en la educación superior, permitiendo identificar patrones y tendencias significativas en la producción científica de este campo durante los últimos 25 años. A través del análisis de 509 documentos procedentes de 897 fuentes distintas, se ha evidenciado un crecimiento constante y acelerado en la producción científica, particularmente desde 2019, lo cual refleja un creciente interés en la aplicación de la IA en la educación, coincidiendo con avances tecnológicos significativos y la digitalización impulsada por la pandemia de COVID-19.

La identificación de los autores más influyentes reveló que investigadores como Hwang G-J y Tu Y-F son centrales en este campo, dada su alta productividad y su notable impacto en la literatura existente. Estos autores han sido clave en el desarrollo de marcos conceptuales y la implementación de la IA en contextos educativos, consolidándose como figuras prominentes en la investigación sobre IA aplicada a la educación matemática. Asimismo, la revisión de las

principales revistas ha señalado a *Education and Information Technologies* y *Lecture Notes in Computer Science* como las publicaciones más relevantes y prolíficas en este tema, destacándose por su frecuencia de publicaciones y el impacto de los artículos relacionados. En cuanto al desarrollo semántico, el análisis mostró un enfoque hacia la integración de tecnologías avanzadas como el *machine learning*, los sistemas de tutoría inteligente y la realidad virtual, orientados a la personalización del aprendizaje y el aseguramiento de la calidad en la enseñanza. Estos temas reflejan una tendencia clara hacia la personalización educativa, alineándose con los hallazgos de estudios previos que subrayan la creciente importancia de adaptar los contenidos educativos a las necesidades específicas de los estudiantes.

El estudio identificó temas emergentes y nichos de investigación, tales como la instrucción asistida por computadora y los sistemas de tutoría inteligente, mientras que áreas como las redes neuronales y el aprendizaje profundo continúan siendo focos de desarrollo activo. La evolución del concepto central "Uso de Inteligencia Artificial para mejorar el aprendizaje de Matemáticas" indica una integración cada vez más sofisticada de la IA en la educación superior, con una creciente importancia de la alfabetización en IA como componente esencial de los currículos educativos.

Este estudio ofrece valiosas contribuciones al entendimiento de las dinámicas y tendencias en la investigación sobre el uso de la IA en la educación matemática en la educación superior sustentados en Scopus, la cual es la más importante base de datos académicos. Para futuras investigaciones, se sugiere ampliar el análisis, así como incorporar enfoques cualitativos que exploren la implementación de estas tecnologías en diversos contextos educativos, y considerar las implicaciones éticas y pedagógicas de la IA en la educación, particularmente en relación con la equidad y accesibilidad.

APORTES DE LOS AUTORES

Miriam María Estrada Huancas: Conceptualización, investigación, visualización, redacción borrador original, administración de Proyecto.

Carmen Margarita Guzmán Roldán: Conceptualización, investigación, visualización, redacción borrador original, curación de datos.

Rubén Esteban Burga Barboza: Conceptualización, investigación, visualización, redacción borrador original.

Luis Miguel Villegas Santamaría: Conceptualización, investigación, visualización, redacción borrador original, Software.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses que puedan haber influido en la realización de esta investigación, el análisis de los resultados o la redacción del presente manuscrito.

RESPONSABILIDAD ÉTICA Y LEGAL

Este estudio se llevó a cabo respetando el código de ética de la American Psychological Association (APA 7ma edición). Se trabajó con documentos de archivo y fuentes secundarias, asegurando un manejo ético de la información, el respeto a los derechos de autor, y la adecuada citación de los materiales utilizados. Se ha garantizado que la interpretación de los datos históricos se realiza con rigurosidad y responsabilidad, sin distorsionar el contexto original.

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE UNTELIGENCIA ARTIFICIAL - LLM

En esta investigación se utilizó el modelo de lenguaje extenso ChatGPT-4 para apoyar la redacción de secciones preliminares del manuscrito y para mejorar la redacción de los textos. Sin embargo, toda la interpretación de resultados, redacción final y conclusiones fueron revisadas y validadas por los autores, quienes asumen la plena responsabilidad sobre el contenido presentado. Los autores son responsables de la veracidad, integridad y precisión de los datos y argumentos presentados. Reconocemos que los modelos de lenguaje pueden contener sesgos o limitaciones inherentes, por lo que todo el contenido fue revisado para asegurar su adecuación a los estándares académicos.

FINANCIAMIENTO

Este estudio fue financiado íntegramente por los autores.

CORRESPONDENCIA

mestrada@unprg.edu.pe

REFERENCIAS

- Abar, C., Dos Santos, J., & de Almeida, M. (2024). *Contributes of the Integration Between Computational Thinking and Artificial Intelligence for Mathematics Education*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-54256-5_27
- Adiguzel, T., & Kaya, M. H. (2023). *Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT*.

-
- Bhutoria, A. (2022). Personalized education and Artificial Intelligence in the United States, China, and India: A systematic review using a Human-In-The-Loop model. *Computers and Education*.
- Bibliometrix, H. (2024). *Bibliometrix—Home*. <https://www.bibliometrix.org/home/>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). *Artificial Intelligence in Education: A Review*. 8.
- Chen, Z. (2022). *Artificial Intelligence Evaluation for Mathematics Teaching in Colleges under the Guidance of Wireless Network*. <https://doi.org/10.1155/2022/3201004>
- Dai, H., & Yang, X. (2022). *Evaluation Model of Mathematics Teaching Quality Based on Recurrent Neural Network*. <https://doi.org/10.1155/2022/3539912>
- Hwang, G., & Tu, Y. (2021). *Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review*. <https://doi.org/10.3390/math9060584>
- Hwang, G., Xie, H., Wah, B., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- Hwang, G.-J. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education*.
- Lu, Z., Xie, L., Liu, W., Li, Z., Chen, Y., Yu, G., & Shi, B. (2023). Análisis bibliométrico de la terapia de inyección intraarticular para la osteoartritis de rodilla de 2012 a 2022. *Medicine*, 102(46), e36105. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000036105>
- Luna, M., & Luna, E. (2024). La biblioteca y el bibliotecario: El punto de vista de los usuarios de centros CONAHCYT. *Biblioteca Universitaria*, 26. <https://n9.cl/q03yb>
- Ng, D., Luo, W., Chan, H., & Chu, S. (2022). Using digital story writing as a pedagogy to develop AI literacy among primary students. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100054>
- Ng, D. T. K. (2022). Using digital story writing as a pedagogy to develop AI literacy among primary students. *Computers and Education*.
-

Ogata, H., Flanagan, B., Takami, K., Dai, Y., Nakamoto, R., & Takii, K. (2024). EXAIT:

Educational eXplainable Artificial Intelligent Tools for personalized learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 19. <https://n9.cl/tzdi2>

Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms.

Computers and Education: Artificial Intelligence, 2. <https://n9.cl/sjxip>

Vinichenko, M. V., Nikiporets-Takigawa, G. Y., Oseev, A. A., & Makushkin, S. A. (2022). Trust of the generation z in artificial intelligence in the assessment of historical events.

Relacoes Internacionais no Mundo Atual, 1(34), 224-243. <https://n9.cl/1ofyhp>

VOSviewer. (2024). *VOSviewer—Visualizing scientific landscapes*. VOSviewer.

<https://www.vosviewer.com//>

Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). *ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics*.