

Tecnología educativa en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en educación superior: un análisis bibliométrico, 2000–2025

Educational Technology in Mathematics Teaching and Learning in Higher Education: A Bibliometric Analysis, 2000–2025

 Katia Vigo Ingar¹

 Amilcar Máximo Vicuña Ureta²

 Medalit Nieves Salcedo Rodríguez³

 Julio César Sáenz Ávila⁴

 Alejandro Chávez Paredes⁵

 Jairo Rafael Vidaurre Urrelo⁶

Resumen

Introducción: La tecnología educativa aplicada a la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación superior ha generado un creciente cuerpo de investigación, cuyo análisis permite comprender su evolución y consolidación. **Objetivo:** Analizar la evolución de la producción científica, distribución geográfica, productividad autoral, redes de colaboración y estructura temática del campo entre 2000 y 2025. **Metodología:** Se aplicó un enfoque cuantitativo con diseño bibliométrico sobre 184 artículos indexados en Scopus, seleccionados según PRISMA 2020. El análisis se realizó mediante Bibliometrix y VOSviewer, considerando indicadores de productividad, colaboración y estructura conceptual. **Resultados:** Se evidenció un crecimiento sostenido desde 2018, con concentración geográfica en Indonesia, Estados Unidos y España. La productividad autoral mostró alta dispersión conforme a la Ley de Lotka y las redes de colaboración se presentaron fragmentadas. La estructura conceptual se organizó en torno a tres ejes principales: educación matemática, tecnología educativa y aprendizaje en línea. **Conclusiones:** El campo de la tecnología educativa en la enseñanza de las matemáticas se encuentra en proceso de consolidación, con avances significativos en el desarrollo conceptual, pero con limitaciones en la articulación de redes científicas y colaboración entre autores y regiones. Se sugiere fomentar la cooperación internacional y estrategias de integración académica para fortalecer la consolidación del campo.

Palabras clave: Bibliometría; Enseñanza a distancia; Educación matemática; Educación superior; Tecnología educativa.

Abstract

Introduction: Educational technology applied to the teaching and learning of mathematics in higher education has generated a growing body of research, the analysis of which provides insights into its evolution and consolidation. **Objective:** This study aims to analyze the evolution of scientific production, geographical distribution, authorial productivity, collaboration networks, and the thematic structure of the field between 2000 and 2025. **Methodology:** A quantitative approach with a bibliometric design was applied to 184 Scopus-indexed articles, selected according to PRISMA 2020 guidelines. The analysis was conducted using Bibliometrix and VOSviewer, considering indicators of productivity, collaboration, and conceptual

¹Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú, ²Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú, ³Universidad Católica Sedes Sapientiae. Lima, Perú, ⁴⁻⁶Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú

Artículo recibido 27 de marzo 2026 | Aceptado 22 de mayo 2026 | Publicado 1 de julio 2026

Autor de correspondencia: kvigoi@unac.edu.pe

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Como citar: Vigo Ingar, K., Vicuña Ureta, A. M., Salcedo Rodríguez, M. N., Sáenz Ávila, J. C., Chávez Paredes, A., & Vidaurre Urrelo, J. R. (2026). Tecnología educativa en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en educación superior: un análisis bibliométrico, 2000–2025. *Tribunal, Revista en Ciencias de la Educación y Ciencias Jurídicas*, 6(16), 1-20. <https://doi.org/http://doi.org/10.59659/revistatribunal.v6n16.480>

structure. **Results:** The findings revealed sustained growth since 2018, with geographical concentration in Indonesia, the United States, and Spain. Authorial productivity exhibited high dispersion in accordance with Lotka's Law, and collaboration networks appeared fragmented. The conceptual structure was organized around three main pillars: mathematics education, educational technology, and online learning. **Conclusions:** The field of educational technology in mathematics teaching is currently in a consolidation phase, showing significant advancements in conceptual development but facing limitations in the articulation of scientific networks and collaboration across authors and regions. It is recommended to promote international cooperation and academic integration strategies to strengthen the consolidation of the field.

Keywords: Bibliometrics; Educational technology; Distance learning; Higher education; Mathematics education.

Introducción

La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la educación superior enfrentan dificultades persistentes que afectan el desarrollo del razonamiento y la comprensión conceptual de los estudiantes. La naturaleza abstracta del conocimiento matemático exige integrar distintos niveles de representación, lo que genera obstáculos en los procesos de aprendizaje (Castillo et al., 2025; Sugilar, 2020). La transición entre la educación secundaria y la universidad introduce exigencias cognitivas más altas y nuevas formas de estudio que no siempre son asimiladas con facilidad (Ronning, 2014). El lenguaje matemático añade una barrera adicional al requerir la interpretación simultánea de significados simbólicos y conceptuales (Planas et al., 2025). Este escenario evidencia que el aprendizaje matemático depende de múltiples condiciones que trascienden el contenido disciplinar.

En este sentido, el plano pedagógico de la educación superior revela limitaciones en los métodos de enseñanza empleados para abordar la complejidad de la matemática universitaria. No existe un enfoque único que garantice resultados consistentes, ya que las estrategias dependen del docente, del curso y del contexto educativo (Flapan, 2011). La falta de continuidad entre la educación secundaria y la universitaria genera brechas que dificultan la adaptación a cursos iniciales como álgebra o análisis (Umiralkhanov et al., 2024). La preparación previa de los estudiantes condiciona su desempeño, especialmente cuando existen diferencias en la formación escolar (Cibulskaitė, 2009). También influyen factores socioculturales y motivacionales que afectan la relación del estudiante con la disciplina (Kuznetsova y Matytcina, 2018), evidenciando la necesidad de replantear las estrategias didácticas.

Por consiguiente, la incorporación de tecnologías educativas ha sido propuesta como una vía para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Herramientas como GeoGebra permiten visualizar conceptos y explorar problemas de forma interactiva, lo que favorece el desarrollo del razonamiento matemático (Bukova-Guzel et al., 2010; Fetaji et al., 2024). Otros entornos computacionales integran simulaciones, representaciones gráficas y cálculos simbólicos que facilitan la comprensión de conceptos abstractos (Marchisio et al., 2019). Asimismo, plataformas digitales y entornos gamificados se han asociado con mayor participación estudiantil y mejoras en el rendimiento académico (Ahn et al., 2016; Carrera-Cordova et al., 2026).

Estos recursos amplían las posibilidades pedagógicas, aunque su efectividad depende de la coherencia con los objetivos curriculares.

Sin embargo, la implementación de tecnologías educativas presenta limitaciones que afectan su impacto en el aprendizaje matemático. La falta de infraestructura tecnológica y de soporte institucional constituye una barrera relevante (Luo, 2020; Muhazir y Retnawati, 2020). El acceso desigual a internet y a plataformas digitales limita su uso en determinados contextos (Okoye et al., 2023). Existen también dificultades técnicas en la representación de símbolos matemáticos en entornos digitales (Irfan et al., 2020). A esto se suma la necesidad de formación docente y de tiempo para adaptar materiales a entornos tecnológicos. Si estas herramientas no se integran coherentemente con los objetivos curriculares, su impacto pedagógico se reduce (Christopoulos y Sprangers, 2021), lo que demanda marcos de integración didáctica más sólidos.

Adicionalmente, la investigación sobre tecnología educativa en educación matemática ha mostrado un crecimiento sostenido durante las últimas dos décadas. Estudios bibliométricos reportan un aumento significativo de la producción científica, con mayor intensidad desde la segunda mitad de la década de 2010 (Trinh Thi Phuong et al., 2022; Yohannes y Chen, 2025). Este crecimiento se vincula con la incorporación de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el aprendizaje en línea y los enfoques basados en el conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido (Kholid et al., 2023; Nguyen y Van Pham, 2025). El campo también ha ampliado su diversidad temática al integrar líneas relacionadas con aprendizaje combinado, software matemático y formación docente mediada por tecnología (Smiling y Hollebrands, 2025).

No obstante, la literatura señala una fragmentación del conocimiento en este ámbito de estudio. La diversidad de enfoques teóricos y metodológicos dificulta la construcción de una visión integrada de la relación entre tecnología y educación matemática (Maracci et al., 2013). Muchos estudios se desarrollan como casos aislados, lo que limita la generalización de resultados (Priyanda et al., 2025). Además, la formación docente presenta una separación entre componentes pedagógicos, tecnológicos y disciplinares (Ehrenfeld y Brady, 2025). Esta situación evidencia la necesidad de marcos conceptuales que articulen los distintos enfoques y permitan una comprensión más coherente del campo, así como estudios sistemáticos que identifiquen patrones consolidados.

En este contexto, los estudios bibliométricos constituyen una herramienta adecuada para analizar la evolución del conocimiento científico. Estos enfoques permiten identificar tendencias, temas emergentes y redes de colaboración académica (Jiménez et al., 2019; Lisbeth Chirinos Fernandez et al., 2025; Maqruf et al., 2025). También facilitan el análisis de la estructura temática mediante técnicas como la coocurrencia de palabras clave y el estudio de redes científicas (Aaradhi y Chakraborty, 2024; Xueli et al., 2025). La bibliometría ofrece elementos objetivos para caracterizar la madurez de un campo, localizar vacíos de conocimiento y orientar futuras agendas investigativas, contribuyendo a una comprensión estructural del comportamiento de la producción científica.

Por otra parte, el análisis de la colaboración científica mediante técnicas bibliométricas permite comprender cómo se articulan las comunidades académicas. La cooperación internacional se ha reconocido como un factor que incrementa la visibilidad y el impacto de la investigación (Cruz-Ramirez et al., 2020). Sin embargo, los estudios revelan que la

colaboración en educación superior se desarrolla frecuentemente dentro de contextos nacionales (Akbaritabar y Barbato, 2021). Factores como la proximidad geográfica, la afinidad institucional y el idioma influyen en la formación de redes (Avdeev, 2021; Fu et al., 2022), lo que condiciona la circulación del conocimiento y limita la integración de perspectivas diversas en la producción conjunta.

Asimismo, la identificación de revistas núcleo mediante leyes bibliométricas como la de Bradford contribuye a mapear los canales de difusión del campo. Estudios previos señalan que ciertas revistas desempeñan un papel central en la consolidación de líneas de investigación en tecnología educativa, abordando temas como aprendizaje electrónico y formación docente (Ozyurt y Ayaz, 2022). Otras investigaciones destacan que las revistas especializadas en educación matemática funcionan como espacios de articulación de propuestas pedagógicas e innovación tecnológica (Hare y Ng, 2015). La concentración de publicaciones en determinadas fuentes refleja su papel como referentes para la circulación del conocimiento científico especializado en el área.

De igual modo, la aplicación de la Ley de Lotka permite caracterizar la productividad autoral y la estructura de participación investigativa. Este tipo de análisis ha sido reportado en diversos estudios bibliométricos, donde la mayoría de los investigadores contribuye de manera ocasional, mientras que un grupo reducido concentra la producción científica (Singh y Jaiswal, 2025). Este comportamiento también se ha observado en otras áreas del conocimiento, donde la continuidad investigativa se limita a pocos autores (Ahmad y Batcha, 2019). Su identificación en el campo de la tecnología educativa aplicada a la educación matemática permite inferir el grado de consolidación de la comunidad académica y la sostenibilidad de las trayectorias investigativas.

De igual manera, la evolución temática de un campo de estudio puede examinarse mediante análisis de coocurrencia y mapas estratégicos. Estos enfoques permiten identificar la transición desde líneas instrumentales hacia perspectivas pedagógicas más amplias (Takacs et al., 2024). La incorporación de modelos como el aprendizaje invertido y el aprendizaje basado en problemas se ha vinculado con mejoras en el aprendizaje autónomo y la resolución de problemas (Elhilal, 2025; Meiliati et al., 2026). Más recientemente, la integración de tecnologías como la inteligencia artificial y la realidad aumentada ha ampliado el enfoque hacia una comprensión integral de la digitalización educativa (Dirgantara et al., 2026; Setiawati et al., 2026), reflejando la maduración conceptual del campo.

En consecuencia, la creciente producción científica sobre tecnología educativa en educación matemática superior requiere estudios sistemáticos que sintetizen su evolución y orienten futuras indagaciones. La bibliometría, como metodología cuantitativa, ofrece herramientas para caracterizar la producción, la colaboración y la estructura temática (Passas, 2024). El uso de bases de datos como Scopus garantiza la calidad y la cobertura de los registros analizados (Page et al., 2021). Los hallazgos de este tipo de estudios permiten identificar vacíos, líneas emergentes y oportunidades de articulación internacional, aportando evidencia para la toma de decisiones académicas y la planificación de políticas educativas orientadas a la integración tecnológica.

A partir de lo expuesto, surgen las siguientes interrogantes de investigación: ¿cuál es la evolución de la producción científica sobre tecnología educativa aplicada a la enseñanza

y el aprendizaje de las matemáticas en educación superior durante el período 2000-2025? ¿Cómo se distribuye geográficamente esta producción y cuáles son los países con mayor participación científica? ¿Qué patrones de productividad autorial y de colaboración se identifican en el campo? ¿Cuáles son los temas centrales que estructuran la investigación y cómo han evolucionado a lo largo del tiempo? ¿Qué revistas y canales de difusión concentran la producción del área?

En virtud de lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo analizar la evolución de la producción científica sobre tecnología educativa aplicada a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en educación superior durante el período 2000-2025, mediante técnicas bibliométricas aplicadas a registros indexados en la base de datos Scopus, con el fin de caracterizar su crecimiento, distribución geográfica, productividad autorial, redes de colaboración, estructura temática y canales de difusión, aportando evidencia sistemática que contribuya a la comprensión del campo y oriente el desarrollo de futuras líneas de investigación en el ámbito iberoamericano y global.

Método

El presente estudio correspondió a una investigación cuantitativa de carácter bibliométrico, orientada a analizar de forma sistemática la producción científica sobre tecnología educativa aplicada a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en educación superior. La bibliometría, como método científico, permite examinar patrones de publicación, redes de colaboración y estructura temática de un campo de conocimiento mediante el análisis cuantitativo de la literatura académica (Passas, 2024). Este tipo de investigación resulta pertinente para caracterizar la evolución de un área de estudio, identificar tendencias emergentes y mapear la dinámica de producción científica a lo largo del tiempo, aportando evidencia objetiva que facilita la comprensión estructural del comportamiento investigativo en un dominio específico del conocimiento.

En correspondencia con el tipo de investigación, se adoptó un diseño bibliométrico descriptivo y retrospectivo, con un enfoque cuantitativo basado en el análisis de metadatos de artículos científicos indexados en Scopus. El diseño bibliométrico permite aplicar indicadores de producción, colaboración y consumo científico, así como técnicas de análisis de redes y coocurrencia temática (Aaradhi y Chakraborty, 2024). Se siguió la metodología PRISMA 2020 para garantizar la transparencia y reproducibilidad del proceso de selección documental (Page et al., 2021). El período de análisis comprendió desde el año 2000 hasta 2025, con el propósito de capturar la evolución histórica del campo y los cambios asociados a la incorporación de tecnologías digitales en la educación superior.

En relación con la población, esta estuvo constituida por la totalidad de artículos científicos indexados en la base de datos Scopus que abordaron la intersección entre tecnología educativa, educación matemática y educación superior durante el período 2000-2025. La muestra estuvo conformada por 184 artículos que cumplieron con los criterios de elegibilidad definidos tras el cribado de títulos y resúmenes. Se utilizó la ecuación de búsqueda TITLE-ABS-KEY combinando términos relativos a tecnología educativa, educación matemática y educación superior, con restricción temporal (PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2026) y limitación al tipo documental artículo

(DOCTYPE = ar). La búsqueda recuperó inicialmente 281 registros, depurados según los criterios establecidos.

Criterios de inclusión y exclusión

Al respecto, se incluyeron artículos de investigación originales indexados en Scopus, publicados entre 2000 y 2025, sin restricción de idioma, que abordaran temáticamente la integración de tecnología educativa en la enseñanza o el aprendizaje de las matemáticas en el contexto de la educación superior. Se evaluó la pertinencia mediante la revisión del título, resumen y palabras clave. Se excluyeron los documentos que, tras la revisión, no evidenciaron relación temática clara con la educación matemática, la tecnología educativa o la educación superior, considerándose falsos positivos derivados del solapamiento terminológico. Asimismo, se eliminaron registros duplicados y aquellos con metadatos incompletos o inconsistentes, como ausencia de autoría, título o resumen, que impedían su análisis bibliométrico adecuado.

Instrumentos

Para la recopilación y procesamiento de datos se empleó la base de datos Scopus como fuente primaria de información, debido a su cobertura, calidad y estandarización de metadatos. La búsqueda se ejecutó mediante la interfaz avanzada de Scopus utilizando la ecuación previamente descrita, y los resultados se exportaron en formato CSV y BibTeX. Como instrumento analítico se utilizó el paquete Bibliometrix implementado en el entorno R, que permite la generación de indicadores descriptivos, mapas temáticos y redes de colaboración (Passas, 2024). Adicionalmente, se empleó VOSviewer para la visualización de redes de coocurrencia y colaboración, facilitando la interpretación gráfica de la estructura conceptual del campo de estudio.

Análisis estadístico y bibliométrico

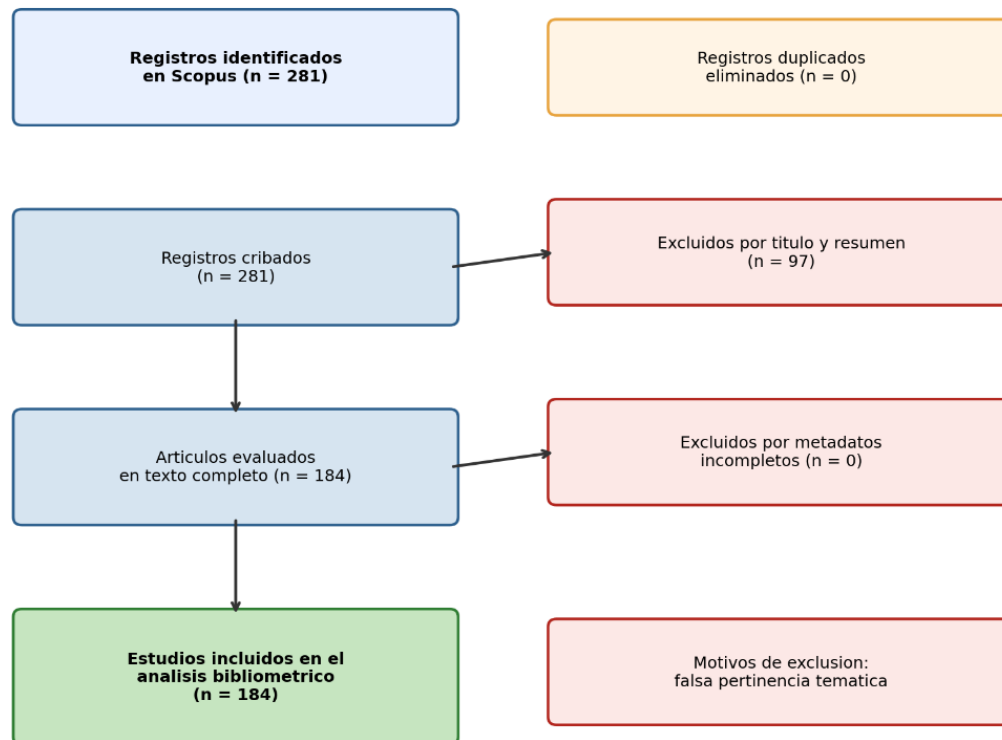
En cuanto al análisis estadístico y bibliométrico, se aplicaron indicadores descriptivos de producción científica, incluyendo la distribución anual de publicaciones, la productividad por país y afiliación institucional, y la identificación de autores más prolíficos. Se evaluó la productividad autoral mediante la Ley de Lotka, comparando la distribución empírica con la proporción teórica esperada. Se construyeron redes de coautoría a partir de matrices de colaboración para examinar clusters y niveles de centralidad. Se aplicó un análisis de coocurrencia de palabras clave para elaborar mapas temáticos que permitieran identificar términos frecuentes, sus vínculos y las estructuras conceptuales del campo. El procesamiento se realizó mediante algoritmos de normalización incluidos en Bibliometrix.

Aspectos éticos

Finalmente, en el plano ético, el estudio se basó exclusivamente en el análisis de documentos científicos de acceso público indexados en Scopus, por lo que no involucró la participación de seres humanos ni el manejo de datos personales sensibles. Se garantizaron principios de rigor, transparencia y reproducibilidad en todas las etapas del proceso investigativo, desde la recuperación de datos hasta el análisis e interpretación de resultados. La selección de documentos se realizó conforme a criterios explícitos y

verificables, siguiendo las directrices PRISMA 2020 (Page et al., 2021). Asimismo, se respetaron los derechos de autoría mediante la citación adecuada de todas las fuentes consultadas, en cumplimiento de las normas éticas de la publicación científica.

Figura 1. Diagrama de selección de documentos según PRISMA 2020

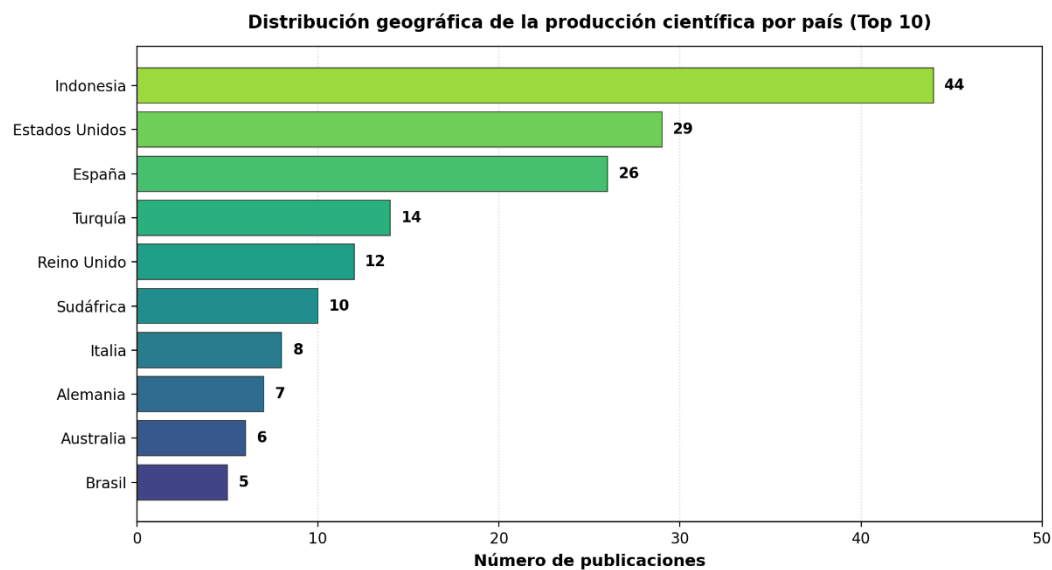


Nota: Elaboración propia, con base en Page et al. (2021).

Resultados

La evolución anual de la producción científica evidenció un crecimiento progresivo y no lineal durante el período 2004-2025, tal como se observa en la Figura 2. En la etapa inicial (2004-2011), la producción se mantuvo baja y fluctuante, con valores que no superaron los dos artículos por año, lo que sugirió un interés incipiente aún poco consolidado. A partir de 2012 se observó una fase de expansión moderada, con picos relevantes en 2015 y 2016. Desde 2018, la tendencia se intensificó significativamente, alcanzando un punto de inflexión que se reflejó en un aumento continuo del número de publicaciones. El máximo registrado en 2024 confirmó la consolidación del campo de estudio.

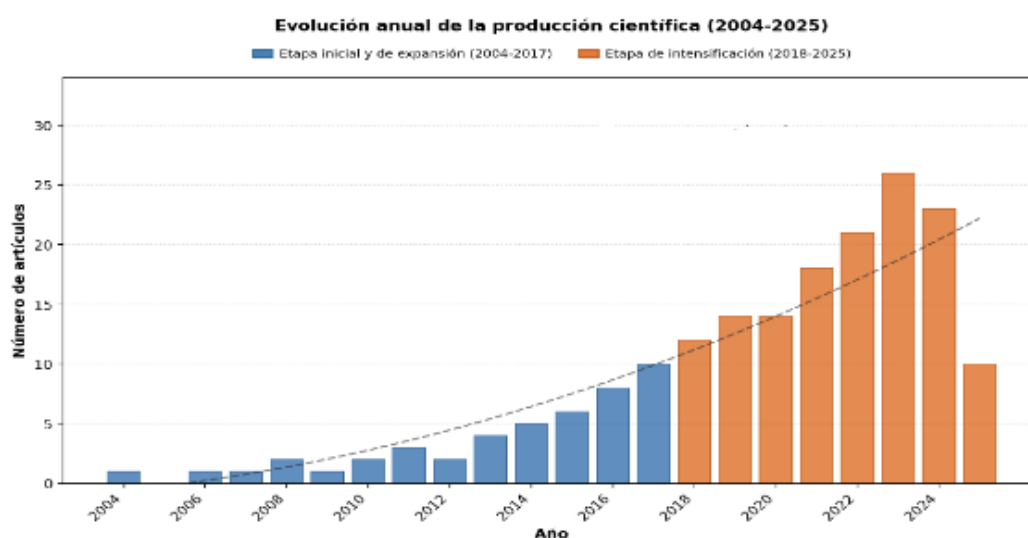
Figura 2. Evolución anual de la producción científica sobre tecnología educativa en educación matemática superior (2004-2025)



Nota: Elaboración propia.

En cuanto a la distribución geográfica, la Figura 3 mostró que Indonesia lideró la participación científica con 44 publicaciones, seguida por Estados Unidos (29) y España (26), lo que indicó una concentración relevante de la investigación en estos países. Se observó también una presencia significativa de naciones europeas, asiáticas y africanas, como Turquía, Reino Unido y Sudáfrica, lo que reflejó la expansión geográfica y la creciente internacionalización del campo. Esta distribución sugirió que la investigación en tecnología educativa aplicada a la educación matemática se desarrolla en un contexto global altamente colaborativo, caracterizado por la participación de múltiples países en la producción científica conjunta, aunque con asimetrías en la productividad regional.

Figura 3. Distribución geográfica de la producción científica por país (Top 10)



Nota: Elaboración propia.

Por su parte, la Tabla 1 presentó a los autores con mayor número de publicaciones, evidenciando un patrón de productividad moderada y altamente distribuida. Zengin, Y., de la Universidad de Dicle (Turquía), destacó como el autor más productivo con cuatro documentos, seguido por Sangwin, C., de la Universidad de Edimburgo (Reino Unido), con tres publicaciones. El resto de los autores registró dos documentos cada uno, lo que indicó que la producción no se concentró en un pequeño núcleo de investigadores prolíficos. El análisis de la Ley de Lotka corrobora esta tendencia: el 95,6% de los autores contribuyó con una sola publicación, mientras que solo el 4,0% registró dos, confirmando una estructura asimétrica de la productividad autorial.

Tabla 1. Autores más productivos en tecnología educativa aplicada a la educación matemática

Autor	N	Institución	País
Zengin, Y.	4	Universidad de Dicle	Turquía
Sangwin, C.	3	Universidad de Edimburgo	Reino Unido
Arino-Morera, B.	2	Universidad Rey Juan Carlos	España
Attorps, I.	2	Universidad de Gavle	Suecia
Bjork, K.	2	Universidad de Gavle	Suecia
Capone, R.	2	Universidad de Salerno	Italia
Durandt, R.	2	Universidad de Johannesburgo	Sudáfrica
Kinnear, G.	2	Universidad de Edimburgo	Reino Unido
Lavicza, Z.	2	Universidad de Cambridge	Reino Unido
Lee, J.	2	Instituto Politécnico de Worcester	Estados Unidos

Nota: N = número de publicaciones. Fuente: Elaboración propia (2025), con base en Scopus.

Respecto a las fuentes de publicación, la Tabla 2 mostró que la producción se concentró en revistas especializadas, con predominio de editoriales europeas y norteamericanas. El International Journal of Mathematical Education in Science and Technology lideró con 17 artículos, pese a contar con un SJR moderado (0,826), sugiriendo su rol como revista núcleo por afinidad temática. Revistas de mayor impacto relativo, como Education and Information Technologies (SJR = 1,654) y ZDM - International Journal on Mathematics Education (SJR = 1,534), presentaron menor volumen de artículos, evidenciando criterios editoriales selectivos. La coexistencia de revistas Q1 a Q4 reflejó un campo heterogéneo, donde convergen publicaciones consolidadas y canales especializados.

Tabla 2. Revistas más productivas en el campo de estudio

Revista	N	País	Cuartil 2024	SJR
Int. Journal of Math. Education in Science and Technology	17	Reino Unido	Q1	0,826
Int. Journal for Technology in Mathematics Education	7	Reino Unido	Q3-Q4	0,225
Education and Information Technologies	5	Estados Unidos	Q1	1,654

Revista	N	País	Cuartil 2024	SJR
Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	5	Turquía	Q2	0,554
ZDM - International Journal on Mathematics Education	5	Alemania	Q1	1,534
Education Sciences	4	Suiza	Q1	0,730
Mathematics Teaching-Research Journal	4	Estados Unidos	Q3	0,301
PRIMUS	4	Reino Unido	Q2	0,504
Teaching Mathematics and its Applications	4	Reino Unido	Q1	0,723

Nota: SJR = SCImago Journal Rank. Elaboración propia (2025), con base en Scopus y SCImago.

Asimismo, la red de coocurrencia de palabras clave, representada en la Figura 4, evidenció una estructura conceptual articulada en torno a un núcleo central compuesto por mathematics education, online learning y educational technology, los cuales presentaron los mayores niveles de centralidad. Este núcleo reflejó que la producción se organizó predominantemente alrededor de la integración de tecnologías en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Un segundo conjunto de términos asociados a GeoGebra y mathematics learning indicó una línea orientada al software matemático. Un tercer conjunto, conformado por computer algebra system y mathematical thinking, representó un enfoque centrado en tecnologías computacionales para procesos cognitivos avanzados.

Figura 4. Red de co-ocurrencia de palabras clave en la producción científica sobre tecnología educativa en educación matemática superior.

Red de co-ocurrencia de palabras clave



Finalmente, el análisis de las redes de colaboración reveló una estructura fragmentada, caracterizada por múltiples subredes pequeñas y débilmente interconectadas, lo que indicó un bajo nivel de colaboración sostenida entre los autores. Predominaron los vínculos de coautoría de corto alcance, generalmente conformados por parejas o tríadas de investigadores, sin la existencia de un núcleo central altamente conectado. Este patrón sugirió que la investigación se desarrolló mayoritariamente mediante colaboraciones ocasionales y grupos aislados, más que a través de redes consolidadas. La evolución temática mostró, además, una transición desde enfoques instrumentales centrados en herramientas específicas hacia perspectivas pedagógicas más sistémicas en el período 2022-2025.

Discusión

El crecimiento sostenido de la producción científica observado en este estudio se vinculó con transformaciones estructurales en la educación superior y con la expansión de las tecnologías digitales en los procesos de enseñanza. Diversas investigaciones señalaron que la digitalización educativa y la incorporación de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y las plataformas de aprendizaje, impulsaron nuevas líneas de investigación sobre el aprendizaje universitario (Rosak-Szyrocka et al., 2024; Sidorova et al., 2025). Este escenario se intensificó con la expansión del aprendizaje en línea, que generó interés por evaluar su efecto en la participación estudiantil y el razonamiento matemático (Alhebaishi et al., 2025; Fuad et al., 2026). El impulso derivado de la pandemia aceleró la adopción digital en la educación superior (Wang et al., 2024), permitiendo interpretar el incremento de publicaciones como parte de un proceso de transformación digital.

En esta misma línea, la distribución geográfica de la producción evidenció la consolidación de polos de investigación en Indonesia, Estados Unidos y España. Este patrón coincidió con estudios previos que documentaron el crecimiento de la investigación educativa en Indonesia, especialmente en el uso de herramientas digitales para la enseñanza de las matemáticas (Awaji et al., 2025; Muchson et al., 2024). En el caso de Estados Unidos, su liderazgo se relacionó con una comunidad académica consolidada en tecnología educativa y formación docente (Yohannes y Chen, 2025). España destacó por la diversidad de enfoques utilizados para estudiar la integración tecnológica en educación (Marin et al., 2023). Esta distribución reflejó un proceso de internacionalización, aunque con concentración en ciertos contextos académicos, lo que limita la representatividad regional.

Por otro lado, el patrón de productividad autoral identificado, caracterizado por una alta proporción de autores con una sola publicación, resultó consistente con la Ley de Lotka. Este comportamiento fue reportado en diversos estudios bibliométricos, donde la mayoría de los investigadores contribuye ocasionalmente, mientras un grupo reducido concentra la producción científica (Singh y Jaiswal, 2025). Este tipo de distribución también se observó en otras áreas del conocimiento, donde la continuidad investigativa se limita a pocos autores (Ahmad y Batcha, 2019). En este estudio, dicho patrón puede interpretarse como un indicador de un campo en expansión, con participación de investigadores de distintas disciplinas y sin una concentración clara de liderazgo académico, lo que sugiere la necesidad de políticas que fomenten trayectorias sostenidas.

En cuanto a la identificación de revistas núcleo, los hallazgos confirmaron la existencia de canales especializados que organizan la difusión del conocimiento en el campo. Estudios previos señalaron que ciertas revistas desempeñan un papel central en la consolidación de líneas de investigación en tecnología educativa, abordando temas como aprendizaje electrónico, formación docente y gamificación (Ozyurt y Ayaz, 2022). De manera similar, otras investigaciones destacaron que las revistas especializadas en educación matemática funcionan como espacios de articulación de propuestas pedagógicas e innovación tecnológica (Hare y Ng, 2015). En este contexto, la concentración de publicaciones en determinadas revistas reflejó su papel como referentes para la producción y circulación del conocimiento científico especializado en el área.

De igual forma, el análisis de coocurrencia de palabras clave evidenció una estructura conceptual organizada en torno a la integración de tecnología, aprendizaje en línea y educación matemática. Este resultado coincidió con estudios que señalaron que la investigación en el campo se articula en torno a la transformación digital del aprendizaje y el uso de tecnologías emergentes (Setiawati et al., 2026). La presencia de temas como gamificación, alfabetización digital y herramientas tecnológicas reflejó la expansión de la agenda de investigación (Bancong et al., 2025). En el ámbito específico de la educación matemática, se identificaron líneas centradas en el uso de entornos digitales para facilitar la comprensión de conceptos complejos y fortalecer el razonamiento matemático (Aktas, 2022; Mashuri et al., 2025), confirmando el carácter interdisciplinario del campo.

En relación con la evolución temática, se observó un desplazamiento desde el uso instrumental de herramientas tecnológicas hacia enfoques pedagógicos más amplios. En una etapa inicial, la investigación se centró en recursos como sistemas de álgebra computacional y plataformas digitales para apoyar la enseñanza (Takacs et al., 2024). Posteriormente, se incorporaron modelos pedagógicos como el aprendizaje invertido y el aprendizaje basado en problemas, vinculados con mejoras en el aprendizaje autónomo y la resolución de problemas (Elhilal, 2025; Meiliati et al., 2026). Más recientemente, la integración de tecnologías como la inteligencia artificial y la realidad aumentada amplió el enfoque hacia una comprensión integral de la digitalización educativa (Dirgantoro et al., 2026; Setiawati et al., 2026). Esta transición indicó un proceso de maduración conceptual del campo.

Por el contrario, el análisis de redes de colaboración evidenció una estructura fragmentada, caracterizada por vínculos débiles y ausencia de núcleos consolidados. Aunque la literatura reconoció la existencia de comunidades científicas organizadas en clusters de coautoría (Cruz-Ramirez et al., 2020), también señaló que la colaboración en educación superior se desarrolla frecuentemente dentro de contextos nacionales (Akbaritabar y Barbato, 2021). Factores como la proximidad geográfica, la afinidad institucional y el idioma influyeron en la formación de redes de investigación (Avdeev, 2021; Fu et al., 2022). En este estudio, la fragmentación observada sugirió un campo en proceso de consolidación, donde aún no se han establecido redes colaborativas densas y estables, lo que limita la circulación del conocimiento y la integración de perspectivas diversas.

Ahora bien, las limitaciones del estudio deben interpretarse en función de su diseño y de las decisiones metodológicas adoptadas. El análisis se restringió a artículos indexados en Scopus, lo que implicó la exclusión de literatura relevante publicada en otras fuentes, como Web of Science, SciELO o repositorios institucionales, generando un posible sesgo de cobertura. Asimismo, la estrategia de búsqueda, aunque estructurada, pudo omitir estudios pertinentes debido a variaciones terminológicas propias del campo. Desde el punto de vista analítico, el enfoque bibliométrico permitió describir patrones de producción, colaboración y estructura temática, pero no evaluó la calidad metodológica de los estudios ni su impacto real en la práctica educativa, lo que constituye una limitación inherente al enfoque cuantitativo adoptado.

Finalmente, respecto a las futuras líneas de investigación, se recomendó ampliar la base de datos utilizada, incluyendo fuentes complementarias como Web of Science o Dimensions, para evaluar la robustez de los patrones identificados y reducir los sesgos de

cobertura. De igual forma, se sugirió explorar comparativamente la estructura de colaboración científica y la distribución geográfica del conocimiento, mediante análisis de redes más sofisticados que permitan identificar nodos estratégicos, vacíos regionales y oportunidades de articulación internacional. Asimismo, se planteó la conveniencia de desarrollar estudios cualitativos complementarios que examinen la calidad metodológica y el impacto educativo de las investigaciones, aportando una visión integral que combine la dimensión cuantitativa de la bibliometría con la valoración cualitativa del contenido.

Conclusiones

La tecnología educativa aplicada a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en educación superior se ha configurado como un campo de investigación en expansión, con un crecimiento sostenido asociado a la digitalización progresiva del sistema educativo y a la incorporación de tecnologías emergentes. La evidencia indicó que, especialmente desde la segunda mitad de la década de 2010, se consolidó una agenda científica orientada a integrar el aprendizaje en línea, la analítica educativa y las herramientas digitales en el desarrollo del razonamiento matemático. Este proceso permitió organizar el campo en torno a ejes conceptuales claros, evidenciando una transición desde enfoques instrumentales hacia marcos pedagógicos más amplios que posicionan a la tecnología como un componente estructural del proceso formativo universitario.

No obstante, el campo presenta una organización científica aún fragmentada, caracterizada por una alta dispersión de la productividad autoral, redes de colaboración débiles y una concentración geográfica en determinados países. Esta configuración refleja un nivel de consolidación intermedio, donde coexisten núcleos temáticos definidos con dinámicas de investigación todavía poco articuladas a nivel global. La presencia de revistas núcleo y la diversificación temática evidencian avances en la difusión y especialización del conocimiento; sin embargo, la limitada densidad de colaboración y la ausencia de liderazgos estructurales restringen su integración. De este modo, el campo se proyecta como un dominio emergente con alto potencial de desarrollo, cuya evolución dependerá de la articulación de marcos teóricos integradores y del fortalecimiento de la cooperación internacional.

En consecuencia, los hallazgos del presente estudio aportan evidencia sistemática que contribuye a la comprensión del comportamiento de la producción científica en el área y orientan el desarrollo de futuras líneas de investigación. Se sugiere ampliar el análisis mediante la incorporación de bases de datos complementarias y el uso de técnicas mixtas que combinen la bibliometría con la valoración cualitativa del contenido. Asimismo, se recomienda fortalecer las redes de colaboración académica, particularmente en regiones con menor presencia científica, y promover la formación de investigadores con trayectorias sostenidas. La integración de tecnologías educativas en la educación matemática superior constituye un proceso en marcha cuya consolidación requiere esfuerzos coordinados entre instituciones, docentes e investigadores para generar conocimiento transferible.

Acerca de

Contribución de los autores: Los autores contribuyeron a la conceptualización del estudio, desarrollo metodológico, análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito y revisión crítica de su contenido intelectual.

Financiamiento: Los autores declaran que no recibieron financiamiento para esta investigación.

Certificación ética: El protocolo del presente estudio fue sometido a revisión y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad, en cumplimiento de los principios éticos y normativas institucionales aplicables.

Referencias

- Aaradhi, V., & Chakraborty, D. (2024). EdTech applications and their adoption in Indian education sector – a bibliometric analysis and systematic literature review. *Higher Education, Skills and Work-based Learning*, 14(2), 510-528. <https://doi.org/10.1108/HESWBL-09-2022-0192>
- Ahmad, M., & Batcha, S. M. (2019). Testing Lotka's law and pattern of author productivity in the scholarly publications of artificial intelligence. *Library Philosophy and Practice*, 2716. <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/2716>
- Ahn, J., Beck, A., Rice, J., & Foster, M. (2016). Exploring issues of implementation, equity, and student achievement with educational software in the DC Public Schools. *AERA Open*, 2(4). <https://doi.org/10.1177/2332858416667726>
- Akbaritabar, A., & Barbato, G. (2021). An internationalised Europe and regionally focused Americas: A network analysis of higher education studies. *European Journal of Education*, 56(2), 219-234. <https://doi.org/10.1111/ejed.12446>
- Aktas, M. C. (2022). Problem-posing research in mathematics education: A bibliometric analysis. *Journal of Pedagogical Research*, 6(4), 217-233. <https://doi.org/10.33902/JPR.202217414>
- Alhebaishi, S., Stone, R., & Ameen, M. (2025). Emotional engagement and teaching innovations for deep learning and retention in education: A literature review. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 16(3), 35-45. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2025.0160304>
- Avdeev, S. (2021). International collaboration in higher education research: A gravity model approach. *Scientometrics*, 126(7), 5569-5588. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-04008-8>
- Awaji, B. M., Khalil, I., & Al-Zahrani, A. (2025). A bibliometrics study of two decades of GeoGebra research in mathematics education. *Journal of Educational and Social Research*, 15(1), 130-150. <https://doi.org/10.36941/jesr-2025-0011>
- Bancong, H., Saad, R., & Fiskawarni, T. H. (2025). Direction of gamification in science education: Literature review and indexed bibliography. *International Journal of*

Learning, Teaching and Educational Research, 24(4), 568-591.

<https://doi.org/10.26803/ijlter.24.4.26>

Bukova-Guzel, E., Kula, S., Ugurel, I., & Ozgur, Z. (2010). Sufficiency of undergraduate education in developing mathematical pedagogical content knowledge: Student teachers' views. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2222-2226.

<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.312>

Carrera-Cordova, M., Guillin, D. G., Medina-Moreira, J., & Lagos-Ortiz, K. (2026). Immersive metaverse environment integrated and interactive web integration for cognitive learning in algebra. In R. Valencia-Garcia et al. (Eds.), *Technologies and Innovation. CITI 2025 (Communications in Computer and Information Science, Vol. 2776)*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-032-11494-5_9

Castillo, D., Carrion, J., Chamba, C., Jimenez-Gaona, Y., Rodríguez-Alvarez, M. J., & Lakshminarayanan, V. (2025). Didactic strategies for conceptual understanding and motivation in university mathematics: A systematic review. *Frontiers in Education*, 10, 1536470. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1536470>

Christopoulos, A., & Sprangers, P. (2021). Integration of educational technology during the Covid-19 pandemic: An analysis of teacher and student receptions. *Cogent Education*, 8(1), 1964690. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2021.1964690>

Cibulskaitė, N. (2009). The problems of trigonometry teaching in school and at the university. *Pedagogika*, 93, 91-97.

Cruz-Ramirez, M., Díaz-Ferrer, Y., Rua-Vasquez, J. A., & Rojas-Velazquez, O. J. (2020). Scientometric study of a co-authorship network on mathematics education. An analysis of the research fields based on Delphi method. *Revista Española de Documentación Científica*, 43(4), 1-18. <https://doi.org/10.3989/redc.2020.4.1727>

Dirgantoro, K. P. S., Martadiputra, B. A. P., & Jupri, A. (2026). Reimagining mathematics learning through technology: A systematic review on regulated learning practices and pedagogical implications. *Multidisciplinary Reviews*, 9(8), e2026382. <https://doi.org/10.31893/multirev.2026382>

Ehrenfeld, N., & Brady, C. (2025). Learning to teach across departments: An ecological perspective on the learning experiences of mathematics pre-service teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*. <https://doi.org/10.1007/s10857-025-09733-y>

Elhilal, A. (2025). Cracking the math code: The impact of flipped classroom on problem-solving, digital fluency and self-directed learning. *Cogent Education*, 12(1), 2580767. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2580767>

Fetaji, B., Fetaji, M., Ebibi, M., & Fetaji, F. (2024). Devising VIMATE framework to assess the impact of visualization tools on geometric reasoning and problem-solving skills. *TEM Journal*, 13(4), 3479-3485. <https://doi.org/10.18421/TEM134-80>

Flapan, E. (2011). How to be a good teacher is an undecidable problem. *College Mathematics Journal*, 42(5), 350-354. <https://doi.org/10.4169/college.math.j.42.5.350>

Fu, Y. C., Marques, M., Tseng, Y. H., Powell, J. J. W., & Baker, D. P. (2022). An evolving international research collaboration network: Spatial and thematic

developments in co-authored higher education research, 1998-2018. *Scientometrics*, 127(3), 1403-1429. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-04200-w>

Fuad, A. A. A., Ruslan, A., Abdullahi, M., & Hadejia, Y. A. (2026). Flipped classroom in university-level mathematics: A decade of research trends and impact. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 14(1), 92-113.

<https://doi.org/10.37134/jsml.vol14.1.9.2026>

Hare, A., & Ng, O. L. (2015). Looking back, looking forward: The past 15 years of mathematics education in CJSMT. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 15(4), 387-397.

<https://doi.org/10.1080/14926156.2015.1091900>

Irfan, M., Kusumaningrum, B., Yulia, Y., & Widodo, S. A. (2020). Challenges during the pandemic: Use of e-learning in mathematics learning in higher education. *Infinity Journal*, 9(2), 147-158. <https://doi.org/10.22460/infinity.v9i2.p147-158>

Jimenez, C. R., Prieto, M. S., & Garcia, S. A. (2019). Technology and higher education: A bibliometric analysis. *Education Sciences*, 9(3), 169.

<https://doi.org/10.3390/educsci9030169>

Kholid, M. N., Hendriyanto, A., Sahara, S., Muhaimin, L. H., Juandi, D., Sujadi, I., Kuncoro, K. S., & Adnan, M. (2023). A systematic literature review of Technological, Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) in mathematics education: Future challenges for educational practice and research. *Cogent Education*, 10(2), 2269047.

<https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2269047>

Kuznetsova, E., & Matytcina, M. (2018). A multidimensional approach to training mathematics students at a university: Improving the efficiency through the unity of social, psychological and pedagogical aspects. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(3), 401-416.

<https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1363421>

Lisbeth Chirinos Fernandez, D., Graciela Arbulu Perez Vargas, C., Eduardo Reupo Vallejos, R., & Carlos Chirinos Salazar, J. (2025). Evolution and trends in mathematical argumentation in higher education: A bibliometric review. *Journal of Educational and Social Research*, 15(4), 274-293. <https://doi.org/10.36941/jesr-2025-0137>

Luo, L. (2020). A comparative study of implementation of information technology in the United Kingdom and Chinese education field. In *Proceedings of the 2020 9th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT 2020)* (pp. 193-197). Association for Computing Machinery.

<https://doi.org/10.1145/3383923.3383951>

Maqruf, A., Herman, T., Nurlaelah, E., Suwarma, I. R., & Tang, W. K. W. (2025). Exploring the research trends of mathematics in STEM education: A systematic review using bibliometric analysis. *STEM Education*, 5(6), 1153-1171.

<https://doi.org/10.3934/steme.2025049>

Maracci, M., Cazes, C., Vandebrouck, F., & Mariotti, M. A. (2013). Synergies between theoretical approaches to mathematics education with technology: A case study through

a cross-analysis methodology. *Educational Studies in Mathematics*, 84(3), 461-485.

<https://eric.ed.gov/?id=EJ1036723>

Marchisio, M., Barana, A., Conte, A., Fissore, C., Floris, F., Brancaccio, A., & Pardini, C. (2019). The role of an advanced computing environment in teaching and learning mathematics through problem posing and solving. In The 15th International Scientific Conference eLearning and Software for Education.

https://www.researchgate.net/publication/332423783_The_Role_of_an_Advanced_Computing_Environment_in_Teaching_and_Learning_Mathematics_through_Problem_Posing_and_Solving

Marin, V. I., Buntins, K., Bedenlier, S., & Bond, M. (2023). Invisible borders in educational technology research? A comparative analysis. *Educational Technology Research and Development*, 71(3), 1349-1370. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10195-3>

Mashuri, S., Tahmir, S., Talib, A., & Ihsan, H. (2025). Problem-based learning in mathematics education: A bibliometric analysis of key trends and future directions in the last decade. *Educational Process: International Journal*, 18, e2025419.

<https://doi.org/10.22521/edupij.2025.18.419>

Meiliati, R., Djodding, I. M., Salido, A., Husain, D. S., & Hidayati, U. (2026). Exploration problem-based learning in mathematics learning in higher education: A bibliometric review. *Social Sciences and Humanities Open*, 13, 102345.

<https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.102345>

Muchson, M., Cobern, W. W., & Saefi, M. (2024). The science education research trends (SERT) in Indonesian secondary schools: A systematic review and bibliometrics study. *Cogent Education*, 11(1), 2308407.

<https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2308407>

Muhazir, A., & Retnawati, H. (2020). The teachers' obstacles in implementing technology in mathematics learning classes in the digital era. *Journal of Physics: Conference Series*, 1511, 012022. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1511/1/012022>

Nguyen, D. T., & Van Pham, Q. (2025). The evolving landscape of AI integration in mathematics education: A systematic review of trends (2015-2025). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(10), em2714.

<https://doi.org/10.29333/ejmste/17078>

Okoye, K., Hussein, H., Arrona-Palacios, A., Quintero, H. N., Ortega, L. O. P., Sanchez, A. L., Ortiz, E. A., Escamilla, J., & Hosseini, S. (2023). Impact of digital technologies upon teaching and learning in higher education in Latin America: An outlook on the reach, barriers, and bottlenecks. *Education and Information Technologies*, 28(2), 2291-2360. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11214-1>

Ozyurt, O., & Ayaz, A. (2022). Twenty-five years of education and information technologies: Insights from a topic modeling based bibliometric analysis. *Education and Information Technologies*, 27(8), 11025-11054. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11071-y>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hrobjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71.

<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Passas, I. (2024). Bibliometric analysis: The main steps. *Encyclopedia*, 4(2), 1014-1025. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia4020065>

Planas, N., McKinley, J., Smith, K., Ingram, J., Essien, A. A., & Moore, E. (2025). Students' linguistic challenges when learning mathematics: Voices of teachers from seven countries. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 29(2), 239-251. <https://doi.org/10.1080/18117295.2025.2494292>

Priyanda, R., Herman, T., Amalia, R., & Ihsan, I. R. (2025). Exploring teachers' pedagogical reasoning in mathematics education using the TPACK framework. *Frontiers in Education*, 10, 1552760. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1552760>

Ronning, F. (2014). Future teaching of mathematics for engineers. In Proceedings of the 42nd SEFI Annual Conference (Birmingham, UK).

https://www.researchgate.net/publication/289052888_Future_teaching_of_mathematics_for_engineers

Rosak-Szyrocka, J., Apostu, S. A., & Pupp, Z. (2024). The relationship between technology of higher education in the case of European countries, a panel approach. *Polish Journal of Environmental Studies*, 33(3), 2813-2821.

<https://doi.org/10.15244/pjoes/173991>

Setiawati, I., Mulyono, H., & Nur, A. H. B. (2026). Global trends in critical thinking, creative thinking, and digital assessment: A decade of bibliometric analysis. *Multidisciplinary Reviews*, 9(5), e2026240. <https://doi.org/10.31893/multirev.2026240>

Sidorova, A. V., Bidova, B. B., & Turayeva, D. S. (2025). Digital strategies of Russian higher education: A legal aspect. In V. V. Mantulenko, J. Horak, J. Kucera, & M. Ayyubov (Eds.), Proceedings of the International Scientific Conference 'Digital Future: Science, Education, and Innovative Development of Socio-Economic Systems' (DFSED 2025) (Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 1552). Springer.

Singh, H., & Jaiswal, B. (2025). Authorship dynamics and Lotka's law applicability in the realm of archaeology. *DESIDOC Journal of Library and Information Technology*, 44(6), 374-383. <https://doi.org/10.14429/djlit.44.6.20153>

Smiling, J., & Hollebrands, K. (2025). Examining the effect of active participation on the TPACK knowledge of mathematics educators in a teaching mathematics with technology MOOC. *International Journal of Educational Research Open*, 9, 100469. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2025.100469>

Sugilar, S. (2020). Tutors' opinions on students' difficulties of learning mathematics in the distance higher education: A Delphi survey. *Journal of Physics: Conference Series*, 1663, 012009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1663/1/012009>

- Takacs, A. M., Takacs, A., Nagy, B., & Augusztinyi, D. G. (2024). On some methods of digital assessment for mathematical courses. In 2024 IEEE 7th International Conference and Workshop Obuda on Electrical and Power Engineering (CANDO-EPE) (pp. 313-316). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CANDO-EPE65072.2024.10772847>
- Trinh Thi Phuong, T., Nguyen Danh, N., Tuyet Thi Le, T., Nguyen Phuong, T., Nguyen Thi Thanh, T., & Le Minh, C. (2022). Research on the application of ICT in mathematics education: Bibliometric analysis of scientific bibliography from the Scopus database. *Cogent Education*, 9(1), 2084956. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2084956>
- Umiralkhanov, A., Abylkassymova, A., Tuyakov, Y., Zhadrayeva, L., & Ardabayeva, A. (2024). Continuity in teaching the course algebra and the beginning of analysis: Adaptation of students to new conditions. *Qubahan Academic Journal*, 4(3), 796-808. <https://doi.org/10.48161/qaj.v4n3a1050>
- Wang, C., Chen, X., Yu, T., Liu, Y., & Jing, Y. (2024). Education reform and change driven by digital technology: A bibliometric study from a global perspective. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 256. https://doi.org/10.1057/s41599-024-02717-y?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle
- Xueli, W., Zalli, M. M. M., & Peipei, T. (2025). Research status and development trends of blended learning in mathematics education: A knowledge mapping analysis using CiteSpace. *Salud, Ciencia y Tecnología – Serie de Conferencias*, 4, 1338. <https://doi.org/10.56294/sctconf20251338>
- Yohannes, A., & Chen, H. L. (2025). Technology-enhanced mathematics education (TEME): A bibliometric analysis. *Technology, Pedagogy and Education*, 35(2), 381-399. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2025.2541960>