

<https://doi.org/10.23913/ride.v15i29.2229>

Artículos científicos

Uso de la Tecnología en la enseñanza de las matemáticas en educación básica: Análisis Bibliométrico y revisión literaria

Use of Technology in the Teaching of Mathematics in Primary Education: Bibliometric Analysis and Literary Review

Uso da Tecnologia no ensino de matemática na educação básica: Análise Bibliométrica e revisão literária

J. A. Pérez-Cruz

Universidad Autónoma del Carmen, México
japcruz@pampano.unacar.mx
<https://orcid.org/0000-0002-9403-6519>

Ulises Daniel Barradas Arenas

Universidad Autónoma del Carmen, México
ubarradas@pampano.unacar.mx
<https://orcid.org/0000-0001-7122-6582>

Ma-Rosario Vazquez Aragón

Universidad Autónoma del Carmen, México
mvazquez@pampano.unacar.mx
<https://orcid.org/0000-0002-4570-2546>

Jose Gabriel Reding Dominguez

Universidad Autónoma del Carmen, México
jreding@pampano.unacar.mx
<https://orcid.org/0000-0002-2785-6103>

Mario H. Alcocer Campos

Universidad Pedagógica Nacional 042, México
mario.alcocer@upn042.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0003-6633-4775>



Resumen

En los últimos años, el uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas ha experimentado un crecimiento acelerado. La implementación de diversas herramientas busca mejorar los aprendizajes. Además, se orienta a potenciar el dominio tecnológico, generando una asociación que se transforma en conocimientos prácticos y aplicables a situaciones de la vida cotidiana. En este trabajo de investigación se realizó un análisis bibliométrico, es decir, un estudio cuantitativo sobre el uso de la tecnología en la enseñanza de matemáticas en el nivel básico. En el estudio se plantearon diez preguntas para explorar la relevancia, producción y citación del uso de herramientas digitales en la enseñanza de las matemáticas en el nivel básico, así como el impacto en la comunidad. La búsqueda se realizó en la base de datos *SCOPUS*, que arrojó 554 documentos. Finalmente, solo 16 artículos dieron respuesta a las interrogantes de investigación. Como resultado, se concluyó que las tecnologías potencian el impacto positivo en el aprendizaje de las matemáticas.

Palabras clave: Tecnología, enseñanza, matemáticas, educación básica, análisis bibliométrico.

Abstract

In recent years, the use of technology in the teaching of mathematics has experienced accelerated growth. The implementation of various tools seeks to improve learning. In addition, it is oriented to enhance technological mastery, generating an association that is transformed into practical knowledge applicable to everyday life situations. In this research work, a bibliometric analysis was carried out, that is, a quantitative study on the use of technology in the teaching of mathematics at the elementary level. Ten questions were posed in the study to explore the relevance, production and citation of the use of digital tools in the teaching of mathematics at the elementary level, as well as the impact on the community. The search was conducted in the *SCOPUS* database, which yielded 554 documents. Finally, only 16 articles provided answers to the research questions. As a result, it was concluded that technologies enhance the positive impact on mathematics learning.

Keywords: Technology, teaching, mathematics, basic education, bibliometric analysis.

Resumo

Nos últimos anos, o uso da tecnologia no ensino de matemática tem experimentado um crescimento acelerado. A implementação de diversas ferramentas busca melhorar o aprendizado. Além disso, visa aprimorar o domínio tecnológico, gerando uma associação que se transforma em conhecimento prático aplicável às situações do dia a dia. Neste trabalho de pesquisa foi realizada uma análise bibliométrica, ou seja, um estudo quantitativo sobre o uso da tecnologia no ensino de matemática no nível básico. O estudo colocou dez questões para explorar a relevância, produção e citação do uso de ferramentas digitais no ensino de matemática no nível básico, bem como o impacto na comunidade. A busca foi realizada na base de dados SCOPUS, que rendeu 554 documentos. Por fim, apenas 16 artigos responderam às questões de pesquisa. Como resultado, concluiu-se que as tecnologias potencializam o impacto positivo na aprendizagem da matemática.

Palavras-chave: Tecnologia, ensino, matemática, educação básica, análise bibliométrica.

Fecha Recepción: Agosto 2024

Fecha Aceptación: Diciembre 2024

Introducción

Las tecnologías de información desempeñan un papel de vital importancia ya que facilitan el acceso a la información, son promotoras de la enseñanza personalizada, fomentan la investigación educativa, que preparan a los estudiantes para el futuro. La educación actual no solo mejora la eficiencia y calidad, sino también promueve la preparación de los estudiantes para un mundo digitalizado Zhuoya & Tang (2022). El uso de software en la enseñanza de las matemáticas mejora de manera significativa la eficiencia del proceso de aprendizaje, ya que es factor motivante porque estimula el interés de los estudiantes mejorando la participación, comunicación y retroalimentación.

Cada vez se implementan nuevas técnicas que ocupan el aprendizaje electrónico con énfasis en el autodesarrollo de los estudiantes. Las nuevas aulas híbridas, entendidas como un modelo que combina enseñanza presencial y virtual, proveen flexibilidad y accesibilidad, con la libertad para personalizar los conocimientos permitiendo a los estudiantes avanzar a su propio ritmo. La combinación de la enseñanza presencial y virtual genera nuevas estrategias pedagógicas y recursos tecnológicos, que enriquecen la experiencia del aprendizaje Shushuang (2019).

Por tanto, es fundamental que los métodos y contenidos de los cursos de matemáticas deban incluir el uso de tecnología de la información, éste no solo facilita el aprendizaje de los estudiantes, sino que también les brinda la oportunidad de adquirir habilidades digitales relevantes para el mundo actual Laitochová et al. (2022). En comparación con el aprendizaje tradicional, el uso de la tecnología en la enseñanza tiene enfoque, flexibilidad e interacción con el cual se adaptan las metodologías de enseñanza a las necesidades y contextos específicos de los estudiantes.

Entre las tecnologías emergentes que buscan mejorar la experiencia de aprendizaje se encuentran: modelos pedagógicos aplicados al aprendizaje electrónico de las matemáticas, software matemático online, herramientas generales de aprendizaje electrónico, comunicación y colaboración virtual, evaluaciones en línea, conferencias, materiales didácticos interactivos Cuypers (2012).

En este trabajo de investigación se realiza un análisis bibliométrico que da respuesta a las preguntas de investigación; con la fórmula específica y los criterios de inclusión y exclusión se delimita la cantidad de trabajos que contribuyen al tema, teniendo como resultado 16, esto permite enfocar el área, proporcionando una visión integral y actualizada sobre el uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas.

Material y Métodos

El presente trabajo de investigación presenta un análisis bibliométrico y revisión literaria de un total de 554 documentos tomados de la base de datos de *Scopus*. La fórmula de búsqueda sensible, que consiste en términos clave para optimizar la recuperación de documentos relevantes, se conformó como: TITLE-ABS-KEY (tecnologías y enseñanza y educación y básica y matemáticas). Para el análisis de la información bibliométrica, se utilizó el software *VOSviewer* y *Bibliometrix*. En la Figura 1 se muestra el resumen descriptivo de los trabajos realizados.

En los períodos de tiempo de 1972 a 2024, se obtuvieron 554 documentos de 326 fuentes. La tasa anual de crecimiento fue del 3.81%, la participación de 1553 autores y un índice de coautoría de 9.2%. Se identificaron 1325 palabras clave, con un promedio de 4.5% de citas por documento y un total de 12,485 referencias.

Figura 1. Resumen descriptivo de los trabajos analizados



Fuente: elaboración propia

El análisis se llevó a cabo en cinco fases principales:

1. Planteamiento de preguntas de investigación: Se definieron los principales objetivos y problemáticas.
2. Búsqueda: Se aplicó la fórmula sensible para recopilar documentos relevantes.
3. Criterios de inclusión y exclusión: Se seleccionaron únicamente trabajos que cumplieran con altos estándares de calidad y relevancia.
4. Selección y recopilación de la información: Se analizaron los documentos seleccionados de manera detallada.
5. Resultados: Se interpretaron los datos para responder las preguntas de investigación.

A continuación, se describe de manera detallada cada una de las fases:

Fase 1. Preguntas de investigación

Dentro de esta fase fueron seleccionadas diez preguntas de investigación que sustentan el estudio realizado. De cada planteamiento se busca un análisis global e individual. Este análisis construye un soporte teórico que servirá de apoyo a futuros investigadores que requieran la revisión de trabajos confiables para responder preguntas similares a las propuestas.

Las preguntas se plantearon de la siguiente forma:

1. ¿Cuál es la producción anual científica?
2. ¿Cuál es el promedio de citas por año?
3. ¿Cuáles son las fuentes más relevantes?
4. ¿Cómo ha evolucionado la producción de las fuentes a lo largo del tiempo?
5. ¿Cuáles son los autores más relevantes?
6. ¿Cuál es la producción científica de los países?

7. ¿Cuáles son las palabras clave más utilizadas en los estudios revisados?
8. ¿Qué impacto tiene el uso de software en la enseñanza de las matemáticas?
9. ¿Cómo afecta el uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas sobre los estudiantes?
10. ¿Cómo influye la formación y capacitación de los docentes en el uso efectivo de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas en la educación básica?

Fase 2. Proceso de búsqueda

La base de datos *Scopus* fue seleccionada para realizar la búsqueda de artículos debido a su amplio alcance en publicaciones académicas y científicas. Para la búsqueda, se empleó una fórmula sensible, diseñada para optimizar la recuperación de documentos relevantes. La fórmula se construyó como: TITLE-ABS-KEY ('tecnologías', 'enseñanza', 'educación', 'básica' y 'matemáticas'), abarcando términos en el título, palabras clave y resúmenes de los documentos. Posteriormente, el análisis de los datos recuperados se realizó utilizando los softwares *VOSviewer* y *Bibliometrix*.

Fase 3. criterios de inclusión y exclusión

Dentro de esta fase se construye la fórmula específica, que es clave para definir los trabajos que dan respuesta a las preguntas de investigación, quedando de la siguiente manera TITLE-ABS-KEY (technologies AND teaching AND education AND basic AND mathematics) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2023) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2024)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOCI")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) AND (LIMIT-TO (OA , "all")), para la selección se utilizaron los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 1).

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión	Exclusión
<ul style="list-style-type: none"> - Investigaciones de cinco años a la fecha. - Título, resumen y palabras clave que contengan los términos: tecnologías y enseñanza y educación y básica y matemáticas - Idioma inglés. - Artículos de investigación y acceso abierto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigaciones que no están en inglés. - Publicaciones duplicadas. - Artículos con revisiones sistemáticas. - Artículos sin acceso abierto. - Temas fuera del sector educativo.

Fuente: elaboración propia

Fase 4. Selección y recopilación de la información

De acuerdo con los resultados obtenidos de la búsqueda general se encontraron 554 documentos, que fueron analizados para dar respuesta a las preguntas de investigación. Para ello, se aplicaron filtros de similitud, calidad, claridad conceptual, características de la población, muestras, hallazgos y conclusiones, lo que resultó en un total de 16 trabajos (Tabla 2).

Tabla 2. Listado de artículos seleccionados tras el análisis.

No.	Artículo	Autores y año
1	Un programa de lectura de diálogos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para los primeros grados: el desarrollo de un marco conceptual.	Bezuidenhout (2021).
2	Tecnología de asistencia en la construcción de conceptos numéricos: un estudio que implica acciones de docentes y estudiantes con discapacidad visual.	Sganzerla & Geller (2020).
3	ATS-STEM: Metodología docente global para mejorar las competencias del alumnado de Educación Secundaria.	Fernández-Morante et al. (2022)
4	Tecnología de asistencia liderada por el constructivismo: Un experimento en una escuela primaria especial de Namibia	Abiatal & Howard (2020).
5	Desarrollar un entorno de aprendizaje basado en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para futuros docentes de formación docente de la primera infancia.	Efriani et al. (2023).
6	Desempeño de los estudiantes de tercer grado y desarrollo de la comprensión conceptual en la enseñanza mejorada con tecnología con interacción Software de Matemáticas	Uwineza et al. (2023).
7	Integración de tecnologías en la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas en el Inicio de la educación secundaria en Austria	Weinhandl et al. (2021).
8	Sistema Inteligente para la Enseñanza Interactiva a través de Videojuegos	Robles & Quintero M. (2020).
9	Presentación del PDI a los futuros profesores de matemáticas: una evaluación usando el marco TPACK	Gonzales & Gonzales (2021).
10	¿Es posible que los estudiantes jóvenes aprendan la aplicación AI-STEAM con aprendizaje experiencial?	Hsu et al. (2021).
11	Modelización matemática en química secundaria Educación: Cromatografía	Kraska (2020).

12	Recurso Poly-Universe para la resolución de tareas geométricas por parte de estudiantes portugueses de educación básica	Matos et al. (2023).
13	Conocimientos especializados del profesor de Matemáticas para enseñar a través del modelado utilizando las TIC	Padilla et al. (2022).
14	El Impacto de la Plataforma Virtual de Aprendizaje EDUKA en el Rendimiento Académico de los Niños de Primaria.	Kliziene et al. (2021).
15	La perspectiva de los profesores de matemáticas de las escuelas públicas sobre su conocimiento y práctica docente en Conexión con la Bncc	Souza & Lopes (2021).
16	El uso de Edpuzzle para aprender factorización polinomial de educación secundaria.	Jimenez et al. (2021).

Fuente: elaboración propia

Resultados

De acuerdo con el análisis realizado y la aplicación de los criterios de exclusión se tuvo como resultado 16 trabajos, que dan respuesta a las preguntas de investigación. Cabe mencionar que el análisis de documentos solo fue realizado en la base de datos *Scopus*, que de entrada arrojó 27 trabajos obtenidos de la fórmula específica; 11 trabajos no cumplieron con los criterios de calidad, claridad, similitud, por lo tanto, no daban respuesta a la pregunta de investigación.

Pregunta 1: ¿Cuál es la producción anual científica?

En 2019 repuntó la cantidad de artículos publicados con 55, y después presentó una baja con 46 en 2023. Actualmente a marzo del 2024 se han publicado siete trabajos. En la Tabla 4 se puede observar que con el paso de los años se ha tenido un crecimiento considerable en los trabajos de investigación relacionados con el uso de las tecnologías de información en la enseñanza de las matemáticas. En la Figura 2 se presenta la producción anual científica, destacando el incremento en 2019 y el descenso posterior en 2023.

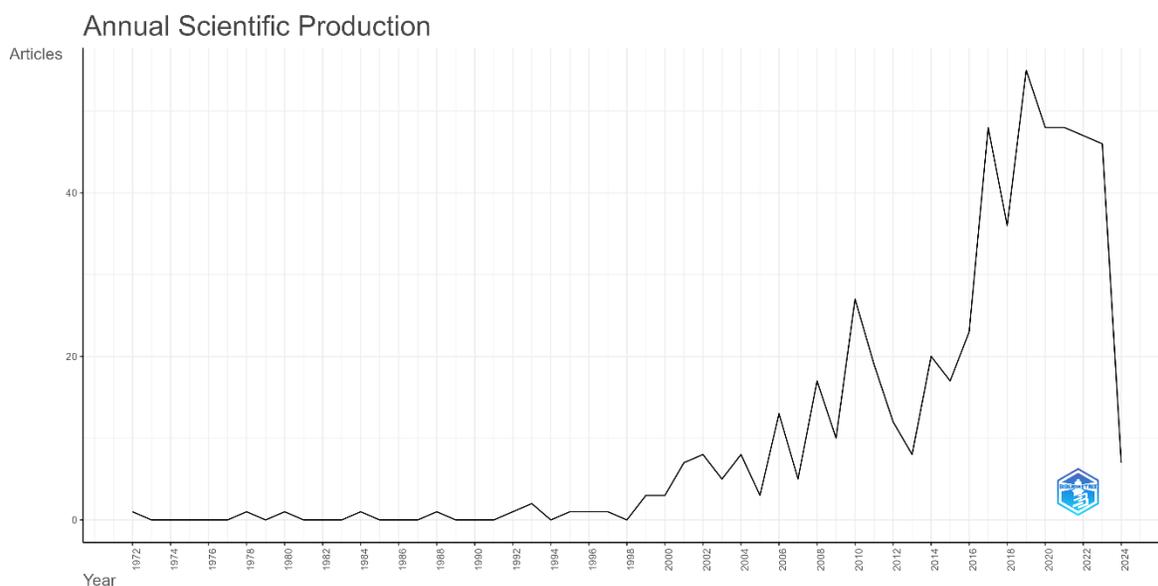
Pregunta 2: ¿Cuál es el promedio de citas por año?

Esta métrica es utilizada para evaluar la influencia y la relevancia de un artículo en su campo de estudio. La primera publicación en este tema se realizó en 1972, y ha tenido una media anual de citas del 0.06%, para 2012 tiene un crecimiento del 0.7, en 2016 llega al 0.9 y en el 2021 su mejor año con un 1.3%, por tanto, se observa un crecimiento considerable en los últimos años (Figura 3).

Pregunta 3: ¿Cuáles son las fuentes más relevantes?

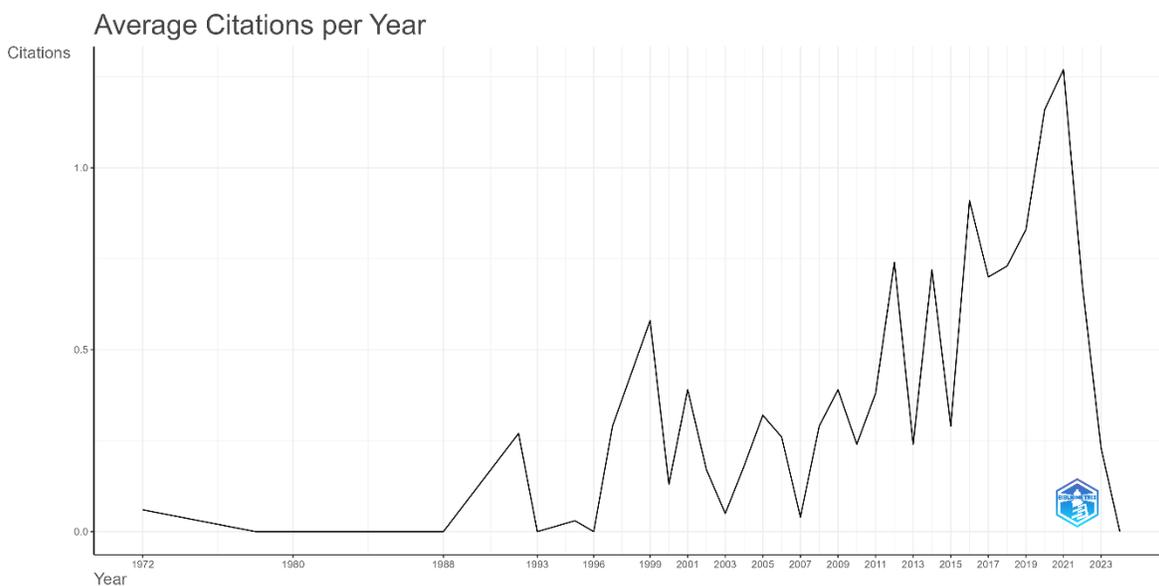
Pregunta 4: ¿Cómo ha evolucionado la producción de las fuentes a lo largo del tiempo?

Figura 2. Producción anual científica



Fuente: elaboración propia con el software Bibliometrix.

Figura 3. Promedio de citas por año.

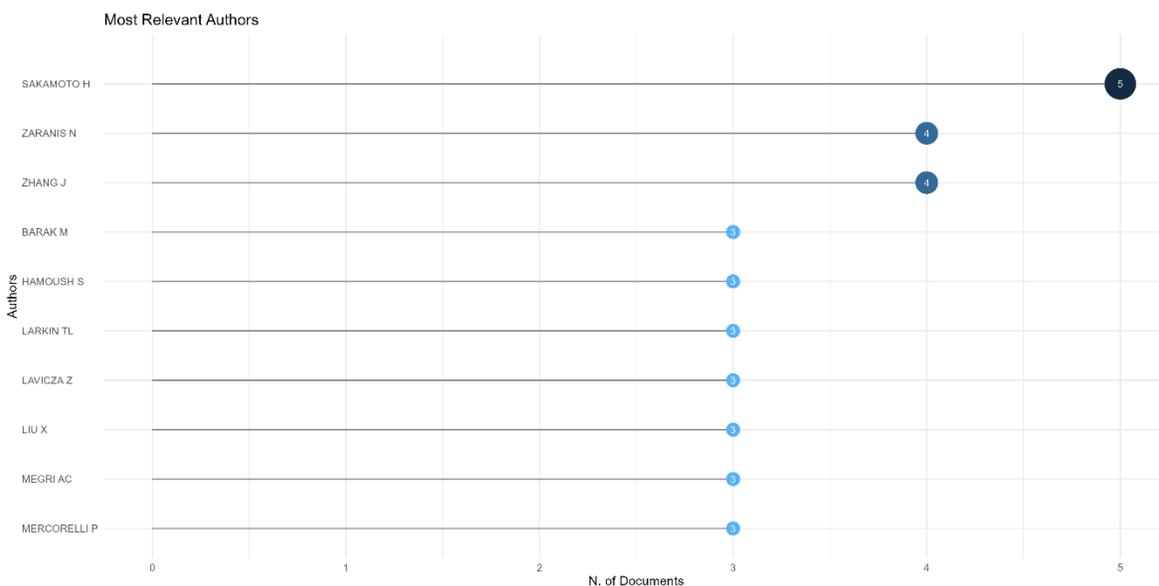


Fuente: elaboración propia con el software Bibliometrix.

Pregunta 5: ¿Cuáles son los autores más relevantes?

Sakamoto H, se encuentra en primer lugar con seis publicaciones, que indica la contribución individual del autor. En segundo lugar, se encuentra Zaranis N, con cuatro trabajos. En el tercer puesto se encuentra Zhang J, con cuatro publicaciones, estos son los autores que lideran las publicaciones mundiales del tema de investigación (Figura 4).

Figura 4. Autores más relevantes



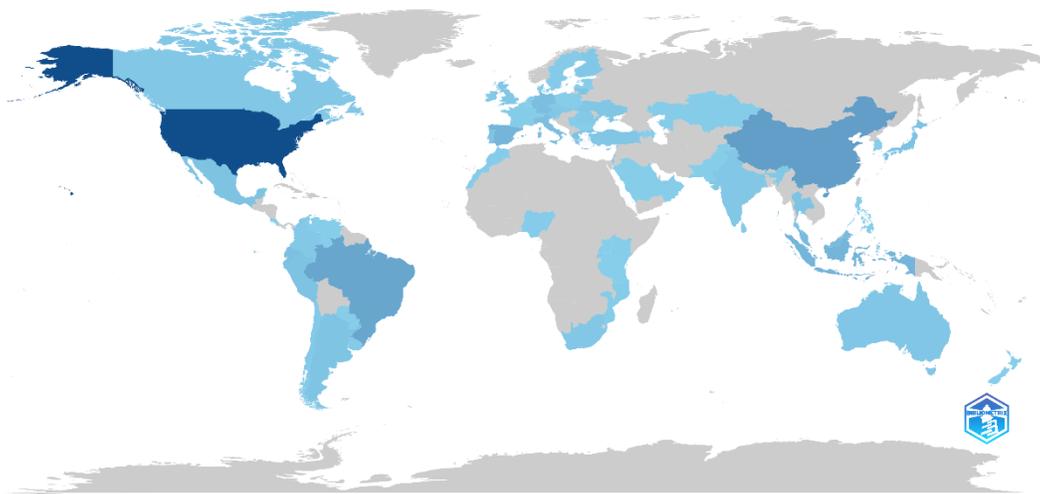
Fuente: elaboración propia con el software Bibliometrix

Pregunta 6: ¿Cómo ha evolucionado la producción de las fuentes a lo largo del tiempo?

Respecto a la producción científica de los países, Estados Unidos tienen una frecuencia de 344 documentos, detrás de China con 122, siguiéndolo de cerca Brasil con 103, estos tres países se mantienen a la cabeza en la producción de trabajo de investigación a nivel mundial (Figura 5).

Figura 5. Producción científica de los países

Country Scientific Production



Fuente: elaboración propia con el software Bibliometrix

Pregunta 7: ¿Cuáles son las palabras clave más utilizadas en los estudios revisados?

Las palabras claves más utilizadas en los trabajos de investigación del 2010 a la fecha son: *estudiante* con 251 ocurrencias y 1151 enlaces totales al 2014; *enseñanza* tiene 228 ocurrencias y 1072; *educación* ingeniería muestra 186 ocurrencias y 877. Del año 2020 a la fecha las palabras: *educación STEM*, *programación de computadoras*, *enseñanza de las matemáticas* han tomado fuerza dentro de las nuevas publicaciones (Figura 6).

conceptos matemáticos, el acceso a una amplia gama de recursos educativos en línea como: tutoriales, videos explicativos y ejercicios interactivos (Robles y Quintero M., 2020; Fernández-Morante et al., 2022).

Pregunta 10: ¿Cómo influye la formación y capacitación de los docentes en el uso efectivo de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas en la educación básica?

La capacitación de los docentes desempeña un papel fundamental en el uso efectivo de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas en la educación básica, puede influir en un cambio de enfoque pedagógico, fomentando prácticas centradas en el estudiante y promoviendo un uso crítico y reflexivo, lo que puede resultar en un mejor rendimiento y en una experiencia educativa más enriquecedora Gonzales y Gonzales (2021), la formación en tecnología capacita a los docentes para utilizar herramientas en la evaluación del aprendizaje, proporcionando retroalimentación oportuna y efectiva para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje Kraska (2020).

La capacitación y formación continua permite a los docentes mantenerse al día con las últimas tendencias y herramientas tecnológicas, ayudándoles a mejorar en sus prácticas y adaptarse a los cambios en el entorno educativo Matos et al. (2023), es fundamental que los profesores posean la capacidad de abordar los contenidos matemáticos de manera didáctica y pedagógica, permitiendo una enseñanza más interactiva y práctica para los estudiantes.

Discusión

De acuerdo con la revisión de los trabajos encontrados, el uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas puede tener un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes, Diversos autores (Souza y Lopes, 2021; Jimenez et al., 2021; Matos et al., 2023) coinciden en que el uso de software especializado en la enseñanza de las matemáticas facilita la comprensión de conceptos, personaliza el aprendizaje y proporciona retroalimentación inmediata, lo que aumenta la motivación y compromiso de los estudiantes.

En esa misma línea, Persano Adorno et al. (2021) plantean que el uso de software en la enseñanza de las matemáticas puede mejorar la comprensión, motivación y compromiso de los estudiantes, personalizar el aprendizaje, proporcionar práctica adicional y retroalimentación inmediata, y desarrollar habilidades tecnológicas.

Como tendencias actuales, Weinhandl et al. (2021), destacan la práctica independiente mediante tareas digitales con retroalimentación en tiempo real, adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes. De manera similar, Uwineza et. al. (2023) afirman que algunos programas de software permiten actividades personalizadas que se ajustan al ritmo y habilidades específicas de cada estudiante.

Con base en los estudios analizados, los autores coinciden que el uso del software en la enseñanza de las matemáticas en la educación básica mejora la comprensión de los conceptos básicos del lenguaje matemático y fomenta un enfoque más interactivo y personalizado.

Conclusiones

El estudio realizado da respuesta a las preguntas de investigación planteadas; el impacto internacional en relación con el uso del software como apoyo en la enseñanza de las matemáticas en educación básica toma fuerza con el transcurso de los años. De acuerdo con la base de datos analizada de sus orígenes en 1972 a la fecha ha tenido un crecimiento acelerado. En 2019 se registró el mayor número de trabajos publicados, con un total de 55. Los países que más investigación realizan investigación son los Estados Unidos, con 344 documentos, seguido de cerca por China, con 122.

Impacto en los estudiantes: el software ayuda a los estudiantes, volviéndolos más interactivos y dinámicos, motivándolos a seguir adquiriendo conocimientos significativos. Además, les permite corregir errores y comprender los conceptos desarrollando habilidades, enriqueciendo y formando nuevas experiencias de aprendizaje adecuadas a su ritmo y forma de trabajo con actividades y ejercicios personalizados.

Comparación con métodos tradicionales: el uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas genera mayor interactividad y participación de los estudiantes involucrándolos de manera activa y mejorando su comprensión, personaliza su aprendizaje adaptando contenidos y metodologías a sus necesidades individuales, así como el acceso a recursos en línea con una amplia gama de materiales.

Formación docente: Dotar a los docentes de habilidades y conocimientos tecnológicos contribuye a potenciar el impacto positivo de la tecnología en el aprendizaje de los estudiantes y enriquecer la experiencia educativa en el aula.

Consideraciones éticas: La equidad y el acceso a la tecnología son fundamentales para garantizar la igualdad, la privacidad y protección de datos que la información recopilada a

través de herramientas tecnológicas se maneje de manera segura y cumpla con las normativas de protección de datos, promoviendo el uso responsable y ético, y contribuyendo a un entorno educativo inclusivo, seguro y de calidad.

Futuras líneas de investigación

El avance de la tecnología ofrece múltiples oportunidades para explorar el impacto de herramientas como la *Inteligencia Artificial* (por ejemplo, algoritmos de tutoría personalizada), la realidad aumentada (aplicaciones para visualizar conceptos matemáticos), la realidad virtual (entornos inmersivos para resolver problemas) y la *gamificación* (juegos educativos interactivos) en el aprendizaje de matemáticas a nivel básico. Se recomienda que investigaciones futuras se deben centrar en estudios longitudinales para evaluar cómo estas tecnologías pueden mejorar la comprensión conceptual y el rendimiento académico a largo plazo.

A su vez, la formación docente en el uso de herramientas tecnológicas es un factor crítico para su implementación efectiva en el aula. Se debe explorar cómo la formación continua puede abordar las necesidades de los docentes en áreas como la integración curricular, el diseño de actividades interactivas y el manejo de plataformas digitales, asegurando una implementación efectiva en el aula.

Referencias

- Abiatal, L. K. S., & Howard, G. R. (2020). Erratum: Constructivism-led assistive technology: An experiment at a Namibian special primary school. *South African Journal of Childhood Education*, 10(1), a1075. <https://doi.org/10.4102/sajce.v11i1.1075>
- Bezuidenhout, H. S. (2021). An early grade science, technology, engineering and mathematics dialogue reading programme: The development of a conceptual framework. *South African Journal of Childhood Education*, 11(1). <https://doi.org/10.4102/sajce.v11i1.1038>
- Cuypers, Hans (2012). "Book Review of Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies, edited by Angel A. Juan, Maria A. Huertas, Sven Trenholm and Cristina Steegmann" [online review]. *Universities and Knowledge Society Journal (RUSC)*. Vol. 9, No 1. pp. 371-376 UOC. <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-cuypers/v9n1-cuypers-eng>
- Efriani, A., Zulkardi, Putri, R. I. I., & Aisyah, N. (2023). Developing a learning environment based on science, technology, engineering, and mathematics for pre-service teachers of early childhood teacher education. *Journal on Mathematics Education*, 14(4), 647–662. <https://doi.org/10.22342/jme.v14i4.pp647-662>
- Fernández-Morante, C., Fernández-de-la-Iglesia, J., Cebreiro, B., & Latorre-Ruiz, E. (2022). ATS-STEM: Global Teaching Methodology to Improve Competences of Secondary Education Students. *Sustainability*, 14(12), 6986. <https://doi.org/10.3390/su14126986>
- Gonzales, G. G., & Gonzales, R. R. (2021). Introducing IWB to preservice mathematics teachers: An evaluation using the TPACK framework. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(2), 436–450. <https://doi.org/10.18844/cjes.v16i2.5619>
- Hsu, T.-C., Abelson, H., Lao, N., & Chen, S.-C. (2021). Is It Possible for Young Students to Learn the AI-STEAM Application with Experiential Learning? *Sustainability*, 13(19), 11114. <https://doi.org/10.3390/su131911114>
- Jimenez, C., Jadraque, M. A., Magreñán Ruiz, Á. A., & Orcos, L. (2021). The use of EdPuzzle to learn polynomial factorization in Secondary Education. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 73(4), 27–42. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2021.89586>
- Kliziene, I., Taujanskiene, G., Augustiniene, A., Simonaitiene, B., & Cibulskas, G. (2021). The Impact of the Virtual Learning Platform EDUKA on the Academic Performance

- of Primary School Children. *Sustainability*, 13(4), 2268.
<https://doi.org/10.3390/su13042268>
- Kraska, T. (2020). Mathematical Modeling in Secondary Chemistry Education: Chromatography. *World Journal of Chemical Education*, 8(3), 114–121.
<https://doi.org/10.12691/wjce-8-3-3>
- Laitochová, J., Uhlířová, M., & Vaško, J. (2022). SCHOOL MATHEMATICS AND DIGITAL LITERACY. *Education and New Developments 2022 – Volume I*, 250–252. <https://doi.org/10.36315/2022v1end057>
- Matos, A., Santos, V., & B. Neto, T. (2023). Poly-Universe Resource for Solving Geometric Tasks by Portuguese Basic Education Students. *Open Education Studies*, 5(1), 20220181. <https://doi.org/10.1515/edu-2022-0181>
- Padilla, I., Acevedo, J., & Montes, M. (2022). Specialised Knowledge of the Mathematics Teacher to Teach through Modelling using ICTs. *Acta Scientiae*, 25(1), 160–195.
<https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.7363>
- Persano Adorno, D., Mallahnia, T., Koch, V., Zailskaitė-Jakštė, L., Ostreika, A., Urbaitytė, A., Punys, V., & Pizzolato, N. (2021). The BioS4You European Project: An Innovative Way to Effectively Engage Z-Generation Students in STEM Disciplines. *Education Sciences*, 11(12), 774. <https://doi.org/10.3390/educsci11120774>
- Robles, D., & Quintero M., C. G. (2020). Intelligent System for Interactive Teaching through Videogames. *Sustainability*, 12(9), 3573. <https://doi.org/10.3390/su12093573>
- Sganzerla, M. A. R., & Geller, M. (2020). Assistive Technology in the Construction of Number Concepts: A Study Entailing Actions of Teachers and Visually Impaired Students. *Acta Scientiae*, 22(4), 155–179.
<https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.5964>
- Shushuang, L. (2019). Thoughts on the Orientation of Mathematics Education in Colleges and Universities. *Journal of Physics: Conference Series*, 1187(5), 052090.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1187/5/052090>
- Souza, G., & Lopes, P. (2021). The perspective of public schools mathematics teachers on their knowledge and teaching practice in connection with the BNCC. *Acta Scientiae*, 23(6), 93–120. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6839>
- Uwineza, I., Uworwabayeho, A., & Yokoyama, K. (2023). Grade-3 Learners' Performance and Conceptual Understanding Development in Technology-Enhanced Teaching

With Interactive Mathematics Software. European Journal of Educational Research, 12(2), 759–774. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.2.759>

Weinhandl, R., Houghton, T., Lindenbauer, E., Mayerhofer, M., Lavicza, Z., & Hohenwarter, M. (2021). Integrating Technologies Into Teaching and Learning Mathematics at the Beginning of Secondary Education in Austria. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 17(12), 1–15. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11427>

Zhuoya, W., & Tang, J. (2022). Implementing of the BOPPS Model on Basic Properties of Fractions Using Hawgent Dynamic Mathematics Software in Elementary Education. JOURNAL OF TEACHING AND LEARNING IN ELEMENTARY EDUCATION (JTLEE), 5(2), 190. <https://doi.org/10.33578/jtlee.v5i2.7945>

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	J. A. Pérez-Cruz
Metodología	Ulises Daniel Barradas Arenas
Software	Ma-Rosario Vazquez Aragón
Validación	Ulises Daniel Barradas Arenas
Análisis Formal	Ulises Daniel Barradas Arenas
Investigación	J. A. Pérez-Cruz (que apoya), Ulises Daniel Barradas Arenas (principal)
Recursos	J. A. Pérez-Cruz
Curación de datos	Ma-Rosario Vazquez Aragón
Escritura - Preparación del borrador original	Mario H. Alcocer Campos
Escritura - Revisión y edición	Ulises Daniel Barradas Arenas (que apoya), Ma-Rosario Vazquez Aragón (principal)
Visualización	Jose Gabriel Reding Dominguez
Supervisión	Jose Gabriel Reding Dominguez
Administración de Proyectos	Mario H. Alcocer Campos
Adquisición de fondos	J. A. Pérez-Cruz