



ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN SECUNDARIA: TENDENCIAS Y DESAFÍOS

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC PRODUCTION IN SECONDARY MATHEMATICS EDUCATION: TRENDS AND CHALLENGES

Cinthia Julissa Quiroz-Varón (*)
Nolberto Arnildo Leyva Aguilar
Universidad César Vallejo

Resumen

El artículo enfatiza que la educación matemática es fundamental para desarrollar competencias críticas en los estudiantes, preparándolos para los desafíos de un mundo tecnológico. Este estudio realiza un análisis bibliométrico de la producción científica en educación matemática durante la última década, destacando su relevancia para el diseño de políticas educativas y la innovación pedagógica. A través de datos obtenidos de bases académicas reconocidas, se aplicaron técnicas de análisis de redes y coocurrencia de palabras clave para identificar tendencias, autores influyentes y colaboraciones internacionales. Se identificaron 529 autores y siete clústeres de investigación principales, con un enfoque creciente en la integración de tecnologías digitales y la educación STEM. Los resultados destacan la importancia de adaptar las prácticas educativas a las nuevas demandas tecnológicas y metodológicas, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y el desarrollo de políticas que mejoren el aprendizaje en matemáticas a nivel global.

Palabras clave: Matemáticas; enseñanza secundaria; tecnología educacional; bibliometría; resolución de problemas.

Abstract

Mathematics education is essential for developing critical thinking and problem-solving skills in students, preparing them for an increasingly technological world. Over the past decade, research in this field has gained prominence, driven not only by the need for effective educational policies but also by the imperative for pedagogical innovation. This study conducts a bibliometric analysis of scientific production in secondary mathematics education, aiming to identify trends, influential authors, and emerging topics in global research. The primary objective is to analyze the evolution of scientific output in secondary mathematics education between 2013 and 2023, focusing on identifying research trends, prolific authors and countries, and emerging topics and challenges in the field.

The study employs a bibliometric design with a descriptive and retrospective approach. The Scopus database, recognized for its broad coverage of peer-reviewed scientific publications and citations, was utilized as the main data source. The bibliographic search took place in June 2024, encompassing publications from 2013 to 2023. Advanced techniques, including co-authorship network analysis and keyword co-occurrence analysis, were applied using tools such as R Studio, VOSviewer, and CiteSpace. These tools facilitated the statistical analysis and visualization of research trends. A total of 1,831 records were selected after applying specific inclusion and exclusion criteria, prioritizing scientific articles, book chapters, reviews, and complete books. The methodology also involved manual reviews to ensure data accuracy and consistency.

The analysis revealed a substantial increase in the production of scientific articles on secondary mathematics education, growing from 114 articles in 2013 to 257 in 2023, reflecting a 125.44% increase. The United States led in production with 365 articles and an h-index of 33, followed by Spain and Australia, demonstrating a relevant impact on research. Additionally, 529 authors were identified, organized into seven main research clusters, focusing on areas such as mathematics pedagogy, digital technology integration, and STEM education.

(*) Autor para correspondencia:
Cinthia Julissa Quiroz-Varón
Universidad César Vallejo
Av. Larco 1770, Trujillo 13001, Perú
Correo de contacto:
cquirozv@ucvvirtual.edu.pe

©2010, Perspectiva Educacional
[Http://www.perspectivaeducacional.cl](http://www.perspectivaeducacional.cl)

RECIBIDO: 24.01.2024
ACEPTADO: 22.12.2024
DOI: 10.4151/07189729-Vol.64-Iss.2-Art.1544

Moreover, the keyword analysis showed a trend toward pedagogical innovation, emphasizing advanced educational technologies and curriculum adaptation to 21st-century demands. The most frequent keywords included "Mathematics Education," "Mathematics," and "Secondary Education," indicating a sustained interest in improving mathematics teaching. International collaborations also played a significant role, facilitating knowledge exchange and supporting the implementation of innovative educational practices across different regions.

In conclusion, the study demonstrates that secondary mathematics education is a growing field with a positive trend in scientific production and robust international collaboration. The findings highlight the need to align educational practices with evolving technological and methodological demands, offering a solid foundation for future research and educational policy development. The study recommends promoting international collaboration to share best practices, integrate emerging educational technologies, and ensure equitable access to educational opportunities, particularly in under-resourced regions. This research provides valuable insights into current and emerging trends in mathematics education, supporting continuous innovation and improvement in teaching practices at a global level.

Keywords: Mathematics; Secondary education; Educational technology; Bibliometrics; Problem Solving.

1. Introducción

La educación es considerada el centro para el desarrollo de ciudadanos capaces de enfrentar desafíos globales. En ese sentido, la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas constituyen elementos fundamentales de la educación con un impacto significativo en la sociedad (Wilkerson, 2022). La formación de docentes de Matemáticas de secundaria en planes de estudio, mejores prácticas de enseñanza, estrategias de aprendizaje profesional e interdisciplinario, entre otros aspectos relevantes (Bosica et al., 2021; Le Roux & Swanson, 2021), favorecerá la ampliación y el aumento de la participación en los estudios de matemáticas avanzadas en el nivel secundario, lo cual representa un reto importante para la mayoría de los sistemas educativos (Treacy et al., 2023).

El Marco de Evaluación de PISA define a la competencia matemática (CM) como la capacidad de un individuo para razonar matemáticamente, formular, aplicar e interpretar conceptos matemáticos con el fin de resolver problemas en diversos contextos de la vida real. Esto incluye el uso adecuado de conceptos, procedimientos, datos y herramientas para describir, explicar y predecir fenómenos (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 2023). Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2023) enfatiza la importancia de fortalecer la enseñanza de las matemáticas para enfrentar desafíos globales como la pandemia y el desarrollo sostenible, resaltando su papel en la toma de decisiones y la ampliación de oportunidades educativas, especialmente para niñas y jóvenes.

Asimismo, es esencial enfrentar los problemas de manera efectiva, influenciados por la resiliencia matemática. Por ello, es importante desarrollar competencias matemáticas las cuales incluyen la comprensión conceptual, el desarrollo de habilidades estratégicas, así como la aplicación de un razonamiento adaptativo y una disposición productiva (Zandy & Negara, 2024). Estas competencias dependen de la flexibilidad cognitiva, definida como la capacidad de adaptar estrategias de solución de problemas ante nuevas demandas (De Santana et al., 2022). Desarrollar estas competencias es importante no solo para la comprensión de conceptos, sino también para fomentar habilidades transversales esenciales en la vida cotidiana y profesional, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

En este sentido, la educación matemática es un componente clave dentro del currículo escolar, permitiendo a los estudiantes enfrentar desafíos contemporáneos y futuros con habilidades de razonamiento, análisis y comunicación (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, 2024). El enfoque de la modelización y la comunicación en matemáticas en el contexto pedagógico digital potencia las habilidades iniciales y la flexibilidad cognitiva, esenciales para enfrentar

desafíos matemáticos en diversos entornos educativos (Rahayuningsih et al., 2020; Vanderburg, 2024).

Estudios previos sugieren que la producción científica sobre competencias matemáticas en la educación secundaria es de gran relevancia por la capacidad que desarrolla en los estudiantes para aplicar conocimientos de manera efectiva y afrontar desafíos que afectan el rendimiento (Gómez Moreno, 2019; Kaur et al., 2022) y abordar problemas complejos preparándolos para su vida adulta (Deieso & Fraser, 2019; Klee & Miller, 2019). Además, se han explorado creencias y el desempeño de los estudiantes en matemáticas y el desarrollo del pensamiento estratégico a través de problemas reales (Domínguez-González & Delgado-Martín, 2022), y el interés y participación estudiantil (Ryan et al., 2022). También se ha investigado sobre la importancia de las evaluaciones externas (Burgess et al., 2022), dificultades con mapas temáticos (Hanus et al., 2021), y los efectos de una educación basada en el pensamiento crítico (Arisoy & Aybek, 2021). Otros estudios han enfocado la transición entre secundaria básica y superior (Barana et al., 2020), el uso de entornos informáticos en el aprendizaje (Marchisio et al., 2019), la gestión educativa con efectos sinérgicos (Smirnov et al., 2019) y el programa Noyce para la preparación de maestros (Eli et al., 2019).

El propósito del estudio es describir el estado de la producción científica mundial en educación matemática, identificando tendencias en las investigaciones, autores y países más prolíficos, y temas emergentes. Por ello se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Cómo ha evolucionado la producción de artículos científicos sobre educación matemática en secundaria durante la última década, y cuáles son los países y autores más influyentes en este campo? ¿Cómo se han desarrollado y distribuido las colaboraciones y redes de coautoría internacionales en la investigación sobre educación matemática en secundaria? ¿Cuáles son los temas emergentes, los que están en declive, y los más influyentes en la investigación sobre educación matemática en secundaria, especialmente en relación con la integración de tecnologías digitales y la educación STEM? Este análisis permitirá identificar áreas de alta producción y colaboración, así como temas emergentes y lagunas en la investigación, proporcionando una base para futuros estudios y políticas educativas. Además, el estudio se alinea con la demanda de estrategias educativas eficaces para abordar desigualdades en el acceso y la calidad de la educación matemática, crucial para preparar a los estudiantes para un mundo orientado a la tecnología y la ciencia.

El presente estudio se distingue por su enfoque innovador al incluir la tecnología educativa y la enseñanza de un área emergente que ha recibido poca atención en revisiones bibliométricas previas, como es la matemática. Mediante la combinación del análisis de redes de coautoría y la evaluación de tendencias en educación STEM, se busca explorar cómo las innovaciones

tecnológicas están influyendo en las competencias matemáticas. A través de este análisis bibliométrico, se espera identificar posibles cambios en las prioridades de investigación, destacando la relevancia de adaptar los currículos educativos a las demandas del siglo XXI. A diferencia de estudios anteriores que se centraron en la evolución histórica de las competencias matemáticas, este trabajo plantea una perspectiva prospectiva para identificar áreas de oportunidad y desafíos futuros en el campo.

Al enfocarse en la integración de la tecnología y la educación STEM, esta investigación tiene el potencial de ofrecer una nueva comprensión de cómo las tendencias podrían estar influyendo en las competencias matemáticas a nivel global, lo que resulta útil para futuras investigaciones que busquen desarrollar políticas educativas y metodologías pedagógicas acordes a un entorno cada vez más digitalizado y tecnificado.

2. Método

2.1. Diseño y alcance del estudio

El artículo presenta un diseño bibliométrico, con el objetivo de cuantificar y analizar la producción científica en el ámbito de la educación matemática en secundaria a nivel mundial desde 2013 hasta 2023. Además, sigue un enfoque descriptivo y retrospectivo, utilizando técnicas bibliométricas para identificar tendencias, autores destacados y temas emergentes en la investigación sobre educación matemática.

2.2. Recolección y procesamiento de datos

La fuente principal fue la base de datos Scopus, reconocida por su extenso alcance en citas y publicaciones científicas revisadas por pares. La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en junio de 2024, y abarcó publicaciones desde el año 2013 hasta el 2023. Se utilizó un enfoque exhaustivo basado en el Tesauro ERIC, asegurando una amplia cobertura del campo de la competencia y educación matemática para garantizar la exhaustividad y relevancia de los estudios recopilados.

Los términos de búsqueda empleados fueron: "Mathematics Skills" OR "Mathematics" AND "Secondary Education", aplicados en los campos de título, resumen y palabras clave. Además, se incluyeron términos adicionales como "STEM Education", "Mathematics Competency" y "Educational Technology" para capturar estudios que abordasen áreas emergentes relacionadas con la integración de tecnologías y enfoques pedagógicos innovadores en la enseñanza de matemáticas en secundaria.

Este conjunto de términos fue elegido para asegurar que la búsqueda fuera amplia y precisa en investigaciones dentro de las ciencias sociales y la educación matemática, y que reflejara tanto estudios tradicionales como investigaciones emergentes en la integración de tecnología en el currículo de matemáticas. Tras la recolección de los datos, los registros obtenidos fueron exportados en formato CSV-Excel para su posterior análisis. También se aplicó un proceso de eliminación de registros duplicados mediante el software Mendeley, y se realizó una revisión manual para corregir posibles errores de codificación y gramaticales. Finalmente, los datos fueron organizados para el análisis bibliométrico utilizando herramientas como R Studio y VOSviewer, con el fin de visualizar las redes de coautoría y analizar la evolución de las publicaciones científicas

2.3. Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión para los artículos fueron: (1) Tipo de documento: artículo científico, capítulo de libro, libro, revisiones, documentos de sesión, nota, editorial, (2) Categoría de la materia: ciencias sociales y matemáticas, (3) Idioma: todos los idiomas, (4) Periodo de publicación: 2013-2023. Los criterios de exclusión: (1) Registros duplicados, (2) Tipos de documentos no relevantes como "Erratum," "Short survey," "Retracted," y "Letter," y (3) Registros con datos incompletos o ilegibles. El proceso resultó en un total de 1831 registros seleccionados.

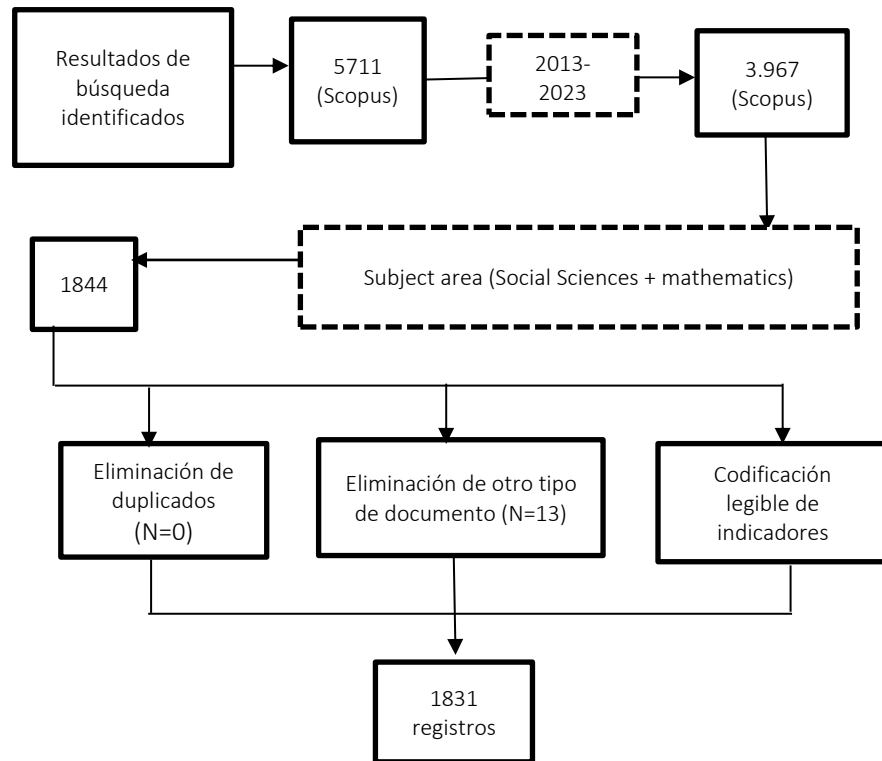
2.4. Análisis de datos

El análisis bibliométrico incluyó el uso de herramientas específicas para garantizar un análisis riguroso y preciso. Entre ellas se encuentran R Studio, empleado para realizar cálculos estadísticos y analizar grandes volúmenes de datos, asegurando la precisión en la gestión de la información; VOSviewer 1.6.13, utilizado para la creación de mapas bibliométricos que permitieron visualizar redes de coautoría y colaboraciones internacionales, facilitando la identificación de patrones clave en la investigación, y CiteSpace, que ayudó a detectar "explosiones de citas", identificando tendencias emergentes y cambios en los enfoques de investigación recientes. Además, se realizó una revisión manual minuciosa en la elaboración de tablas para garantizar la idoneidad de la información. Estas herramientas proporcionaron un análisis confiable de las tendencias en la producción científica, buscando contribuir a una comprensión más clara de los datos obtenidos.

La Figura 1 muestra el proceso de selección y revisión de los artículos analizados en el estudio. En ella se detallan las etapas de búsqueda, eliminación de duplicados y filtrado de documentos según criterios específicos. Este diagrama permite visualizar la metodología empleada para garantizar la rigurosidad en la recolección de datos.

Figura 1

Proceso de selección y revisión



3. Resultados

3.1. Evolución de la producción científica y contribución global por países y autores

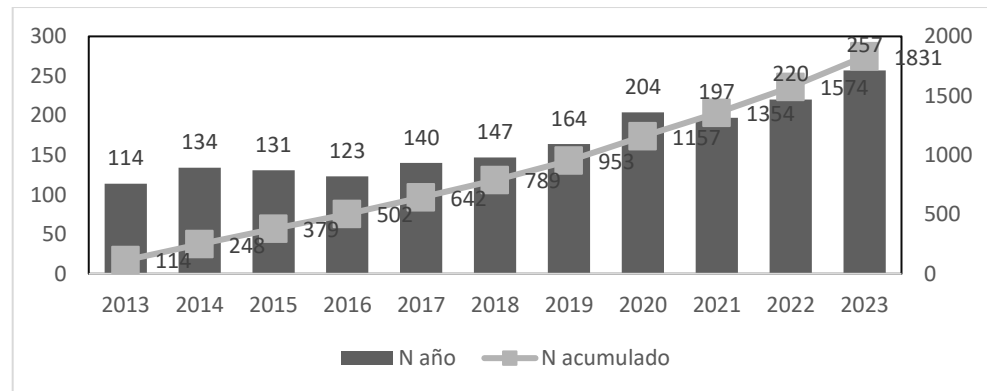
Entre 2013 y 2023, la producción de artículos sobre educación matemática en secundaria en Scopus ha crecido significativamente: de 114 artículos en 2013 a 257 en 2023, un incremento del 125.44 % (Figura 2). La media anual de producción fue de 152.73 artículos con una desviación estándar de 49.53, indicando una variabilidad considerable.

Este aumento refleja un interés académico creciente, posiblemente impulsado por la mayor valoración de las competencias matemáticas en la formación de los estudiantes y cambios en políticas educativas, como currículos basados en competencias y mayor financiamiento para investigación. La tasa de variación anual muestra picos correlacionados con eventos significativos como conferencias internacionales y avances tecnológicos que facilitan la investigación y enseñanza.

Este patrón indica no solo un aumento en la cantidad de publicaciones, sino también un reconocimiento de la importancia de la investigación en educación matemática para abordar desafíos globales como la alfabetización numérica y el acceso equitativo a la educación de calidad.

Figura 2

Evolución de producciones científicas por año



Luego de analizar los 1831 documentos encontrados en Scopus, se identificó nueve tipos de documentos (Tabla 1). Se halló una predominancia de artículos científicos, con 1499 documentos (81.87 %), indicando una preferencia académica por este formato debido a su estructura rigurosa y claridad para la revisión por pares, facilitando la difusión de investigaciones detalladas y metodológicamente sólidas.

Los capítulos de libro representan el 11.25 % (206 documentos), reflejando un enfoque colaborativo y multidisciplinario en la investigación, útil para explorar temas específicos dentro de un marco más amplio. Las revisiones (2.24 %) y los libros completos (2.84 %) también son significativos, consolidando el conocimiento existente y proporcionando tratamientos exhaustivos de temas específicos. También se encontró otros tipos de documentos, como documentos de sesión (1.37 %), notas (0.27 %) y editoriales (0.16 %); estos, aunque menos comunes, aportan diversidad al corpus académico, reflejando comunicaciones preliminares o comentarios críticos sobre el estado y las futuras direcciones del campo de la educación matemática.

Tabla 1

Tipos de publicaciones de matemática en Scopus

Tipos de documento	Documentos	%
Artículo	1499	81.87 %
Capítulo de libro	206	11.25 %
Libro	52	2.84 %

Revisión	41	2.24 %
Documento de sesión	25	1.37 %
Nota	5	0.27 %
Editorial	3	0.16 %

Los registros también muestran una influencia significativa de Estados Unidos como líder, con 365 artículos entre 2013 y 2023, y un índice h de 33. Un alto impacto de España, con 158 publicaciones y un índice h de 19, sugiriendo que sus investigaciones son ampliamente citadas y reconocidas. Y de Australia, con 139 publicaciones y un índice h de 16, reflejando una producción relevante y de alta calidad.

También muestran una alta relevancia de Reino Unido y Alemania, con índices h de 20 y 25 respectivamente, a pesar de presentar un menor número de publicaciones comparado con Estados Unidos. Países Bajos, con solo 57 publicaciones, alcanza un índice h de 22, indicando un alto impacto en la comunidad académica. Noruega, Sudáfrica y Malasia tienen menos publicaciones y citas, con índices h de 12, 9 y 10 respectivamente, mostrando una influencia más localizada. China, Chile y Brasil presentan una menor visibilidad internacional, con índices h de 11, 10 y 7.

Otros países que destacan son Israel y Suecia, con índices h de 11 y 12, reflejando una producción científica respetable. Hong Kong y Finlandia, con índices h de 10 y 13, también muestran buena influencia a pesar de un menor número de publicaciones. Finalmente, Indonesia y México tienen los índices h más bajos, de 8 y 6 respectivamente, indicando una producción científica más limitada en cantidad y reconocimiento internacional.

Tabla 2

Países con mayor producción en las bases de datos consultadas, citas e índice H

País	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total registros	Total citas	H index
Estados Unidos	4	21	56	107	168	275	394	492	641	790	909	365	3857	33
España	0	8	15	31	30	56	74	167	294	322	294	158	1291	19
Australia	2	12	29	72	60	68	92	162	158	231	314	139	1200	16
Reino Unido	6	7	19	35	39	81	109	152	191	224	275	125	1138	20
Alemania	6	14	23	41	76	85	136	202	253	338	483	123	1657	25
Turquía	0	3	5	18	20	29	47	67	74	85	136	107	484	13
Canadá	0	1	3	16	16	34	31	59	65	77	104	61	406	11
Países Bajos	2	16	18	34	62	77	98	160	181	249	289	57	1186	22
Noruega	2	0	1	2	15	13	27	55	85	117	196	56	513	12
Sudáfrica	0	1	3	13	5	10	17	37	26	41	58	51	211	9
Malasia	0	0	2	6	7	10	18	30	58	60	107	43	298	10
China	0	0	1	2	3	5	7	36	56	100	136	36	346	11
Chile	0	0	2	3	6	12	39	32	46	58	57	35	255	10
Brasil	0	0	0	2	0	1	10	10	17	18	21	34	79	7
Israel	1	0	1	6	6	16	33	33	49	81	102	32	328	11

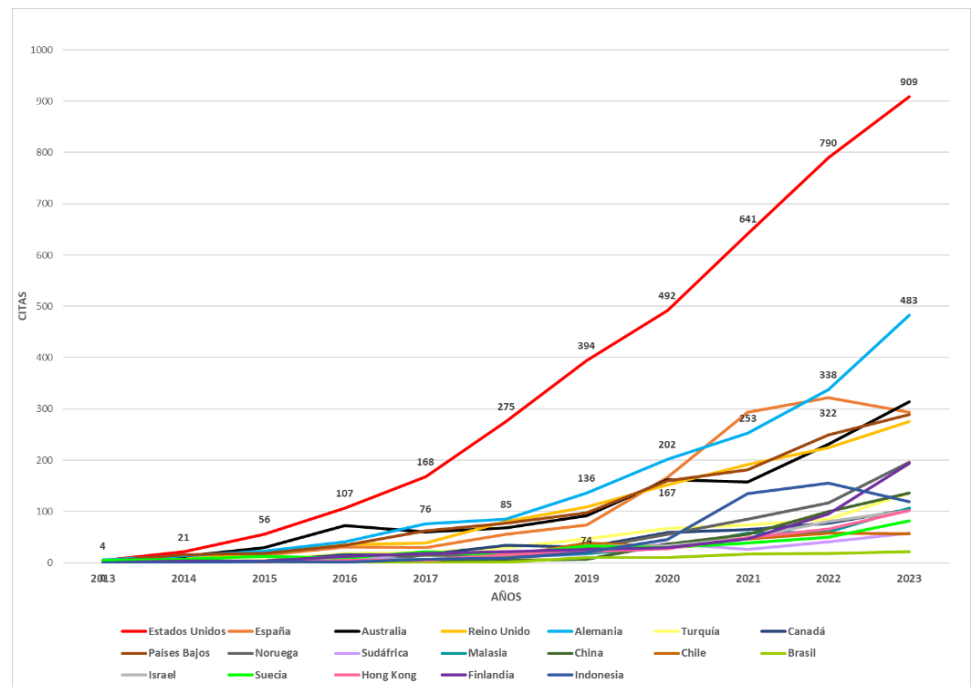
ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN SECUNDARIA: TENDENCIAS Y DESAFÍOS

Suecia	4	7	13	9	21	15	33	30	38	50	82	32	302	12
Hong Kong	0	0	1	4	4	16	21	27	49	66	102	31	290	10
Finlandia	0	3	3	12	18	21	26	30	46	95	194	30	448	13
Indonesia	0	0	2	1	7	9	20	45	135	155	119	29	493	8
México	1	0	4	5	3	7	12	11	21	39	17	29	120	6
Federación Rusa	0	0	1	4	7	12	16	28	18	22	20	29	128	7
Portugal	0	0	0	0	4	4	17	18	12	33	63	27	151	8
Irlanda	2	1	2	8	10	13	19	28	33	45	63	26	224	10
Dinamarca	1	10	13	12	20	29	47	40	54	64	98	24	388	12
Singapur	1	3	5	4	4	14	8	27	24	40	43	24	173	8
Italia	0	0	0	9	1	5	7	7	15	10	31	22	85	5
Japón	0	0	1	4	5	14	17	16	24	24	36	22	141	6
Austria	6	5	5	11	7	6	12	15	32	48	72	21	219	11
República Checa	0	0	3	3	0	4	5	4	17	17	20	20	73	5
Bélgica	0	0	0	1	2	5	9	22	32	55	64	18	190	10

La Figura 3 muestra un análisis detallado de la evolución de las publicaciones y citas en competencias matemáticas en países seleccionados. En ella es posible apreciar que destaca Estados Unidos, reflejando su liderazgo en la investigación en este campo. Otros países, como España, Australia, Reino Unido y Alemania, también muestran tendencias positivas y significativas en producción y citación. Estos resultados sugieren un incremento notable posiblemente impulsado por políticas educativas, financiación de la investigación y la creciente importancia de las competencias matemáticas.

Figura 3

Evolución de las publicaciones y citas en educación matemática en países seleccionados (2013-2023)



3.2. Colaboraciones y redes internacionales en la investigación en educación matemática

La Figura 4 muestra el mapa de colaboración entre países con las conexiones y colaboraciones internacionales en investigaciones de la educación matemática. Se observa una fuerte colaboración entre países de Europa, América del Norte y algunas regiones de Asia y Oceanía, sugiriendo una red global de intercambio académico y colaboración. Este mapa es esencial para entender las dinámicas de colaboración y cómo los países trabajan juntos para avanzar en el campo de la educación matemática; esto pretende fomentar la innovación y el intercambio de conocimientos en la educación matemática.

Figura 4

Mapa de colaboración entre países



En cuanto al análisis de los autores más prolíficos e influyentes en el campo de la educación matemática, destacan figuras clave con contribuciones significativas a nivel global. Así tenemos a G. Kaiser de Nord Universitet, Noruega, quien lidera con 13 artículos ($h=9$), indicando una fuerte presencia y relevancia en la literatura. U.T. Jankvist y Z. Lavicza, ambos con un índice h de 6, también se destacan por su influencia en Dinamarca y Austria, respectivamente. En Estados Unidos, M. T. Tatto y W. M. Smith presentan una producción considerable, aunque con variaciones en el impacto medido por el índice h (Tabla 3).

Tabla 3

Autores con mayor producción e impacto, por regiones

Autor	Institución	País	Artículos	Citas	Índice h
Kaiser, G.	Nord Universitet	Noruega	13	302	9
Gómez, P.	Universidad de Los Andes	Colombia	10	15	2
Prendergast, M.	University College Cork	Irlanda	9	47	4
Doorman, M.	Universiteit Utrecht	Países Bajos	8	96	4
Hine, G.	The University of Notre Dame	Australia	8	38	4
Jankvist, U. T.	Danmarks Institut for Pædagogik og Uddannelse	Dinamarca	8	98	6
Lavicza, Z.	Johannes Kepler University Linz	Austria	8	101	6
Tatto, M. T.	Universidad del Estado de	EE. UU.	8	34	4

	Arizona				
Godino, J. D.	Universidad de Granada	España	6	112	4
Goos, M.	University of the Sunshine Coast	Australia	6	74	4
Heinze, A.	Leibniz Institute for Science and Mathematics Education	Alemania	6	102	4
Jao, L.	Université McGill	Canadá	6	37	2
Lindmeier, A.	Friedrich Schiller University Jena	Alemania	6	100	4
Smith, W. M.	University of Nebraska—Lincoln	EE. UU.	6	8	2
Ufer, S.	Ludwig-Maximilians-Universität München	Alemania	6	95	5
Wasserman, N. H.	Columbia University	EE. UU.	6	37	3
Bakker, A.	Universiteit Utrecht	Países Bajos	5	229	5
Beltrán-Pellicer, P.	Universidad de Zaragoza	España	5	56	3
Blömeke, S.	Universitetet i Oslo	Noruega	5	151	4
Fan, L.	East China Normal University	China	5	58	3

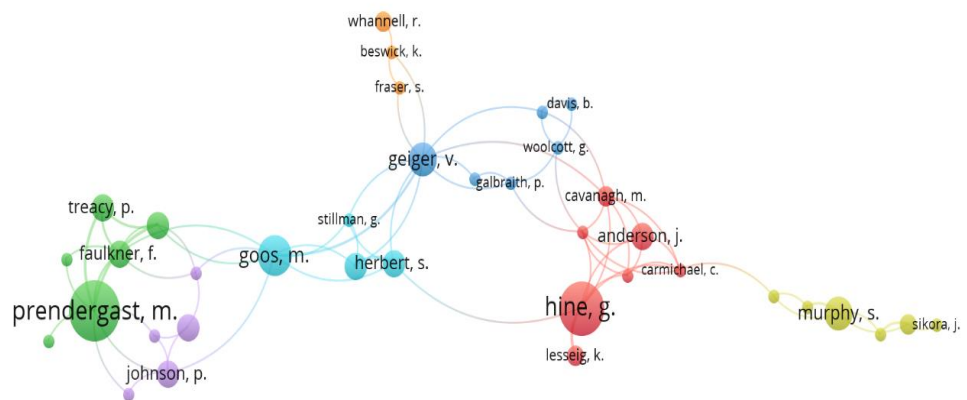
3.3. Temas emergentes y tendencias en la investigación en educación matemática

Al analizar la red de coocurrencia de autores se identificó a 529 investigadores organizados en siete clústeres principales, donde se destacan áreas temáticas y colaboraciones significativas en la educación matemática (Figura 6): el clúster rojo, liderado por Anderson, Hine y Lesseig, se centra en la pedagogía matemática y el desarrollo profesional docente, investigando cómo la formación continua y la innovación en la enseñanza mejoran la calidad educativa. El clúster verde, con Prendergast y Treacy, se enfoca en la matemática en contextos específicos, adaptando métodos de enseñanza que optimizan la comprensión y el rendimiento en educación secundaria. El clúster azul claro, encabezado por Geiger y Woolcott, explora la integración de tecnologías digitales en la enseñanza, una tendencia importante en la educación a distancia y los modelos híbridos.

El clúster amarillo, con Murphy y Sikora, investiga la educación STEM, integrando la enseñanza de matemáticas con otras disciplinas para preparar a los estudiantes para un mundo tecnificado y globalizado. El clúster morado, liderado por Johnson y O'Meara, se dedica a la evaluación y mejora de los currículos de matemáticas, asegurando que desarrollen

competencias esenciales para una educación de alta calidad. El clúster azul oscuro, con Goos y Herbert, se centra en la modelización matemática y el pensamiento crítico, competencias fundamentales para resolver problemas complejos. Y el clúster naranja, encabezado por Beswick y Whannell, aborda la educación matemática en contextos rurales y con recursos limitados, mejorando la accesibilidad y equidad educativa. Estos clústeres resaltan la importancia de la colaboración internacional y multidisciplinaria, y el papel crucial de los autores en el avance del conocimiento y la creación de redes de colaboración en la educación matemática.

Figura 6



Red de coocurrencia de autores (> 2)

El análisis de la red de coocurrencia de términos (Figura 7) identificó varias áreas temáticas relevantes en la investigación en educación matemática, organizadas en clústeres principales. El clúster rojo se enfoca en mejorar las prácticas pedagógicas y la formación docente en matemáticas, investigando cómo la formación continua y la innovación en la enseñanza pueden elevar la calidad educativa. El clúster verde explora la implementación de innovaciones educativas en contextos específicos, especialmente en la educación secundaria, optimizando la comprensión y el rendimiento de los estudiantes. El clúster azul claro investiga el uso de tecnologías digitales en la enseñanza de matemáticas, crucial para entender cómo estas herramientas pueden integrarse en el aula para mejorar la accesibilidad y la efectividad educativa.

El clúster amarillo se centra en la educación STEM, investigando cómo la enseñanza de matemáticas se puede integrar con otras disciplinas STEM para preparar a los estudiantes para un mundo laboral tecnificado y globalizado. El clúster morado se enfoca en la evaluación y mejora de los currículos de matemáticas, asegurando que desarrollen competencias esenciales

education," y "students" también destacan, sugiriendo un enfoque considerable en la enseñanza, la formación docente y el rendimiento académico de los estudiantes. Términos como "academic performance," "gender," y "curriculum" resaltan áreas de interés continuo y emergente en la investigación educativa. Además, "professional development" y "higher education" indican una atención a la capacitación y desarrollo de competencias en distintos niveles educativos.

Tabla 4

Top 20 de palabras clave con mayor fuerza de citas

Keywords	Occurrences	Total link strength
Mathematics Education	199	241
Mathematics	159	297
Secondary Education	149	266
Teacher Education	85	113
Future	67	89
Mother Education	56	64
High School	40	59
Teaching	38	130
Professional Development	38	62
Education	36	71
Gender	36	68
Students	34	93
Higher Education	30	58
Academic Performance	29	82
Curriculum	28	65
Science	28	64
Engineering Education	21	57
Learning	20	64
Student	14	60
Educational Development	13	51

3.4. Revistas y agencias que financian la investigación

La Tabla 5 resalta las revistas más influyentes en el campo de la educación matemática según Scopus. "Educational Studies in Mathematics" lidera con 46 artículos, 804 citas y un índice h de 18, junto con un SJR de 1.476, indicando su alto impacto académico. "Journal of Mathematics Teacher Education" e "International Journal of Science and Mathematics Education" también destacan por sus índices h elevados, reflejando su notable influencia en el campo. Estas revistas

son plataformas clave para la difusión de investigaciones de alta calidad y establecen estándares de rigor y relevancia en la educación matemática.

Tabla 5

Top 10 de revistas más productivas, citadas y de mayor impacto Scopus

Revista	Artículos	Citas	Índice h	SJR 2022
International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	51	398	13	0.634
Zdm Mathematics Education	51	482	14	1.102
Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education	49	1.050	12	0.451
International Journal of Science and Mathematics Education	49	647	14	1.038
Educational Studies In Mathematics	46	804	18	1.476
Journal of Mathematics Teacher Education	39	746	17	1.06
Mathematics Education Research Journal	28	402	13	0.86
Frontiers in Education	21	348	7	0.627
Education And Information Technologies	18	396	9	1.301
International Journal of Science Education	18	463	12	0.965

La Tabla 6 identifica las principales agencias financiadoras de investigación en el campo de la educación matemática. La Universidad de Granada (España) encabeza la lista con 24 participaciones, seguida por la Australian Catholic University y el Universitetet i Oslo, con 21 y 19 participaciones, respectivamente. Estas instituciones desempeñan un papel crucial al proporcionar los recursos necesarios para avanzar en la investigación educativa.

La notable presencia de instituciones europeas y australianas refleja una inversión significativa en el desarrollo y mejora de las prácticas de enseñanza de matemáticas, así como una colaboración internacional activa. Las cifras también sugieren que las universidades están desempeñando un papel relevante en la promoción de la investigación en educación matemática, actuando como nodos centrales en la red de conocimiento global.

Tabla 6

Top 10 de agencias financiadoras con más participaciones en la investigación

Agencia financiadora	País	Número de participaciones
Universidad de Granada	España	24
Australian Catholic University	Australia	21
Universitetet i Oslo	Noruega	19
Universiteit Utrecht	Países Bajos	17
University of Limerick	Irlanda	17
National Institute of Education	Singapur	17
Arizona State University	Estados Unidos	15
Universität Hamburg	Alemania	15
Michigan State University	Estados Unidos	15
Nanyang Technological University	Singapur	14

4. Discusión y conclusiones

La investigación ofrece una revisión bibliométrica de la educación matemática en secundaria de la base de datos Scopus entre los años 2013 a 2023. Se analizaron 1831 artículos científicos, identificando tendencias en la producción científica, citación de artículos, autores más productivos, revistas influyentes y agencias de financiación. Esta investigación no solo mapea el panorama actual de la producción académica en esta área, sino que también proporciona un marco para comparar estos hallazgos con estudios previos y emergentes en el campo de la educación matemática.

Los resultados sobre la producción de artículos científicos sobre educación matemática en la educación secundaria han mostrado un crecimiento constante en la última década, con un aumento significativo del 192 % desde 2013 hasta 2022. Este crecimiento refleja las tendencias observadas en otros estudios bibliométricos, como el de (Ridho et al., 2023), que documenta un auge en las publicaciones sobre identidad matemática desde 2018. Además, el crecimiento en áreas relacionadas, como las matemáticas aplicadas y las ciencias computacionales, también ha sido notable (Bilgili & Sheu, 2022), destacando la creciente percepción de la educación matemática como un eje clave para el desarrollo personal y profesional (Kaymak et al., 2023). Este aumento en la producción científica también podría atribuirse a la importancia de la educación matemática en un mundo cada vez más dependiente de la ciencia, la tecnología y las competencias digitales. Otro aspecto importante es el incremento en la investigación de métodos de enseñanza innovadores y el uso de tecnologías educativas, como la realidad aumentada, lo que refleja un compromiso con la modernización de la educación matemática.

Estas tecnologías mejoran la comprensión y el interés de los estudiantes, preparándolos para una economía globalizada y tecnológicamente avanzada (Ahmad & Junaini, 2020).

Por otro lado, Europa Occidental, con países como España y Alemania, destaca en la investigación de competencias matemáticas, apoyada por políticas educativas que promueven el desarrollo de habilidades. En América Latina, Brasil, México y Chile muestran un aumento en la producción, aunque con variaciones en la financiación y apoyo institucional, influenciadas por factores socioeconómicos y diferencias en las políticas educativas (Vásquez et al., 2023). A pesar de los aumentos en el gasto público en países como Brasil, la distribución de recursos sigue siendo desigual, lo que impacta en la equidad de la producción científica, especialmente en regiones de bajos ingresos. En contraste, países como Chile y Ecuador han implementado políticas más equitativas que apoyan a regiones desfavorecidas, contribuyendo a un desarrollo más uniforme en este ámbito (Bertoni et al., 2023). Asimismo, el impacto de las políticas educativas ha influenciado de manera significativa en la producción científica, especialmente en Europa Occidental y América Latina. En España, por ejemplo, las políticas basadas en competencias han incrementado la producción científica (Rodríguez-Muñiz & Díaz, 2015). Otro aspecto importante es la pandemia de COVID-19, la cual exacerbó la desigualdad, afectando el acceso a la educación especialmente en zonas rurales y, aunque las transferencias gubernamentales mitigaron algunas disparidades, no cerraron las brechas existentes (Acevedo et al., 2024).

En Asia, la investigación en competencias matemáticas ha sido impulsada por la implementación de currículos integrados STEM, destacando la necesidad de adaptar los currículos para desarrollar habilidades del siglo XXI (Lim et al., 2023). La educación STEM no solo mejora las competencias matemáticas, sino que también fomenta habilidades críticas como la resolución de problemas y el pensamiento analítico (Pamungkas et al., 2023). La adopción de tecnologías educativas avanzadas, como la realidad aumentada, ha mostrado mejoras en la comprensión y el compromiso de los estudiantes, especialmente en Asia (Ahmad & Junaini, 2020). Las iniciativas de este país contrastan con otras regiones, donde prevalecen métodos tradicionales o se enfocan en reducir desigualdades socioeconómicas. Mientras algunas regiones avanzan rápidamente en tecnologías emergentes, otras enfrentan desafíos para implementar estos cambios a gran escala.

El desarrollo y la distribución de redes de coautoría internacional ha sido esencial para enfrentar los desafíos en la educación matemática. Estas colaboraciones interdisciplinarias no solo integran diversas perspectivas, sino que también permiten el intercambio de metodologías y enfoques que enriquecen el análisis y generan soluciones innovadoras (Lannin et al., 2023). A nivel global, la cooperación entre investigadores fortalece la transferencia de conocimientos y

facilita la adaptación de prácticas a diferentes contextos culturales, consolidando la investigación en competencias matemáticas y promoviendo avances en la enseñanza.

Dentro de estas colaboraciones, es importante destacar que las diferencias culturales y lingüísticas juegan un papel decisivo en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, pues esta diversidad cultural puede afectar la percepción de los estudiantes sobre las matemáticas y su capacidad para comprender conceptos abstractos (Meeran & Van Wyk, 2022). Por ejemplo, los estudiantes de diferentes orígenes culturales pueden tener distintas experiencias educativas que influyen su aprendizaje. En Filipinas, las creencias y prácticas culturales de los estudiantes Badjao afectan su desempeño en matemáticas (Casinillo et al., 2020). Por ello, es esencial diseñar currículos y métodos de enseñanza inclusivos y sensibles acorde a las necesidades culturales de los estudiantes, lo que aún constituye un reto tanto para docentes como para los organismos encargados de los modelos educativos.

El análisis revela una predominancia de instituciones europeas y americanas en la producción científica sobre educación matemática. En particular, Nord University se destaca por su alta producción y citación en el campo. Instituciones como la Universiteit Utrecht y el Universitetet i Oslo demuestran un compromiso constante con la investigación en educación matemática, reflejado en su alta producción y citación (Vásquez et al., 2023). Este apoyo es crucial para fomentar una investigación de alta calidad y relevancia en el campo. Por el contrario, aunque la Universidad de Arizona cuenta con 8 artículos y un índice h de 4, su número de citaciones es relativamente bajo; sin embargo, investigaciones recientes identifican a Estados Unidos como líder en publicaciones sobre modelado de ecuaciones estructurales en educación matemática, con figuras influyentes como Herbert W. Marsh (Lim et al., 2023). Estas instituciones se benefician considerablemente del apoyo financiero de agencias internacionales, lo que impulsa su capacidad para liderar proyectos de investigación y colaborar en redes globales.

Otro aspecto importante abordado por este estudio es el análisis de palabras clave, el cual muestra una serie de temas emergentes que incluyen la integración de tecnologías digitales en la educación, el enfoque STEM y el desarrollo profesional docente. Estos temas reflejan la respuesta de la comunidad educativa a los desafíos contemporáneos, enfocados en la preparación de estudiantes para un entorno más tecnológico (Pamungkas et al., 2023). Además, la pandemia de COVID-19 ha tenido un impacto significativo en las modalidades de enseñanza, lo que se evidencia en el aumento de investigaciones sobre su efecto en la educación (Ahmad & Junaini, 2020). A su vez, se observa un descenso en la atención hacia enfoques más tradicionales, como la educación matemática centrada exclusivamente en competencias procedimentales, dando paso a enfoques más integrados y contextualizados.

El uso de tecnologías emergentes en Asia, como la realidad aumentada en el aprendizaje de matemáticas, muestra eficacia en mejorar la comprensión y participación de los estudiantes (Ahmad & Junaini, 2020). A pesar de las mejoras en asistencia escolar y reducción de la pobreza, persisten desigualdades significativas en el acceso a recursos educativos, limitando el acceso equitativo a oportunidades educativas (Oxhorn & Jouve-Martín, 2017). En América Latina, la investigación se enfoca en los desafíos socioeconómicos y su impacto en la educación matemática, con estrategias de inclusión y equidad (Vásquez et al., 2023). Tanto la implementación de la educación STEM como el uso de tecnologías emergentes deben considerar la adaptación cultural y contextual en los currículos de matemáticas. Asimismo, las políticas educativas deben centrarse en la formación continua de los docentes, especialmente en el uso de herramientas tecnológicas como la realidad aumentada y la inteligencia artificial.

Se recomienda fomentar colaboraciones internacionales para compartir mejores prácticas y recursos, asegurando que los docentes tengan acceso a la capacitación y herramientas necesarias para integrar efectivamente estas tecnologías en su enseñanza. Asimismo, este estudio proporciona una visión integral de la producción científica en competencias matemáticas en educación secundaria, destacando varias tendencias clave y áreas de enfoque emergente:

Desde 2020, la producción de artículos sobre educación matemática en la educación secundaria ha crecido de manera constante. Este aumento refleja un interés global en mejorar la educación matemática y la integración de tecnologías educativas avanzadas. Sin embargo, algunos países muestran pocas citaciones, indicando una falta de difusión de estas producciones. Las colaboraciones internacionales han sido decisivas para el avance de la investigación, facilitando el intercambio de conocimientos y la implementación de prácticas educativas innovadoras. Europa, América del Norte y Asia destacan en estas colaboraciones.

Se identificaron temas emergentes como la educación STEM y el uso de tecnologías como la realidad aumentada, lo que busca preparar estudiantes para un mercado laboral globalizado y tecnológicamente avanzado. No obstante, persisten desafíos en equidad y acceso a recursos educativos, especialmente en regiones con menos apoyo financiero e institucional.

Futuros estudios deberían explorar más a fondo las desigualdades en el acceso a la educación matemática y considerar la adaptación cultural en la implementación de tecnologías educativas. Además, es esencial continuar fomentando la colaboración internacional para abordar desafíos comunes y promover la equidad en la educación matemática.

5. Limitaciones y recomendaciones

A pesar de los hallazgos reveladores, este estudio tiene limitaciones, principalmente debido a su enfoque exclusivo en la base de datos Scopus, lo que puede haber excluido investigaciones relevantes publicadas en otras bases de datos o en idiomas distintos al inglés. Se recomienda ampliar futuros estudios para incluir una mayor variedad de fuentes y metodologías, y profundizar en análisis cualitativos que complementen los hallazgos bibliométricos y permitan una visión más completa del estado de la investigación en educación matemática.

Además, es fundamental promover políticas educativas que faciliten el acceso a tecnologías avanzadas en el ámbito educativo, como la realidad aumentada y la inteligencia artificial, las cuales han demostrado mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes en matemáticas. Asimismo, se sugiere fomentar colaboraciones internacionales para compartir mejores prácticas y recursos, asegurando que los docentes tengan acceso a la capacitación y herramientas necesarias para integrar estas tecnologías de manera efectiva en su enseñanza.

6. Referencias

- Acevedo, I., Castellani, F., Cota, M. J., Lotti, G., & Székely, M. (2024). Higher inequality in Latin America: A collateral effect of the pandemic. *International Review of Applied Economics*, 38(3), 280-304. <https://doi.org/10.1080/02692171.2023.2200993>
- Ahmad, N. I. N., & Junaini, S. N. (2020). Augmented Reality for Learning Mathematics: A Systematic Literature Review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(16), 106-122. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i16.14961>
- Arisoy, B., & Aybek, B. (2021). The effects of subject-based critical thinking education in mathematics on students' critical thinking skills and virtues. *Eurasian Journal of Educational Research*, (92), 99-120. <https://doi.org/10.14689/EJER.2021.92.6>
- Barana, A., Pulvirenti, M., Fissore, C., & Marchisio, M. (2020). An online math path to foster the transition of students between lower and upper secondary school. En *Proceedings of the 16th International Scientific Conference eLearning and Software for Education*, (1). 568-575. <https://doi.org/10.12753/2066-026X-20-074>
- Bertoni, E., Elacqua, G., Marotta, L., Martínez, M., Santos, H., & Soares, S. (2023). Is school funding unequal in latin america? A cross-country analysis of interregional disparities in public spending. *Comparative Education Review*, 67(1), 100-122. <https://doi.org/10.1086/722831>
- Bilgili, H., & Sheu, C. (2022). A Bibliometric Review of the Mathematics Journal. *Mathematics* 10(15), 2701. <https://doi.org/10.3390/math10152701>
- Bosica, J., Pyper, J. S., & MacGregor, S. (2021). Incorporating problem-based learning in a secondary school mathematics preservice teacher education course. *Teaching and Teacher Education*, 102. Artículo 103335 <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103335>
- Burgess, S., Hauberg, D. S., Rangvid, B. S., & Sievertsen, H. H. (2022). The importance of external assessments: High school math and gender gaps in STEM degrees. *Economics of Education Review*, 88. <https://doi.org/10.1016/J.ECONEDUREV.2022.102267>

- Casinillo, L., Camulte, M. C., Raagas, D., & Riña, T. S. (2020). Cultural factors in Learning Mathematics: The Case on Achievement Level Among Badjao Students. *International Journal of Indonesian Education and Teaching*, 4(1), 71-81. <https://doi.org/10.24071/ijiet.v4i1.2345>
- De Santana, A. N., Roazzi, A., & Nobre, A. P. M. C. (2022). The relationship between cognitive flexibility and mathematical performance in children: A meta-analysis. *Trends in neuroscience and education*, 28, Artículo 100179. <https://doi.org/10.1016/J.TINE.2022.100179>
- Deieso, D., & Fraser, B. J. (2019). Learning environment, attitudes and anxiety across the transition from primary to secondary school mathematics. *Learning Environments Research*, 22(1), 133-152. <https://doi.org/10.1007/S10984-018-9261-5>
- Domínguez-González, R., & Delgado-Martín, L. (2022). Arousing Early Strategic Thinking about SDGs with Real Mathematics Problems. *Mathematics*, 10(9), 1446. <https://doi.org/10.3390/MATH10091446>
- Eli, J. A., McGraw, R. H., Anhalt, C. O., & Civil, M. (2019). Stronger Together: The Arizona Mathematics Teaching (MaTh) Noyce Program's Collaborative Model for Secondary Teacher Preparation. In *Recruiting, Preparing, and Retaining STEM Teachers for a Global Generation*. Leiden, The Netherlands: Brill. 36-57. https://doi.org/10.1163/9789004399990_002
- Gómez Moreno, F. (2019). The Development of Mathematical competences in the educational institution Pedro Vicente Abadia of Guacari, Colombia. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(6), 162-171. <https://orcid.org/0000-0002-1360-4546>
- Hanus, M., Havelková, L., & šVubová, K. (2021). Math-Related Difficulties in Thematic Map Use in Lower Secondary Education. *Review of International Geographical Education Online*, 11(3), 735-759. <https://doi.org/10.33403/RIGEO.851190>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2024, noviembre). PISA 2022. Ministerio de Educación Formación Profesional y Deportes. Gobierno de España.

<https://www.educacionyfp.gob.es/inee/evaluaciones-internacionales/pisa/pisa-2022.html>

- Kaur, T., McLoughlin, E., & Grimes, P. (2022). Mathematics and science across the transition from primary to secondary school: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education* 9(1), 1-23. <https://doi.org/10.1186/S40594-022-00328-0>
- Kaymak, S., Bagzhan, M., & Yıldız, F. (2023). A Bibliometric Review on Realistic Mathematics Education Database Between 2000-2022. *International Educational Review*, 1(1), 25-39. <https://doi.org/10.58693/ier.112>
- Klee, H. L., & Miller, A. D. (2019). Moving Up! Or Down? Mathematics Anxiety in the Transition from Elementary School to Junior High. *The Journal of Early Adolescence*, 39(9), 1311-1336. <https://doi.org/10.1177/0272431618825358>
- Lannin, J. K., Rodrigues, J., van Garderen, D., Lei, Q., Singell, E. L., & Karim, S. (2023). Promoting Interdisciplinary Research Collaboration among Mathematics and Special Education Researchers. *Education Sciences*, 13(11), 1150. <https://doi.org/10.3390/educsci13111150>
- Le Roux, K., & Swanson, D. (2021). Toward a reflexive mathematics education within local and global relations: thinking from critical scholarship on mathematics education within the sociopolitical, global citizenship education and decoloniality. *Research in Mathematics Education*, 23(3), 323-337. <https://doi.org/10.1080/14794802.2021.1993978>
- Lim, Y. W., Darmesah, G., Pang, N. T. P., & Ho, C. M. (2023). A bibliometric analysis of the structural equation modeling in mathematics education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 19(12). <https://doi.org/10.29333/ejmste/13838>
- 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. *Proceedings of the 15th*

- International Scientific Conference eLearning and Software for Education*, (2), 11-18, <https://doi.org/10.12753/2066-026X-19-070>
- Meeran, S., & Van Wyk, M. M. (2022). Mathematics teachers perceptions of socio-cultural diversities in the classroom. *Journal of Pedagogical Research*, 6(3), 72-87. <https://doi.org/10.33902/jpr.202215441>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2023, 20 de abril). *Las Matemáticas, enseñanza e investigación para enfrentar los desafíos de estos tiempos*. Unesco. <https://www.unesco.org/es/articles/las-matematicas-ensenanza-e-investigacion-para-enfrentar-los-desafios-de-estos-tiempos>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2023). *Marco de evaluación y análisis de PISA 2022*. <https://doi.org/10.1787/DFE0BF9C-EN>
- Oxhorn, P., & Jouve-Martín, J. R. (2017). Inequality and inclusion in Latin America. *In Latin American Research Review*, 52(2), 203-207. <https://doi.org/10.25222/larr.62>
- Pamungkas, M. D., Waluya, S. B., Mariani, S., & Isnarto. (2023). A Systematic Review of Complex Problem-Solving in Education and Mathematics Education. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 23(16), 87-101. <https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i16.6465>
- Rahayuningsih, S., Sirajuddin, S., & Nasrun, N. (2020). Cognitive flexibility: Exploring students' problem-solving in elementary school mathematics learning. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, 6(1), 59-70. <https://doi.org/10.23917/jramathedu.v6i1.11630>
- Ridho, M. H., Muhammad, I., & Mulyaning, E. C. (2023). Mathematical Identity in Learning Mathematics: Bibliometric Review. *Studies in Learning and Teaching*, 4(3), 551-565. <https://doi.org/10.46627/silet.v4i3.287>
- Rodríguez-Muñiz, L. J., & Díaz, P. (2015). Estrategias de las universidades españolas para mejorar el rendimiento en matemáticas del alumnado de nuevo ingreso. *Aula Abierta*, 43(2), 69-76. <https://doi.org/10.1016/J.AULA.2015.01.002>

- Ryan, V., Fitzmaurice, O., & O'Donoghue, J. (2022). Student Interest and Engagement in Mathematics After the First Year of Secondary Education. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 10(4), 436-454. <https://doi.org/10.30935/-SCIMATH/12180>
- Smirnov, E. I., Zykova, T. V., & Tikhomirov, S. A. (2019). Managing of mathematics education with synergistic effects. *Espacios*, 40(9). <https://www.revistaespacios.com/-a19v40n09/19400925.html>
- Treacy, P., O'Meara, N., & Prendergast, M. (2023). The role of expectancy-value theory in upper-secondary level students' decisions to avoid the study of advanced mathematics. *Irish Educational Studies*. 43(4), 1175-1188. <https://doi.org/10.1080/-03323315.2023.2200420>
- Vanderburg, R. (2024). Enhancing Mathematical Proficiency through Digitally Individualized Pedagogy. *Pacific Journal of Technology Enhanced Learning*, 6(1), 29. <https://doi.org/10.24135/pjtel.v6i1.200>
- Vásquez, C., Alsina, Á., Seckel, M. J., & García-Alonso, I. (2023). Integrating sustainability in mathematics education and statistics education: A systematic review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(11). <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/13809>
- Wilkerson, T. L. (2022). 2022 Founder's Lecture: Current Research Trends in Mathematics Learning that Guide Us for the Future. *Investigations in Mathematics Learning*, 14(4), 251-264. <https://doi.org/10.1080/19477503.2022.2145079>
- Zandy, S. S., & Negara, H. R. P. (2024). Mathematical proficiency siswa pada materi persamaan garis lurus ditinjau dari resiliensi matematis. *Journal of Didactic Mathematics*, 5(1), 70-80. <https://doi.org/10.34007/JDM.V5I1.2197>