

Matemáticas, Educación y Sociedad

ISSN: 2603-9982

Matemáticas, Educación y Sociedad

**<http://mesjournal.es/>
editor@mesjournal.es**



Vol 7 No 3 (2024) Matemáticas, Educación y Sociedad

La investigación sobre e-learning en Educación matemática

Heriberto Martínez Roa, M^a del Pilar Gutiérrez-Arenas y María Josefa Rodríguez
1-12

La Historia de las matemáticas como recurso didáctico en la formación de profesores

Jesús Salinas-Herrera y Ulises Salinas-Hernández
13-27

Difusión científica de la educación matemática: un análisis a la revista MES

Danellys Vega-Castro y Susana Melo Londoño
28-39



ISSN: 2603-9982

Martínez Roa, H., Gutiérrez-Arenas, M.P. y Rodríguez, M.J. (2024). La investigación sobre e-learning en Educación matemática. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 7(3), 1-12

LA INVESTIGACIÓN SOBRE E-LEARNING EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

Heriberto Martínez Roa, Colegio Institución Educativa José Joaquín Flórez Hernández, Colombia

M^a del Pilar Gutiérrez-Arenas, Universidad de Córdoba, España

María Josefa Rodríguez, Universidad de Córdoba, España

Resumen

Este estudio explora la integración del e-learning en la educación matemática mediante un análisis bibliométrico y de contenido, destacando cómo la tecnología digital ha transformado las metodologías de enseñanza y aprendizaje. Se examina la eficacia de diferentes plataformas y herramientas en línea para mejorar el acceso y la calidad de la educación matemática a través de un análisis de publicaciones desde el año 2000 hasta 2023. Los resultados indican que la adopción de tecnologías de e-learning ha permitido una personalización más efectiva del proceso de aprendizaje, adecuándose a diversos contextos educativos y respondiendo a las necesidades de una población estudiantil diversa.

Palabras clave: e-learning, educación matemática, tecnologías educativas, análisis de descriptores.

Research on e-learning in mathematics education

Abstract

This study explores the integration of e-learning in mathematics education through bibliometric and content analysis, highlighting how digital technology has transformed teaching and learning methodologies. The effectiveness of different online platforms and tools in improving access and quality of mathematics education is examined through a comprehensive analysis of publications from 2000 to 2023. The results indicate that the adoption of e-learning technologies has enabled more effective personalization of the learning process, adapting to diverse educational contexts and responding to the needs of a diverse student population.

Keywords: e-learning, mathematics education, educational technologies, descriptor analysis.

INTRODUCCIÓN

El e-learning, o aprendizaje electrónico, ha transformado radicalmente el panorama educativo, ofreciendo oportunidades de aprendizaje versátiles y accesibles que rompen las barreras tradicionales del tiempo y el espacio. Esta modalidad de educación utiliza tecnologías digitales para facilitar el acceso a recursos educativos, permitiendo a los estudiantes de todas las edades y contextos aprender a su propio ritmo y según sus propias necesidades. La flexibilidad del e-learning lo hace especialmente valioso para aquellos que deben equilibrar los estudios con otras responsabilidades, como el trabajo o el cuidado familiar, proporcionando una plataforma donde pueden acceder a los materiales de curso y participar en actividades de aprendizaje desde cualquier lugar con conexión a internet (Wilson, 2004).

La importancia del e-learning también se refleja en su capacidad para personalizar la experiencia educativa (Klašnja-Milićević, y otros, 2011; El-Sabagh, 2021). Las plataformas de aprendizaje en línea pueden adaptarse a diferentes estilos y ritmos de aprendizaje, ofreciendo recursos diversificados como videos, lecturas interactivas, y evaluaciones que se ajustan al progreso individual del estudiante. Esta personalización no solo mejora la experiencia de aprendizaje, sino que también puede aumentar la retención de conocimientos y motivar a los estudiantes al proporcionar un camino de aprendizaje que se siente personal y relevante. Además, el e-learning facilita una retroalimentación inmediata a través de pruebas y actividades automatizadas, permitiendo a los estudiantes entender mejor sus fortalezas y áreas de mejora de manera oportuna (Arumugam y otros, 2024; Oye y otros, 2012).

El e-learning también desempeña un papel crucial en la democratización de la educación, haciendo el conocimiento más accesible a una población más amplia (Meshhi y otros, 2019). Esto es especialmente significativo en regiones con acceso limitado a instituciones educativas tradicionales. Las escuelas y universidades que adoptan plataformas de e-learning pueden alcanzar a una audiencia global, ofreciendo cursos desde preparación básica hasta programas especializados de posgrado (Adeniyi y otros, 2024; Yemi-Peters & Oladokun, 2022). Además, muchas de estas plataformas ofrecen cursos gratuitos o a bajo costo, lo que abre las puertas a estudiantes que de otra manera no podrían costear la educación superior (Ouadoud y otros, 2021; Kirange y otros, 2021).

En un mundo donde las demandas del mercado laboral cambian rápidamente, la capacidad de actualizar habilidades y adquirir nuevos conocimientos es crucial. Las plataformas de e-learning ofrecen cursos actualizados en una variedad de campos, permitiendo a los profesionales mantenerse competitivos y adaptarse a nuevas industrias (Díaz-Redondo y otros, 2021; Chang, 2016). Este aspecto del e-learning no solo beneficia a los individuos en su desarrollo profesional, sino que también ayuda a las organizaciones a fomentar una fuerza laboral más capacitada y adaptable, clave para el éxito en la economía global actual.

No cabe duda que los avances técnicos han sido un motor crucial para el desarrollo del e-learning, especialmente con la expansión del acceso a Internet y la mejora en la tecnología de comunicaciones. La proliferación de dispositivos móviles, como smartphones y tabletas, ha facilitado el acceso universal a plataformas educativas, permitiendo a los usuarios aprender desde prácticamente cualquier lugar. Paralelamente, el aumento en la capacidad y velocidad de las conexiones a internet ha permitido la transmisión de contenido multimedia enriquecido, como videos en tiempo real y simulaciones interactivas, que son esenciales para una experiencia de aprendizaje inmersiva y efectiva. Asimismo, el desarrollo de software de gestión del aprendizaje, como los sistemas de

gestión del aprendizaje (LMS) y plataformas de cursos masivos abiertos en línea (MOOCs), ha proporcionado las herramientas necesarias para administrar y entregar contenido educativo a una escala nunca antes posible.

Además, los cambios sociales y las nuevas expectativas educativas también han jugado un papel significativo en la adopción del e-learning. La creciente necesidad de educación continua y capacitación profesional debido a la rápida evolución del mercado laboral ha hecho que tanto individuos como empresas busquen formas más flexibles y accesibles de educación. Este impulso se ve acompañado por un cambio en la percepción social sobre la educación en línea, que cada vez es más vista como una alternativa válida y a veces preferible a la educación tradicional presencial. Esta tendencia ha sido especialmente evidente durante eventos globales como la pandemia de COVID-19, donde el e-learning no solo se convirtió en una necesidad, sino también en una nueva norma, acelerando su integración en los sistemas educativos de todo el mundo y demostrando su eficacia y su capacidad de adaptación en tiempos de crisis.

E-LEARNING Y LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA

El e-learning ha revolucionado el modo en que se enseñan y aprenden las matemáticas, ofreciendo un entorno flexible y accesible que se adapta a las necesidades de una amplia variedad de estudiantes. La naturaleza a menudo abstracta de las matemáticas puede hacer que su aprendizaje sea un desafío para muchos, pero las plataformas de e-learning han introducido métodos interactivos y visuales que facilitan la comprensión de conceptos complejos. A través de videos, tutoriales interactivos y simulaciones, los estudiantes pueden visualizar problemas matemáticos en acción, lo cual es fundamental para aquellos que aprenden mejor con estímulos visuales y prácticos (McHaney y otros, 2018; Ahmed y otros, 2019).

Además, el e-learning permite una personalización que es difícil de lograr en un aula tradicional. Los sistemas inteligentes pueden adaptar el contenido a la capacidad y velocidad de aprendizaje de cada estudiante, ofreciendo desafíos adicionales a aquellos que avanzan rápidamente o proporcionando apoyo adicional a quienes lo necesitan. Esta personalización asegura que todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades previas, puedan avanzar a través de los conceptos matemáticos a un ritmo que se ajuste a sus necesidades específicas. Este enfoque individualizado es particularmente valioso en matemáticas, donde la construcción de conocimientos debe ser sólida y secuencial.

El aprendizaje de matemáticas en línea también se beneficia significativamente de la capacidad de los estudiantes para revisar y repetir lecciones según sea necesario. A diferencia de la enseñanza en el aula, donde el contenido se presenta según un horario fijo, el e-learning permite a los estudiantes revisar los materiales tantas veces como sea necesario para lograr la comprensión. Esto es especialmente útil en matemáticas, donde la práctica y la repetición son cruciales para el dominio de habilidades y conceptos (Juan y otros, 2008).

La integración de herramientas de evaluación en tiempo real es otro avance significativo que el e-learning trae a la educación matemática (Capone y otros, 2018). Las plataformas en línea pueden proporcionar retroalimentación instantánea a los estudiantes sobre pruebas y cuestionarios, identificando áreas de fortaleza y debilidad sin demora. Esta retroalimentación inmediata ayuda a los estudiantes a entender sus errores y a corregirlos de manera oportuna, facilitando un aprendizaje más efectivo y eficiente. Además, los

educadores pueden utilizar estos datos para ajustar sus enfoques pedagógicos, personalizando aún más la experiencia de aprendizaje para sus clases.

Asimismo, el uso del e-learning en las clases de matemáticas ofrece una oportunidad única para la colaboración y el intercambio de ideas entre estudiantes de diferentes partes del mundo. A través de foros en línea y proyectos colaborativos, los estudiantes pueden interactuar con sus pares, explorar diferentes enfoques para resolver problemas y desarrollar habilidades de pensamiento crítico y creativo (Maz-Machado y otros, 2012). Esta exposición a una variedad de métodos y técnicas enriquece su experiencia de aprendizaje y los prepara mejor para los desafíos matemáticos en contextos reales y diversos.

Un estudio bibliométrico sobre investigación en e-learning y educación matemática puede aportar numerosos beneficios y perspectivas profundas sobre la evolución, el estado actual y las tendencias futuras de este campo. Este tipo de análisis utiliza métodos estadísticos para examinar y cuantificar las características de publicaciones y patrones de citación, lo que ofrece un panorama detallado de la literatura científica.

El objetivo de este estudio es analizar y sintetizar la producción científica sobre e-learning en el contexto de la educación matemática para identificar las tendencias de investigación, los actores clave, y las áreas emergentes, con el fin de comprender la evolución del campo y orientar futuras investigaciones, políticas y prácticas educativas.

MATERIALES Y MÉTODO

La investigación que se presenta es exploratoria con un fuerte componente descriptivo, transversal en un intervalo de 24 años buscando describir patrones y tendencias en un cuerpo de literatura.

Selección de Fuentes de Datos

En marzo de 2024, se realizó una meticulosa consulta de la categoría de e-learning dentro del Scimago Journal Rank correspondiente al año 2023, resultando en la identificación de 49 revistas especializadas. Posteriormente, se procedió a extraer de la base de datos SCOPUS todos los documentos publicados por estas revistas en el periodo comprendido entre 2000 y 2023. Esta búsqueda exhaustiva culminó en la recolección de un total de 50726 datos de documentos. Para afinar esta amplia selección, se aplicó un filtro para retener solo aquellos trabajos que mencionaban explícitamente el término “mathematics” en el título o como parte de sus palabras clave. De este modo, se identificaron 761 documentos que conformaron la población de estudio para nuestra investigación. Esta metodología de selección y filtrado de datos sigue un enfoque riguroso similar al empleado en estudios bibliométricos anteriores relacionados con la educación, como los desarrollados por Maz-Machado et al. (2023; 2022) y por Lopera-Pérez et al. (2021).

Para determinar qué aspectos de la educación matemática se investigan en el ámbito del e-learning hemos recurrido a los descriptores de los documentos. Estos ayudan a situar el estudio dentro de un campo de investigación más amplio, señalando a los lectores las áreas temáticas que el artículo aborda. Esto es crucial para la integración del conocimiento y para establecer conexiones entre diferentes líneas de investigación.

Agrupación y Análisis de Descriptores

Se implementó un procedimiento detallado para organizar los descriptores identificados en las publicaciones seleccionadas en categorías amplias y coherentes. Este proceso

comenzó con una revisión exhaustiva de cada descriptor para entender su significado y relevancia dentro del contexto del estudio. Los descriptores se clasificaron luego en grupos temáticos que reflejaban sus afinidades conceptuales y su pertinencia para los objetivos de investigación. Una vez establecidas estas categorías, se llevó a cabo un análisis meticuloso para explorar las interrelaciones entre ellas.

Este análisis tenía como objetivo identificar patrones de asociación y posibles sinergias que podrían indicar tendencias emergentes o áreas de especial interés dentro del campo del e-learning y la educación matemática. Este enfoque sistemático permitió no solo categorizar la información de manera efectiva sino también preparar el terreno para un análisis más profundo de las dinámicas y conexiones que estructuran este ámbito de estudio.

RESULTADOS

Las tres revistas que más han publicado sobre educación matemática y e-learning son *Computers and Education*, *International Journal of Emerging Technologies in Learning* y *Education and Information Technologies* entre ellas representan el 43,2% de todos los documentos sobre estos temas (Tabla 1).

Tabla 1. *Revistas más productivas en e-learning y educación matemática*

Journal	Nº docs	%
<i>Computers and Education</i>	137	18,0
<i>International Journal of Emerging Technologies in Learning</i>	106	13,9
<i>Education and Information Technologies</i>	86	11,3
<i>British Journal of Educational Technology</i>	52	6,8
<i>Learning Environments Research</i>	41	5,4
<i>Interactive Learning Environments</i>	31	4,1
<i>Educational Technology and Society</i>	30	3,9
<i>International Journal of Interactive Mobile Technologies</i>	27	3,5
<i>Journal of Computer Assisted Learning</i>	26	3,4
<i>Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje</i>	20	2,6
<i>International Journal of Artificial Intelligence in Education</i>	18	2,4
<i>IEEE Transactions on Learning Technologies</i>	17	2,2
<i>International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning</i>	16	2,1
<i>Australasian Journal of Educational Technology</i>	15	2,0
<i>Journal of E-Learning and Knowledge Society</i>	10	1,3
<i>International Journal of Mobile and Blended Learning</i>	9	1,2
<i>International Review of Education</i>	9	1,2
<i>Electronic Journal of e-Learning</i>	8	1,0
<i>International Review of Research in Open and Distance Learning</i>	8	1,0
<i>International Journal of Game-Based Learning</i>	7	0,9

La producción científica en el campo del e-learning y la educación matemática ha demostrado un aumento sostenido a lo largo de las dos últimas décadas, aunque no sin ciertas fluctuaciones significativas, particularmente notables en los últimos años. El análisis de tendencias revela que el crecimiento de la producción de documentos se ajusta de manera óptima a un modelo de regresión potencial, el cual alcanza un coeficiente de

determinación (R^2) de 0.8444, indicativo de un buen ajuste del modelo a los datos observados, tal como se observa en la Figura 1. Este crecimiento se destaca especialmente en los años 2020 y 2023, donde se observaron los picos máximos, con hasta 96 publicaciones en cada uno de esos años, reflejando un interés y enfoque renovados en la investigación dentro de estas áreas.

Esta tendencia creciente podría atribuirse a varios factores, incluyendo el desarrollo tecnológico acelerado y la creciente aceptación del e-learning como una modalidad educativa válida y eficaz. Además, el notable pico en la producción científica en 2020 puede estar relacionado con el impacto global de la pandemia de COVID-19, que forzó a una adopción masiva y rápida de soluciones de e-learning en todos los niveles educativos. Este evento sin duda ha catalizado una exploración más profunda de las metodologías y tecnologías de e-learning, especialmente en el contexto de la enseñanza de las matemáticas, donde los desafíos de impartir contenido de manera efectiva a distancia necesitan soluciones innovadoras y efectivas.

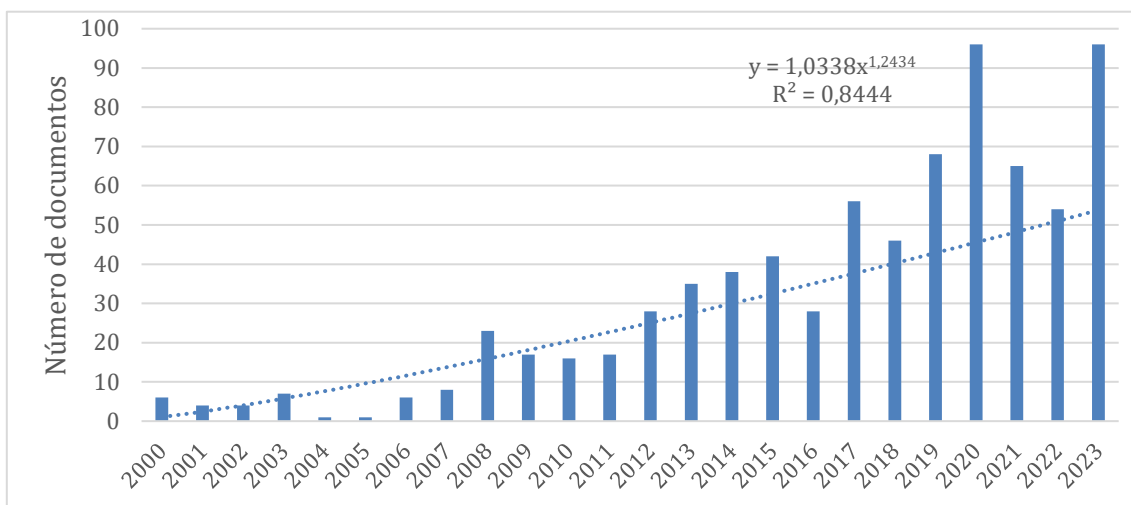


Figura 1. Producción diacrónica.

La repetición de un número elevado de publicaciones en 2023 sugiere que la comunidad científica continúa explorando activamente este campo, posiblemente en respuesta a las lecciones aprendidas y las necesidades emergentes identificadas durante y después de la pandemia. Esta actividad robusta en la investigación indica no solo un interés continuo sino también una evolución en los enfoques y herramientas utilizados para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas a través del e-learning, destacando la importancia de adaptar y optimizar continuamente las prácticas educativas para enfrentar los retos del futuro.

En el análisis de los datos, se identificaron 544 descriptores únicos, destacándose por su frecuencia de uso los términos “Students”, “Teaching”, y “Mathematical techniques” (Tabla 2). Estos descriptores no solo fueron los más prevalentes en la literatura revisada, sino que también subrayan las áreas de enfoque principal dentro del campo del e-learning en educación matemática. “Students” resalta la centralidad de los aprendices en las investigaciones educativas, reflejando un interés continuo por entender y mejorar la experiencia de aprendizaje del estudiante. “Teaching” demuestra la importancia otorgada a las metodologías y prácticas docentes, indicando un esfuerzo por optimizar la entrega de educación matemática. Finalmente, “Mathematical techniques” revela un enfoque específico en las herramientas y métodos matemáticos aplicados, lo que evidencia una

búsqueda por refinamientos técnicos y teóricos en la enseñanza de estas competencias a través de plataformas digitales.

Tabla 2. *Descriptoros más utilizados en e-learning y matemáticas.*

Descriptor	Frecuencia
Students	50
Teaching	32
Mathematical techniques	26
Computer aided instruction	22
Education	18
E-learning	13
Elementary education	13
Teaching/learning strategy	12
Interactive learning environment	12
Curricula	11
Applications in subject áreas	11
Pedagogical issues	10
Education computing	10
Improving classroom teaching	9
Mathematics education	9
Collaborative learning	9
Learning systems	9
Motivation	8
Problem solving	8
Experimental groups	7

El término “Mathematics education” se identifica en coocurrencia con otros 75 descriptores, formando un clúster distintivo que resalta la importancia de abordar la educación matemática desde múltiples perspectivas. Este grupo incluye descriptores clave como “Educational institutions”, “Effectiveness”, “Efficiency”, “Human resource management”, “ICT infrastructures”, “Identification strategies”, “Investments”, “Regional characteristics”, y “Student populations”. La presencia de estos términos en conjunto destaca un enfoque sistemático y estratégico para optimizar el impacto y la eficacia de la educación matemática dentro de sistemas educativos bien estructurados y en una variedad de contextos.

Este agrupamiento sugiere que las inversiones estratégicas en infraestructura tecnológica son cruciales no solo para mejorar la accesibilidad y calidad de la educación matemática, sino también para garantizar que los métodos pedagógicos aplicados sean tanto efectivos en el logro de los resultados de aprendizaje deseados como eficientes en el uso de recursos. La inclusión de “Human resource management” y “Identification strategies” resalta la importancia de gestionar adecuadamente el capital humano y de identificar las intervenciones más prometedoras que pueden conducir a mejoras significativas en la enseñanza de las matemáticas.

La configuración de este clúster indica un compromiso con un enfoque holístico y multifacético para la mejora de la educación matemática. Este enfoque no solo integra

- a) Metodologías de Enseñanza (116 descriptores): Esta categoría engloba una amplia gama de términos que describen diversas metodologías y técnicas pedagógicas implementadas en entornos de e-learning. Incluye enfoques innovadores y tradicionales adaptados al aprendizaje digital.
- b) Contextos Educativos (116 descriptores): Comprende descriptores que delimitan los diversos niveles educativos y ambientes en los cuales se integra el e-learning. Esta categoría destaca la versatilidad del e-learning para adaptarse a diferentes contextos educativos, desde la educación básica hasta la superior.
- c) Investigación y Evaluación (108 descriptores): Incluye términos que se centran en la exploración y crítica de las metodologías y tecnologías educativas. Esta categoría subraya la importancia de la evaluación continua y la investigación para la mejora de las prácticas.
- d) Herramientas y Tecnología (105 descriptores): Agrupa descriptores relacionados con las herramientas y tecnologías digitales que soportan y enriquecen el e-learning. Estos términos abarcan desde software educativo hasta plataformas interactivas que facilitan el intercambio de conocimiento y la interacción en línea.
- e) Conceptos Matemáticos (99 descriptores): Esta categoría recoge términos específicos a la disciplina de las matemáticas, incluyendo técnicas, conceptos y problemáticas que son fundamentales en la enseñanza y aprendizaje de la materia a través del e-learning.

Cada una de estas categorías no solo define un área específica de interés dentro del vasto campo del e-learning, sino que también ayuda a estructurar y orientar futuras investigaciones y desarrollos en la educación digital matemática.

Estas categorías revelan que hay un equilibrio entre mejorar las prácticas pedagógicas y utilizar herramientas tecnológicas avanzadas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en entornos de e-learning.

Un aspecto que llama la atención es que los descriptores de la categoría conceptos matemáticos solamente aparecen relacionados con los de metodologías de enseñanza. Esto indica que los conceptos matemáticos son el contenido central que se transmite a través de diversas metodologías de enseñanza en e-learning en relación con la educación matemática. Más aun teniendo en cuenta que la forma en que estos conceptos se enseñan puede ser directamente influenciada por las metodologías empleadas, que deben ser adecuadas para facilitar la comprensión matemática en un entorno digital.

En el detallado examen de los descriptores individuales relacionados con la educación matemática extraídos de la literatura revisada, se destacó que únicamente las “Mathematical techniques” están asociadas de manera explícita con niveles educativos específicos en los documentos analizados. Esta asociación se limita a dos contextos educativos clave: la “Elementary education” (Educación Primaria) y la “Higher education” (Educación Superior). Este hallazgo subraya la relevancia de las técnicas matemáticas como una herramienta esencial en el currículo de la educación primaria, donde se sientan las bases para habilidades matemáticas fundamentales, y en el ámbito de la educación superior, donde estas técnicas se profundizan y aplican en contextos más avanzados y especializados. La especificidad de esta asociación resalta la importancia de enseñar y perfeccionar métodos matemáticos rigurosos en estos niveles educativos, facilitando un aprendizaje que es tanto fundamental en las etapas tempranas como críticamente avanzado en las posteriores.

En la intersección de la tecnología y la educación matemática, el análisis reveló conexiones específicas entre varios descriptores tecnológicos y las “Mathematical

techniques” (Técnicas Matemáticas). Primero, el descriptor “E-learning” resalta cómo las técnicas matemáticas se integran en los entornos de aprendizaje digital, enfatizando la aplicación de métodos innovadores para enseñar matemáticas a través de plataformas en línea. Además, “Game-based Learning” ilustra la aplicación de estas técnicas dentro de contextos lúdicos, donde los juegos educativos sirven como un medio para facilitar la comprensión y el dominio de conceptos matemáticos complejos de una manera más interactiva y atractiva. Por último, “Human computer interaction” aborda la importancia de diseñar interfaces y experiencias de usuario que apoyen eficazmente la enseñanza de las técnicas matemáticas, asegurando que las interacciones con las tecnologías computacionales sean intuitivas y enriquecedoras. Estos vínculos subrayan no solo la relevancia de incorporar avances tecnológicos en la educación matemática, sino también la necesidad de que estos avances estén alineados con métodos pedagógicos sólidos y efectivos para el aprendizaje matemático.

CONCLUSIONES

El estudio ha confirmado que la integración de tecnologías avanzadas en la educación matemática a través del e-learning no solo es viable sino también altamente efectiva. La adopción de plataformas de aprendizaje digital y herramientas interactivas ha demostrado ser crucial para mejorar el acceso y la calidad de la educación matemática, permitiendo a los estudiantes aprender de manera más flexible y personalizada.

El estudio destaca la importancia de desarrollar y aplicar metodologías de enseñanza que sean tanto efectivas como eficientes. Los descriptores asociados a las técnicas pedagógicas indican que la continua innovación y evaluación de los métodos de enseñanza son fundamentales para mantener la relevancia y efectividad del e-learning.

Los picos de publicación observados en los años 2020 y 2023 reflejan un renovado interés y expansión en la investigación relacionada con el e-learning en matemáticas, impulsado en gran parte por circunstancias globales como la pandemia de COVID-19. Esto sugiere que el campo seguirá evolucionando rápidamente, con una creciente necesidad de investigaciones que aborden los desafíos emergentes y las oportunidades tecnológicas.

El análisis también subraya el potencial del e-learning para fomentar una mayor colaboración y diversidad en el aprendizaje de las matemáticas. Las plataformas en línea ofrecen a los estudiantes la oportunidad de interactuar con diversas perspectivas y enfoques, enriqueciendo su experiencia educativa y preparándolos mejor para desafíos matemáticos en contextos reales y diversos.

REFERENCIAS

- Adeniyi, I. S., Al Hamad, N. M., Adewusi, O. E., Unachukwu, C. C., Osawaru, B., Onyebuchi, C. N., ... & David, I. O. (2024). E-learning platforms in higher education: A comparative review of the USA and Africa. *International Journal of Science and Research Archive*, 11(1), 1686-1697.
- Arumugam, S. K., Saleem, S., & Tyagi, A. K. (2023). Future research directions for effective e-learning. In Pandey y otros (Eds.): *Architecture and Technological Advancements of Education 4.0* (Págs. 75-105). Igi Global.
- Capone, R., Del Regno, F., & Tortoriello, F. (2018). E-Teaching in mathematics education: The teacher’s role in online discussion. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 14(3), 1-11.

- Chang, V. (2016). Review and discussion: E-learning for academia and industry. *International Journal of Information Management*, 36(3), 476-485.
- Díaz Redondo, R. P., Caeiro Rodríguez, M., López Escobar, J. J., & Fernández Vilas, A. (2021). Integrating micro-learning content in traditional e-learning platforms. *Multimedia Tools and Applications*, 80(2), 3121-3151.
- El-Sabagh, H. A. (2021). Adaptive e-learning environment based on learning styles and its impact on development students' engagement. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 53.
- Juan, A., Huertas, A., Steegmann, C., Córcoles, C., & Serrat, C. (2008). Mathematical e-learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39(4), 455-471.
- Kirange, S., Sawai, D., & Director, I. M. (2021). A comparative study of e-learning platforms and associated online activities. *The Online Journal of Distance Education and e-Learning*, 9(2), 194-199.
- Klašnja-Milićević, A., Vesin, B., Ivanović, M., & Budimac, Z. (2011). E-Learning personalization based on hybrid recommendation strategy and learning style identification. *Computers & education*, 56(3), 885-899.
- McHaney, R., Reiter, L., & Reychav, I. (2018, January). Immersive simulation in constructivist-based classroom e-learning. In *International Journal on E-Learning (Vol. 17, No. 1, pp. 39-64)*. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Maz-Machado, A., Bracho-López, R., Jiménez-Fanjul, N., & Adamuz-Povedano, N. (2012). El foro en la plataforma Moodle: un recurso de la participación cooperativa para el aprendizaje de las matemáticas. *Edmetic*, 1(2), 29-43.
- Maz-Machado, A., Tzima, S., Gutiérrez-Rubio, D., & Rodríguez-Faneca, C. (2022). Análisis bibliométrico de las revistas latinoamericanas de Business, Management and Accounting en SCOPUS. *E-Ciencias de la Información*, 12(2), 20-38.
- Maz-Machado, A., Melero-Bolaños, J. C., Villarraga-Rico, M. E., y Rodríguez-Baiget, M. J. (2023). Aspectos metodológicos en artículos de Educación Matemática: análisis de dos revistas españolas. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 6(2), 1-10.
- Mesghi, B., Ponomareva, S., & Ugnich, E. (2019). E-learning in higher inclusive education: needs, opportunities and limitations. *International journal of educational management*, 33(3), 424-437.
- Ouadoud, M., Rida, N., & Chafiq, T. (2021). Overview of E-learning Platforms for Teaching and Learning. *Int. J. Recent Contributions Eng. Sci. IT*, 9(1), 50-70.
- Oye, N. D., Salleh, M., & Iahad, N. A. (2012). E-learning methodologies and tools. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 3(2), 48-52.
- Wilson, B. G. (2004). Designing e-learning environments for flexible activity and instruction. *Educational Technology Research and Development*, 52(4), 77-84.
- Yemi-Peters, O. E., & Oladokun, B. D. (2022). Adoption And Use Of New Learning Web Technologies: Massive Open Online Courses (Moocs). *Library Philosophy And Practice*.

Zaneldin, E., Ahmed, W. y El-Ariss, B. (2019). Aprendizaje electrónico basado en video para un curso de ingeniería de pregrado. *Aprendizaje electrónico y medios digitales*, 16 (6), 475-496. <https://doi.org/10.1177/2042753019870938>

Heriberto Martínez Roa
Colegio Institución Educativa José Joaquín Flórez Hernández, Colombia
herimaro@gmail.com

M^a del Pilar Gutiérrez-Arenas
Universidad de Córdoba, España
pilar.gutierrez@uco.es

María Josefa Rodríguez
Universidad de Córdoba, España
m62robam@uco.es



ISSN: 2603-9982

Salinas-Herrera, J. y Salinas-Hernández, U. (2024). La Historia de las matemáticas como recurso didáctico en la formación de profesores. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 7(3), 13-27

LA HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS COMO RECURSO DIDÁCTICO EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES

Jesús Salinas-Herrera, Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades-Vallejo, UNAM, México

Ulises Salinas-Hernández, Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades-Sur, UNAM, México

Resumen

La cuestión central que abordamos en este estudio, de carácter programático, es reflexionar sobre el uso de la historia de las matemáticas como un recurso didáctico y su importancia en la formación del profesorado de matemáticas. Nuestra reflexión nos lleva a (1) proponer utilizar la perspectiva de la historia de la ciencia de Thomas Kuhn para usar la historia de las matemáticas como un recurso didáctico. Argumentamos que esta perspectiva es importante ya que toma en cuenta el contexto cultural, social y político para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Y (2), también nos lleva a señalar que para avanzar en el reconocimiento de la importancia del uso de la historia de las matemáticas que proponemos, es necesario realizar investigación sobre su papel en la formación del profesorado, e.g., articulando su incorporación en modelos que analizan la práctica del profesor de matemáticas.

Palabras clave: formación de profesores, historia de las matemáticas, modelo MTSK, recurso didáctico.

The History of Mathematics as a Didactic Resource in Teacher Training

Abstract

The central question that we address in this paper, of a programmatic nature, is to reflect on the use of the history of mathematics as a didactic resource and its importance in the training of mathematics teachers. Our reflection leads us to (1) propose using Thomas Kuhn's perspective of the history of science to use the history of mathematics as a teaching resource. We argue that this perspective is important since it considers the cultural, social and political context for the teaching and learning of mathematics. And (2), also leads us to

point out that to advance in the recognition of the importance of the use of the history of mathematics that we propose, it is necessary to carry out research on its role in teacher training, e.g., articulating its incorporation in models that analyze the practice of the mathematics teacher.

Keywords: *teacher training, history of mathematics, MTSK model, teaching resources.*

INTRODUCCIÓN

Este artículo tiene como objetivo principal destacar la importancia de la historia de las matemáticas como recurso didáctico en la formación de profesores de matemáticas. En particular, se propone incorporar la perspectiva de la historia de la ciencia de Thomas Kuhn para analizar cómo el contexto cultural, social y político influye en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Además, se argumenta la necesidad de realizar investigaciones que integren la historia de las matemáticas en modelos educativos, como el modelo de Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas (MTSK), con el fin de enriquecer la práctica docente y fortalecer la formación del profesorado.

Chorlay et al, (2022) señalan que, en las últimas décadas, el papel de la historia de las matemáticas en el marco de la educación matemática se ha convertido en un dominio interdisciplinario de investigación y práctica educativa relevante. El trabajo en este campo, entre otros aspectos, “ha generado cuestiones teóricas relativas a la naturaleza de las matemáticas, y su enseñanza y aprendizaje en relación con su desarrollo histórico” (p. 1). La posición que se presenta en esta comunicación se articula con dicha perspectiva y su objetivo es destacar la importancia de la historia de las matemáticas en la formación del profesorado de matemáticas.

No obstante, la importancia de la historia de las matemáticas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en la práctica docente la historia ha sido un aspecto desdeñado o muy poco abordado (Fauvel, 1991). Algunos autores asocian esta situación con diversas dificultades que se presentan para usar la historia de las matemáticas, entre ellas se identifica “la falta de conocimientos históricos del profesor, su interés por la interdisciplinariedad o su capacidad para adaptar los recursos históricos en el aula” (León-Mantero et al., 2021, pp. 4224-4225). Sin embargo, distintos trabajos de investigación inciden en los beneficios y las ventajas de llevar al aula la historia de las matemáticas (Ruiz-Catalán et al., 2024). Sin embargo, su inclusión en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas depende, entre otros factores, de las concepciones que de ellas tenga el profesorado (Madrid, et al., 2021). Asimismo, diversos estudios muestran la necesidad de considerar el tema de la historia de las matemáticas en la formación docente (León-Mantero et al., 2021).

Al considerar la historia de las matemáticas “hay que plantear también qué historia de las matemáticas hay que desarrollar y usar, y qué matemáticas se trata de enseñar” (Puig, 2019, p. 118). En este sentido, un amplio campo de investigación de Historia en la Educación Matemática, con enfoque en la perspectiva y dominio de la llamada Historia y Pedagogía de las Matemáticas HPM, aborda temas recurrentes relacionados con preguntas como: “¿Qué historia es adecuada, pertinente y relevante para la educación matemática? ¿Qué papel puede jugar la historia de las matemáticas en la educación matemática y con qué objetivo? ¿De qué manera la historia puede servir en la práctica educativa y siguiendo qué enfoque(s)?” (Clark et al., 2019, p. 4).

Para responder a este tipo de preguntas, es necesario tener en cuenta que la educación matemática es un campo de investigación que también está influenciado por múltiples teorías de diferentes disciplinas, entre otras, por concepciones de la historia y la filosofía de las matemáticas. Por consiguiente, al igual que cualquier otra disciplina científica, requiere plantearse y responder a diferentes cuestiones teóricas generales de su propia práctica y desarrollo. Los aspectos educativos a estudiar pueden ser muy diferentes dependiendo de la teoría o perspectiva general que se adopte, así como del sentido que se asigne al proceso educativo. En el ámbito de la educación matemática ha prevalecido una concepción teórica que privilegia una instrucción centrada en habilidades matemáticas

específicas. Podríamos afirmar que en este enfoque una historia de las matemáticas no tendría mucho que aportar. Por el contrario, en nuestro caso, al igual que muchos otros investigadores, consideramos importante tomar en cuenta otros aspectos, como que el profesor de matemáticas conozca sobre los orígenes y el desarrollo histórico de las matemáticas y pueda reflexionar acerca de su papel en el entendimiento que el ser humano ha ido construyendo acerca del mundo y de su importancia para la sociedad, lo cual además ha influido en su forma de pensar y de vivir.

En este texto se argumenta centralmente sobre la importancia de considerar la historia de las matemáticas en la formación de los profesores de matemáticas. Asimismo, proponemos adoptar una perspectiva no positivista de la historia de la ciencia para que se pueda utilizar como un recurso didáctico en el aula. Esta situación se enmarca en la concepción de la historia de la ciencia que propone Tomas S. Kuhn, quien a partir de una crítica a la posición formalista del positivismo acerca de la ciencia y de la historia de la ciencia, propuso una visión de la historia de la ciencia que, como señala Ian Hacking (Kuhn 2019), promovió un fuerte interés en la producción de estudios sociológicos de la ciencia. Nuestra propuesta toma como referencia a la visión de la ciencia de Kuhn y la amplía considerando el contexto cultural, social y político del desarrollo de las matemáticas.

En las secciones siguientes, exploramos cómo la historia de las matemáticas puede integrarse en la formación docente a través de un análisis filosófico, histórico y didáctico.

LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA, LA FILOSOFÍA Y LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

Se ha afirmado que en cualquier teoría de enseñanza y aprendizaje subyace una teoría del conocimiento (Sriraman y English, 2010). Asimismo, autores como Lincoln y Guba (1994) han señalado que cualquier disciplina relacionada con la educación, como la educación matemática, necesitan tener respuesta a las siguientes preguntas:

“1. ¿Qué es la realidad? ¿O cuál es la naturaleza del mundo que nos rodea? 2. ¿Cómo conocemos el mundo que nos rodea? 3. ¿Cómo podemos estar seguros de la verdad de nuestros conocimientos?” (p.7)

La primera pregunta es de carácter ontológico, mientras que la segunda aborda el aspecto de la metodología. Y, por último, la tercera pregunta es de orden epistemológico. Estas preguntas se encuentran relacionada con una imagen de la naturaleza de las matemáticas. Y las respuestas diferentes que se les ha dado a ellas muestran que históricamente las creencias y concepciones sobre la naturaleza de las matemáticas no han permanecido inmutables. Y nada impide que la imagen de las matemáticas pudiera seguir cambiando.

Desde el ámbito de la filosofía, acerca de las matemáticas, en la antigüedad la pregunta ontológica fue respondida por los pitagóricos afirmando que el principio constitutivo del mundo eran los números. Sin embargo, después del periodo presocrático, la filosofía se desarrolló centralmente teniendo como referente el problema del conocimiento, es decir, discutiendo cuestiones acerca de las fuentes del conocimiento, y en consecuencia privilegiando los aspectos metodológicos.

Posteriormente, con relación a la pregunta ontológica Platón postuló la existencia de un mundo de ideas que correspondía a la verdadera realidad, distinta a la del mundo sensible, la cual era accesible sólo a la razón (pregunta epistemológica). Con base en dicha concepción, Platón, en el dialogo de La Republica, responde también a la pregunta

metodológica afirmando que el conocimiento de tal realidad sólo es posible mediante la contemplación de las verdades eternas e inmutables.

Aristóteles, tomó distancia de la filosofía platónica y enfatizó la importancia del conocimiento que brinda la experiencia. Y, también asignó un gran valor al aspecto racional que responde al razonamiento lógico. En particular, fue él quien fundamentó el conocimiento científico como basado en un sistema axiomático deductivo. De esta manera, de acuerdo con la estructura aristotélica de un sistema axiomático deductivo, Euclides realizó la síntesis del conocimiento matemático de la antigüedad. Este sistema se convirtió en la perspectiva epistemológica de las matemáticas que heredó la civilización contemporánea.

Como se sabe, hacia el siglo XVII, el problema del conocimiento en la filosofía se desarrolló en el marco de una tensión entre dos concepciones: el empirismo y el racionalismo. Este último postulaba la existencia de ideas innatas y fue sustentado por destacados matemáticos como Descartes y Leibniz, quienes fueron los creadores de importantes ramas de las matemáticas, como la geometría analítica y el cálculo diferencial e integral, respectivamente. Y, ambas teorías resultaron de la mayor importancia para el surgimiento de la ciencia moderna que tuvo su culminación con la teoría gravitacional de Isaac Newton.

En el ámbito de la filosofía, Immanuel Kant dirimió esta disputa mediante un riguroso análisis epistemológico de la matemática, como parte de su filosofía crítica. De esta manera, Kant elaboró una filosofía constructivista del pensamiento matemático, y caracterizó a las matemáticas como un conocimiento que es construido por el sujeto cognoscente con base en “la intuición pura de tiempo y espacio”. Para Kant: Lo esencial y característico del puro conocimiento matemático con respecto a todos los otros conocimientos *a priori*, es que, en absoluto, no puede proceder de los conceptos, sino siempre mediante la construcción de éstos (Kant, 1984, p. 49).

Posteriormente, a fines del siglo XIX y principios del XX, en el marco del extraordinario desarrollo de la matemática pura y de la lógica simbólica, la comunidad de matemáticos puros debatió con gran rigor el problema de los fundamentos de las matemáticas. Como consecuencia de este proceso predominó una imagen formalista de las matemáticas.

En esta breve revisión panorámica se puede apreciar un desenvolvimiento de la concepción de las matemáticas con relación a preguntas de la filosofía de las matemáticas con la que iniciamos esta sección. Sin lugar a duda, las concepciones sobre la naturaleza de las matemáticas son muy importantes en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Así pues, como proponen Lincoln y Guba (1994), en el campo de la educación matemática no se puede prescindir de alguna concepción acerca de la naturaleza de las entidades matemáticas y de la metodología que permite acceder a su conocimiento. Tales ideas forman parte de las creencias de los profesores y de alguna manera se pueden reflejar en su docencia.

Durante mucho tiempo se pensó que correspondía a la filosofía tradicional dar respuesta a tales preguntas. Sin embargo, en el ámbito de la filosofía de la ciencia, en la actualidad se reconoce claramente que la filosofía tradicional ha quedado superada para enfrentar estos retos y sólo se pueden abordar considerando el propio ámbito de la disciplina en cuestión. De esta manera, en la filosofía de la ciencia, el positivismo lógico promovió una visión de la ciencia basada en la reconstrucción lógica de las teorías, siguiendo el logicismo de Bertrand Russell y el formalismo de David Hilbert, que se expresa en la

metamatemática. Actualmente, la visión que prevalece de las matemáticas conserva un rasgo esencialmente positivista. Esta posición, aísla del conocimiento matemático todo rasgo de subjetividad. Su validación es estrictamente formal. Desde esta óptica las matemáticas no pretender ser más que un instrumento para la resolución de problemas. Por consiguiente, extendiendo la visión positivista de la historia de la ciencia al caso de las matemáticas, la historia de las matemáticas solamente ocuparía un papel secundario, de carácter meramente cronológico y anecdótico (Kuhn, 2019).

Sin embargo, en las últimas décadas se ha realizado una considerable cantidad de trabajos sobre el uso de la historia de las matemáticas en la educación matemática (Jankvist, 2009). Se han desarrollado diferentes enfoques y problemas de investigación. Entre otras discusiones, se han formulado diversos argumentos para abordar los “porqués” y los “cómos” de utilizar la historia de las matemáticas (Jankvist, 2009) hace una amplia revisión bibliografía para analizar los por qué y los cómo y propone considerar estas categorías y separarlas con el propósito de facilitar el análisis del material didáctico para aplicar la historia y de esta manera contribuir en la comprensión de la interrelación de estos aspectos.

Es conveniente tener en cuenta que entre los argumentos que considera Jankvist (2009) de la historia como herramienta, son los que se refieren a los relacionados con la forma en que los estudiantes aprenden matemáticas, a saber, aquellos en donde la historia es un factor de motivación y ayuda a mantener el interés de los estudiantes en el tema; o que pueden dar a las matemáticas un rasgo más humano; o como herramienta cognitiva en el apoyo al aprendizaje, o bien argumentos evolutivos que aluden al desarrollo psíquico de los estudiantes.

Por consiguiente, además de que la historia de las matemáticas muestra la estrecha relación de las matemáticas con interpretaciones filosóficas que proponen diversas concepciones de las matemáticas, para el proceso educativo, como proceso social, consideramos necesario que el profesorado de matemáticas cuente con una imagen de las matemáticas más viva y acorde con su desarrollo histórico, de acuerdo con la perspectiva que propone Kuhn (2019) de contemplar el contexto social y, por lo tanto, su dimensión cultural y política.

FILOSOFÍA, HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS Y EDUCACIÓN MATEMÁTICA

Es claro que el rol que se asigna a la historia de las matemáticas está vinculado, implícita o explícitamente, con una posición filosófica (Lakatos, 1981). Con relación a las matemáticas, tradicionalmente ha dominado una imagen formalista y acumulativa. En esta concepción tiene preeminencia el carácter simbólico de las matemáticas. Así, en la filosofía de las matemáticas, desde finales del siglo XIX, la visión sintáctica de las matemáticas dominó las discusiones sobre los fundamentos de la matemática. Desde esta perspectiva, es claro que la historia contextual del desarrollo de las matemáticas no es necesaria para la comprensión de las matemáticas, y por ello no representa un aspecto importante para su aprendizaje. Si nos preguntamos, ¿cuál es el papel de la historia de las matemáticas en la enseñanza de las matemáticas que se centra en su carácter sintáctico? Se puede observar, parafraseando a Kuhn (2019), que lo que se hace, en el mejor de los casos, es proporcionar ejemplos "motivantes" de introducción a las teorías o mostrar la aplicación de éstas.

Para la posición filosófica que considera la naturaleza de las matemáticas reducida a la sintaxis, el aspecto semántico y su desarrollo no resulta de interés. Considera que su aprendizaje no requiere que se enseñe sobre el origen histórico de los contenidos matemáticos.

En esta visión de las matemáticas la educación matemática correspondiente busca enfatizar lo axiomático-formal y deductivo. Lo que se favorece en la presentación de los contenidos es lo lógico. La concepción filosófica asociada con esta posición, suele considerar que las entidades de las matemáticas son parte de un mundo "platónico" independiente de la voluntad e interés de los hombres. Así, la práctica matemática descansaría en la búsqueda de verdades intemporales y la descripción de los objetos de ese mundo no material. Este tipo de historia reproduciría los momentos y el cómo fueron descubiertas las verdades, pero se trataría de procesos eminentemente mentales en los que la realidad natural y social poco tendrían que hacer. La educación aquí se concentraría en dos cosas: transmitir las verdades descubiertas y, por otra parte, promover los mecanismos de su aprehensión. Un enfoque totalmente descontextualizado.

Esta posición filosófica tiene un carácter fundacional y esencialista donde la noción de verdad es fundamental. Sin embargo, en el ámbito de la enseñanza de la matemática, y ante el fracaso de la matemática moderna en sus propuestas formalistas para su aprendizaje, prevalece actualmente una posición crítica a esta concepción de la enseñanza.

Una visión diferente de la descrita anteriormente considera a las matemáticas como un producto social y cultural. Supone un constructivismo metodológico que afirma el rol del sujeto. No se aprehenden aquí verdades absolutas, se trata de procesos de construcción del conocimiento que el cerebro crea y por consiguiente supone una base biológica y social. En esta perspectiva la historia juega un rol más importante, sobre todo en la descripción y esclarecimiento de los procesos constructivos que históricamente se han dado.

No es suficiente reconocer la historia de las matemáticas como un recurso importante en la enseñanza de las matemáticas y, en consecuencia, en la formación de los profesores, sino que es necesario avanzar paralelamente en comprender el tipo de visiones filosóficas que las acompañan, las cuales pueden alejarse o asimilarse a los paradigmas dominantes del pasado. Esta situación conlleva un reto en la formación de profesores. Es necesario propiciar, reflexiva y conscientemente, un cambio en la concepción tradicional de la naturaleza del conocimiento matemático. Al no ser considerado explícitamente este aspecto filosófico, suele ocurrir que la visión platónica, que elimina la subjetividad del sujeto, se introduce subrepticamente, pues se puede apreciar que esta concepción es compartida por un amplio sector de profesores de matemáticas.

Se ha reconocido que difícilmente se puede entender el desarrollo y los cambios en el conocimiento matemático sin analizar los factores sociales y culturales subyacentes (Restivo, 1993). Por ello, no es necesario defender la existencia de revoluciones científicas como única forma de desarrollo en la ciencia y, en particular en las matemáticas. La historia da cuenta de manera incontestable, del desarrollo y cambio de la ciencia en todos sus ámbitos. Dicho cambio, puede ser, incluso, de transformación de teorías viejas en otras nuevas que pueden cohabitar (Dauben, 1984). En la esfera de la educación matemática hay trabajos que examinan el fenómeno de transformación de una teoría en su propio contexto cultural e histórico (Radford, 1995) y cuyos resultados permiten afirmar que:

“Hay factores sociales, filosóficos y culturales que entran en juego en la “evaluación” de programas de investigación en competición. El problema no es solamente un problema matemático o –para utilizar una expresión de Lakatos- un problema de “historia interna” (Radford, 1995, p. 247).

Así, a la pregunta, ¿Cuál podría ser el papel de la historia de las matemáticas en la enseñanza de las matemáticas?, es posible responder desde la visión de Kuhn, diciendo que es importante tener una aproximación a la historia de las matemáticas considerando su dimensión social y cultural, de tal manera que el tratamiento histórico no se reduzca a meros datos cronológicos o a un tratamiento anecdótico, sin trascendencia epistemológica alguna, sino que dos aspectos centrales son considerar la disputa entre concepciones distintas de las matemáticas en momentos clave de su desarrollo y, reconocer la existencia de distintas maneras de ver el mundo sostenidas por una comunidad de matemáticos en su contexto histórico. Como fenómeno cultural las matemáticas son portadoras de valores que deben ser visualizados y discutidos, los cuales más allá de la atención de habilidades específicas en la instrucción matemática, pueden contribuir en la formación de la personalidad de los estudiantes.

UN PAPEL PARA LA HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS EN LA DOCENCIA

En el primer capítulo de su libro *La estructura de las revoluciones científicas*, que fue publicado originalmente en 1962, Kuhn critica la concepción de historia de la ciencia que se había institucionalizado a través de los libros de texto y propone un papel para la historia de la ciencia distinto al de la antigua tradición historiográfica, la cual, en su opinión, se convierte en un depósito de anécdotas o cronología que desvirtúa la imagen de la ciencia que puede aparecer en los registros históricos de la actividad de investigación misma. Lo que Kuhn formula es una crítica a una imagen abstracta de la ciencia, donde los conocimientos parecen surgir de manera terminada, de la mente de grandes genios, los cuales, considera, se encuentra distante de la manera de actuar de los científicos, y que, además, omite el contexto social en que se desarrolla la ciencia.

Así, también, contrario a la idea de una historia de la ciencia que considera el desarrollo científico como un proceso gradual de acumulación debido a contribuciones individuales, Kuhn propone reconstruir dicha historia considerando otras directrices. Debemos notar, que las primeras etapas de desarrollo de la mayoría de las ciencias se han caracterizado por una competencia entre concepciones distintas y maneras de ver el mundo, sostenidas por una comunidad científica en un momento determinado (Kuhn, 2019). De esta manera, destaca el carácter sociocultural del desarrollo de la ciencia.

Si bien Kuhn enmarcó su visión de la ciencia desde la física y la historia de la física, trasladando estas ideas a la historia de las matemáticas y considerando que las matemáticas son un fenómeno cultural (White, 2000), emerge una idea de las matemáticas distinta de la concepción platónica que ha predominado desde la antigüedad. Por ejemplo, un aspecto de gran importancia en la formación de los estudiantes es tener un acercamiento al proceso histórico que representó el cambio de la matemática antigua, empírica, de las antiguas culturas de Egipto y Mesopotamia, por el origen y desarrollo de la matemática deductiva de los griegos, la cual constituye la base del pensamiento matemático actual. De esta manera, más allá de la aplicación de algún algoritmo matemático en algunas profesiones, el conocimiento de dicho proceso histórico proporciona una formación fundamental del desarrollo histórico de las matemáticas para cualquier ciudadano. En este proceso histórico de cambio en la perspectiva de las

matemáticas se encuentra implícita una ética central de las matemáticas: su carácter racional.

Por consideraciones como la anterior, en el ámbito de la educación matemática es necesario adoptar consciente y explícitamente un papel de la historia de las matemáticas que le restituya su dimensión social y cultural. Además, un enfoque de este tipo es congruente con otras corrientes actuales de investigación en educación matemática que consideran una perspectiva social y cultural de la génesis y desarrollo del conocimiento matemático (Vygotsky, 2009). Si a nivel de la investigación del proceso enseñanza y aprendizaje se considera un enfoque socio cultural, es conveniente que esta perspectiva se introduzca gradualmente, en el nivel básico, como una estrategia de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, relacionada con su historia. Esta perspectiva, como comentamos antes, implica un reto tanto en la formación de profesores como para la investigación en la educación matemática.

A continuación, aludimos a un ejemplo en el que se formula brevemente la manera de cómo hemos diseñado alguna estrategia didáctica de acuerdo con la propuesta que hacemos del uso de la historia de las matemáticas en el aula.

Guía para el diseño de estrategias didácticas

A manera de ejemplo, consideremos el caso de la asignatura de estadística y probabilidad. Un tema característico de los programas de probabilidad, en el nivel medio superior, es el tratamiento del enfoque clásico o teórico de la probabilidad, el cual se suele abordar tomando como base el modelo de los juegos de azar. Si este tema se trata sin ninguna alusión al contexto histórico es muy probable que genere una impresión ambigua en los alumnos. Por ejemplo, despertar dudas de, ¿a quién se le ocurrió tales ideas? ¿Por qué es importante conocer el tema y resolver ese tipo de problemas? ¿Qué aportaron esas ideas al desarrollo de la teoría de la probabilidad? Además, podemos afirmar que dicho tratamiento propicia una imagen artificial de las matemáticas, desvinculada de los intereses de las personas y de su vida cotidiana.

Un tratamiento histórico como el que se propone en este texto da oportunidad de comentar acerca de por qué los juegos de azar fueron recursos para iniciar una reflexión sistemática sobre el azar. Aunque los juegos de azar se practicaban desde muchos siglos antes fue hasta los siglos XVI y XVII que se empezaron a estudiarse matemáticamente como los primeros fenómenos aleatorios. En este escenario aparece la idea de equiprobabilidad y podríamos preguntarnos y reflexionar acerca del por qué no ocurrió antes. También en estos momentos surgen las nociones de espacio muestra y de la importancia de considerar las diferentes combinaciones que pueden producir cierto resultado. Así, el contexto histórico permite comprender que los juegos de azar se empezaran a estudiar matemáticamente como los primeros fenómenos aleatorios y, de esta forma, también conocer quiénes fueron los precursores y creadores de la teoría de la probabilidad, conocer cómo vivían y por qué se interesaron en esos problemas. (Salinas-Herrera y Salinas-Hernández, 2023).

Los materiales didácticos pueden ser diversos y el tema podría ser tratado en tres o cuatro sesiones y con algunas tareas extra clase que correspondan con un proyecto de investigación documental por parte de los alumnos. El tipo de material didáctico puede ser muy variado: videos cortos, películas, literatura diversa como información histórica, y textos de divulgación de las matemáticas. En una sesión los profesores pueden introducir el tema con una presentación en Power Point y dialogar con el grupo acerca de algunos aspectos centrales del contexto histórico, como el auge y características de la monarquía absoluta que prevaleció en ese periodo (siglo XVII), las características de la

sociedad estamental, el aspecto de la intolerancia religiosa que bañó de sangre a Europa en ese periodo, el arte barroco, el desarrollo de las sociedades científicas, y el desarrollo de las matemáticas, entre otras. Por supuesto no es posible abordar todo, pero cada profesor puede seleccionar algunos temas que quisiera enfatizar para reflexionar, dialogar y relacionar con situaciones actuales.

Puntualizando lo anterior, a continuación comentamos una posible secuencia didáctica. Se considera que cada sesión tiene una duración de 90 minutos

Primera sesión. Se aplica un cuestionario diagnóstico sobre nociones generales de la probabilidad y se pregunta, a las alumnas y alumnos, acerca de qué entienden por azar y por fenómenos aleatorios. Se acuerda conjuntamente con los alumnos el esquema de trabajo del curso y se inicia el tema de probabilidad. Se plantea la importancia de considerar la historia y se introduce el tema del origen de la teoría de la probabilidad con un enfoque histórico, utilizando una presentación en *Power point*.

Al término de la primera sesión se plantea una primera actividad extra clase. En esta tarea las alumnas y alumnos indagan sobre aspectos biográficos de diversos personajes relevantes para la teoría de la probabilidad: Gerolamo Cardano (1501-1576) el matemático más importante del renacimiento, quien fue el primero en escribir, en 1564, un libro sobre probabilidad el *Liber de ludo aleae* (El libro sobre los juegos de azar). Blaise Pascal (1623-1662), Pierre de Fermat (1601-1665); Christian Huygens (1629-1695) y Jacob Bernoulli (1654-1713), quienes aportaron nociones fundamentales a la teoría de la probabilidad.

Segunda sesión. El profesor aborda los contenidos del programa: los conceptos centrales del enfoque clásico de la probabilidad y se resuelven problemas de cálculo de probabilidades de juegos de azar, graduando su dificultad. De esta manera, paralelamente a tratar los contenidos programáticos, los alumnos se relacionan inicialmente con algunas ideas sobre el origen de la teoría de la probabilidad. Así, se continua trabajando con la resolución de problemas de juegos de azar como el lanzamiento de moneda y el lanzamiento de dados (60 minutos). Los alumnos forman equipos de cuatro integrantes. Se reúnen para dialogar sobre sus opiniones acerca de la información que investigaron de lo primera tarea (15 minutos). La clase concluye con un dialogo del grupo con el profesor sobre los personajes señalados y se deja una segunda tarea extra clase (15 minutos).

Segunda actividad extra clase. Las alumnas y alumnos indagan acerca del contexto histórico social y cultural de los siglos XVI y XVII, en el que se desarrollaron las ideas sobre la probabilidad. Características generales del renacimiento italiano y los orígenes de la modernidad. Los avances en la navegación, la expansión europea hacia América y a otras regiones de Asia y África y sobre la Reforma Protestante, la Contrarreforma y las Guerras de Religión. Asimismo, indagan sobre los orígenes de la ciencia moderna y acerca de las características de la monarquía absoluta como forma de gobierno predominante en Europa en la segunda mitad del siglo XVII y primera mitad del siglo XVIII. Los integrantes de los equipos se pueden distribuir los temas para abarcar mayor información.

Tercera sesión. El profesor continua con los contenidos del programa y con la resolución de problemas correspondientes (60 minutos). Los alumnos dialogan en equipos acerca de la indagación que realizaron sobre el contexto histórico señalado en la tarea (15 minutos). La clase concluye con un dialogo del grupo con el profesor sobre el contexto histórico. Como actividad extra clase los alumnos escriben una reflexión sobre alguna pregunta (15 minutos). La pregunta en cuestión deberá relacionarse con el contexto histórico abordado. Por ejemplo, ¿Qué implicaciones de justicia social consideras que tenía la monarquía

absoluta como sistema de gobierno y qué diferencias o similitudes hay con el sistema de gobierno en el que vives? Su recomendación es proponer una pregunta que genere controversia para propiciar un pensamiento reflexivo y crítico.

Cuarta sesión. Se realiza una discusión dialógica con el grupo en su conjunto sobre la pregunta formulada. El diálogo puede ser usado con muy diferentes propósitos, en este caso se propone que el diálogo se relacione con procesos educativos, con procesos de llegar a saber algo, y con indagaciones de aprendizaje. El diálogo se ve como un proceso abierto, no hay un patrón que seguir ni un camino predeterminado. Ciertamente, representa un desafío para el profesor. Es muy importante que el proceso dialógico sea equitativo y respetuoso. Para la evaluación de la secuencia didáctica, como actividad extra clase los alumnos escriben en equipo una reflexión sobre la pregunta formulada.

La dinámica de clases que se propone es alternar el tratamiento de los contenidos matemáticos del enfoque clásico de la probabilidad, por parte del profesor, con actividades de indagación por parte de los alumnos como actividad extra clase. De esta manera se optimiza el tiempo considerado para el tratamiento de los contenidos temáticos.

Finalmente, es importante destacar que este enfoque didáctico pretende construir un ambiente de aprendizaje en el que estudiantes y profesor (a) se involucren en procesos exploratorios, a través de interacciones dialógicas (Skovsmose, 2022).

HISTORIA Y CONCEPCIONES DE LAS MATEMÁTICAS EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES

El conocimiento que requiere el profesorado de matemáticas para su docencia contempla diversos dominios y subdominios, los cuales se encuentran interrelacionados. De acuerdo con el modelo MTSK, por sus siglas en inglés (The mathematics teacher's specialised knowledge), se toman en cuenta tres dominios fundamentales para analizar el desempeño de un profesor en el aula, éstos son: el contenido matemático, el contenido de conocimiento didáctico y el dominio de las creencias o concepciones que tiene el profesor sobre la naturaleza de las matemáticas y acerca de su enseñanza y aprendizaje (Carrillo et al., 2018).

La enseñanza de las matemáticas tiene un sustento epistemológico que puede no ser claro ni explícito, pero que de alguna manera el profesor posee aunque sea de manera rudimentaria, es decir, todo profesor tiene una concepción de lo que son las matemáticas y, esta concepción se refleja en una cierta concepción de su enseñanza. Esta situación, por sí misma, indica la importancia de conocer acerca de las diferentes concepciones de las matemáticas a través de la historia de las matemáticas. Para el profesorado de matemáticas es importante comprender los sustentos metodológicos y teóricos de diferentes concepciones para poder asumir de manera consciente y crítica una posición sobre la naturaleza de las matemáticas. Es un tema propio de la historia de las matemáticas que es necesario abordar en la formación de profesores.

Sin duda, para la investigación en educación matemática es importante tener en cuenta el desenvolvimiento que históricamente han tenido diferentes filosofías de las matemáticas con características epistemológicas distintas. Este aspecto resulta de relevancia pues, “la investigación en formación de profesores de matemáticas parte, en la actualidad, de una consideración epistemológica de las matemáticas...” (Flores Martínez, 1998).

Asimismo, diversos autores han señalado la importancia para la investigación de considerar la influencia de las creencias sobre la naturaleza o concepción de las

matemáticas en la enseñanza de las matemáticas (Davis, 1967; Nespor, 1987; Ernest, 1989; Hart, 1991; Thompson, 1992; Carrillo y Contreras, 1994; Carrillo, 1998). En este orden de ideas, consideramos que una manera de afrontar el reto de preparar al profesorado de matemáticas en el ámbito de las concepciones de las matemáticas es a través del estudio de la historia de las matemáticas. Un tratamiento de este aspecto permite activar y cultivar el diálogo, lo cual suministra una concepción nueva de la formación de profesores, que aborda las creencias de los profesores y promueve la interpretación significativa de su práctica (Cooney, 1994).

CONCLUSIONES

A partir de la necesidad de usar la historia de las matemáticas como recurso didáctico, hemos argumentado de la importancia de usar una historia de las matemáticas que tome en cuenta el contexto social, cultural y políticos del desarrollo de las matemáticas permitirá ir más allá del aprendizaje de algunos contenidos matemáticos y enriquecer la visión y la valoración del pensamiento matemático. Nuestra finalidad es que este enfoque contribuya en mejorar la formación del profesorado para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. De manera que los profesores reconozcan que este enfoque proporciona un rasgo más humano a las matemáticas y puede contribuir de manera significativa a la formación ciudadana.

Consideramos que una propuesta de esta naturaleza, que plantea retos importantes, es viable de ser abordada, a través del trabajo, reflexión y discusión de una comunidad de investigadores relacionados con los aspectos mencionados. Así, en prospectiva, nos proponemos utilizar el modelo de Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas, MTSK, ya que es una importante herramienta teórico-metodológica que brinda la oportunidad para caminar en esa dirección (Carrillo et al., 2018). Este modelo permite analizar la práctica docente y orientar en la formación del profesorado. Su estructura considera tres dominios y diferentes subdominios interrelacionados. Además, de los dominios del conocimiento de la matemática y del conocimiento didáctico del contenido, este modelo considera un tercer dominio relacionado con las concepciones o creencias sobre la naturaleza de las matemáticas y su relación con las creencias o concepción sobre su enseñanza. En este ámbito se encuentra la consideración de la historia y la filosofía de las matemáticas relacionada con un conjunto más o menos coherente de nociones y conceptos, los cuales son parte de las creencias sobre las matemáticas y sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Carrillo et al., 2018).

En el enfoque de la historia de las matemáticas que proponemos en este trabajo destacamos una visión de las matemáticas como fenómeno cultural. Por ello, nos ha interesado enfatizar la importante estudiar el contexto histórico de las matemáticas para acercarnos a una dimensión de la vida real en la que se han desarrollado las matemáticas que pensamos contribuye a discutir la dimensión ética de las matemáticas. Así, las matemáticas aparecen como portadoras de valores que deben ser comprendidos y discutidos. De esta manera, más allá de la atención de habilidades específicas en la instrucción matemática, es posible contribuir en la formación del profesorado a través del debate sobre diversas posturas epistemológicas y didácticas (Flores Martínez, 1998).

Esta propuesta conlleva el reto de innovar en el diseño de nuevas estrategias didácticas y abre otra ventana para investigar acerca del papel de la historia de las matemáticas en la formación del profesorado de matemáticas y en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Agradecimientos. Estudio realizado en el marco del Proyecto de Estancia Sabática en el Extranjero apoyado por el Programa de Apoyo para la Superación del Personal Académico de la UNAM, PASPA, de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México.

REFERENCIAS

- Carrillo-Yañez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, A., Ribeiro, M y Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 236-253
- Carrillo, J. y Contreras, L. C. (1994). The relationship between the teacher's conceptions of mathematics and of mathematics teaching. A model using categories and descriptors of their analysis. *Proceedings of the 18th PME Conference*, Lisboa.
- Carrillo Yañez, J. (1998). *Modos de resolver problemas y concepciones sobre la matemática y su enseñanza: metodología de la investigación y relaciones*. Universidad de Huelva.
- Clark, K. M., Kjeldsen, T. H., Schorcht, S., & Tzanakis, C. (2019). History of Mathematics in Mathematics Education – An Overview. *Mathematica Didactica*, 42, 1-26.
- Chorlay, R., Clark, K. M., y Tzanakis, C. (2022). History of mathematics in mathematics education: Recent developments in the field. *ZDM–Mathematics Education*, 54(7), 1407-1420.
- Cooney, T. J. (1994). Research and teacher education: in search of common ground. *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol 25, nº 6 pp. 608-636.
- Davis, R. B. (1967). *Mathematics teaching with special reference to epistemological problems*. Athens University Press.
- Dauben, J. (1984). Conceptual revolutions and the history of mathematics: two studies in the growth of knowledge. En: *Transformations and tradition in the science. Essays in the honor of I. Bernard Cohen*. (Ed.) Mendelsohn, Cambridge University Press, pp. 81-103.
- Ernest, P. (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. In Keitel, C. et al. (Eds) *Mathematics, Education and Society. Science and Technology Education*. Document Series 35. UNESCO, 99-101.
- Fauvel, J. (1991). Using history in mathematics education. *For the learning of mathematics*, 11(2), 3-6.
- Flores Martínez, P. (1998). *Concepciones y creencias de los futuros profesores sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje. Investigación durante las prácticas de enseñanza*. Editorial comares.
- Hart, L. C. (1991). Monitoring change in metacognition. *Proceedings of the 15th PME Conference*, vol. II, 141-148.
- Kant, E. (1984). *Prolegómenos a toda metafísica del porvenir que haya de poder presentarse como una ciencia*. Sarpe.
- Kuhn, S. T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago University Press.

- Kuhn, S. T. (2019). *La estructura de las revoluciones científicas* (4ª reimpresión). Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. (1981). *Matemáticas, Ciencia y Epistemología*. Alianza Universidad.
- León-Mantero, C., Madrid, M. J. y Maz-Machado, A. y Casas-Rojas, J. C. (2021). Utilidad de la historia de las matemáticas para profesores en formación y en ejercicio. Innovaciones metodológicas con TIC en educación. In *Universidad, innovación e investigación ante el horizonte 2030* (p. 407). Egregius.
- Lincoln, Y. S. y Guba, E. G. (1994). Competing paradigms in qualitative research. En N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp. 105-117). Sage Publications.
- Madrid, M. J., Maz-Machado, A., Almaraz-Menéndez, F., & León-Mantero, C. (2021). Comparison between a modern-day multiplication method and two historical ones by trainee teachers. *Mathematics*, 9(4), 349.
- Montes, M.A. (2016). Las creencias en MTSK. En J. Carrillo, L.C. Contreras y M. Montes (Eds.), *Reflexionando sobre el conocimiento del profesor* (pp. 55-59). CGSE.
- Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19, 317-328.
- Puig, L. (2019). Observaciones acerca de la historia de las matemáticas en la matemática educativa. En J. M. Marbán, M. Arce, A. Maroto, J. M. Muñoz-Escolano y Á. Alsina (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIII* (pp. 117- 130). Valladolid: SEIEM.
- Radford, L. (1995). La transformación de una teoría matemática: el caso de los números poligonales. *Mathesis. Filosofía e historia de las ciencias matemáticas*, Vol. 11, 217-250. UNAM.
- Restivo, S. (1993). The social life of mathematics, en: *Math Worlds*, 247- 278. Restivo, S., Bendegem, J. P. van and Fischer, R. (eds.). State University of New York Press.
- Ruiz-Catalán, J., Madrid, M. J., & Maz-Machado, A. (2024). Valoración de la historia de las matemáticas por estudiantes de bachillerato: el método general de resolución de ecuaciones de Vieta. *Educación Matemática*, 36(2), 232-257. <https://doi.org/10.24844/EM3602.09>
- Salinas-Herrera, J. y Salinas-Hernández, U. A. (2023). La historia de las matemáticas en la enseñanza de la probabilidad. En P. Scott, Y. Morales y A. Ruiz (Eds.), *Educación Matemática en las Americas 2023. Estrategias para Mejorar la Enseñanza y el Aprendizaje. Vol. 2, Memorias XVI CIAEM* (pp. 428-435).
- Skovsmose, O. (2022). *Entering Landscapes of Investigation. Landscapes of Investigation. Contributions to Critical Mathematics Education*. Edit. by Miriam Godoy Penteado & Ole Skovsmose. Open Book Publishers.
- Sriraman, B. y English, L. (2010). Surveying Theories and Philosophies of Mathematics Education, En B. Sriraman, *Theories of Mathematics Education. Seeking New Frontiers*. Springer-Verlag.
- Thompson, A. G. (1992). Teacher's beliefs and conception: a Synthesis for the Research. En Grouwns, D. A. (Ed.) *Handbook on Mathematics of Teaching and Learning*. McMillan.
- Vygotsky, L. S. (2009). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores* (3ª ed.).

Crítica.

White, L. A. (2000). *La ciencia de la cultura. Un estudio sobre el hombre y la civilización*. Paidós

Jesús Salinas-Herrera

Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades-Vallejo, UNAM, México

jesus.salinas25@gmail.com

Ulises Salinas-Hernández

Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades-Sur, UNAM, México

ulisessh@ciencias.unam.mx



ISSN: 2603-9982

Vega-Castro, D. y Melo Londoño, S. (2024). Difusión científica de la educación matemática: un análisis a la revista MES. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 7(3), 28-39

DIFUSIÓN CIENTÍFICA DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA: UN ANÁLISIS A LA REVISTA MES

Danellys Vega-Castro, Universidad de Panamá, Panamá

Susana Melo Londoño, Universidad de Antioquía, Colombia

Resumen

El estudio realizado en la revista "Matemáticas, Educación y Sociedad" se enfocó en analizar la producción y distribución temática de los artículos publicados desde su creación en 2018 hasta 2023. El objetivo principal fue realizar un análisis bibliométrico y temático para identificar las principales tendencias y patrones en la educación matemática, empleando técnicas de análisis mixtas para una investigación documental y descriptiva. Se recopilaron y estandarizaron datos sobre autoría, afiliación institucional y temas tratados, utilizando software de análisis de redes para visualizar colaboraciones. Los resultados indicaron una predominancia de temas relacionados con la pedagogía y los errores en la educación matemática, así como una notable concentración de colaboraciones nacionales. Las conclusiones destacaron la necesidad de diversificar las contribuciones internacionales y de expandir las redes de colaboración, sugiriendo que, aunque la revista tiene un fuerte enfoque en el avance pedagógico, podría beneficiarse de una mayor inclusión de estudios internacionales.

Palabras clave: *difusión científica, educación matemática, análisis bibliométricos; colaboraciones.*

Scientific dissemination of mathematics education: an analysis of the journal MES.

Abstract

The study conducted in the journal Mathematics, Education and Society focused on analysing the production and thematic distribution of articles published since its inception in 2018 through 2023. The main objective was to conduct a bibliometric and thematic analysis to identify the major trends and patterns in mathematics education, using mixed analysis techniques for documentary and descriptive research. Data on authorship, institutional affiliation, and topics covered were collected and standardized, utilizing network analysis software to visualize collaborations. The results indicated a predominance of themes related to pedagogy and errors in mathematics education, as well as a notable

concentration of national collaborations. The conclusions highlighted the need to diversify international contributions and expand collaboration networks, suggesting that although the journal has a strong focus on pedagogical advancement, it could benefit from a greater inclusion of international studies.

Keywords: *scientific journals; mathematics education; bibliometrics scientometrics; collaboration.*

INTRODUCCIÓN

La educación matemática (EM) se refiere al estudio y enseñanza de las matemáticas en todos los niveles, desde la educación primaria hasta la educación superior. Este campo es fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje matemático, abarcando una amplia gama de actividades del ámbito educativo que incluyen desde el diseño de currículos, los métodos de enseñanza, las evaluaciones educativas y la investigación sobre cómo las personas aprenden matemáticas. El objetivo de la educación matemática es no solo impartir conocimientos específicos de matemáticas, sino también fomentar habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y razonamiento lógico que son aplicables en muchas áreas de la vida y el trabajo, y que están en sintonía con la agenda de los objetivos de desarrollo sostenible (Fund, 2015).

Conocer lo que se investiga en educación matemática es fundamental por varias razones, tanto para educadores como para los gestores de políticas educativas y otros profesionales involucrados en el ámbito educativo, porque ofrece información importante en los procesos de la enseñanza y aprendizaje de los conocimientos matemáticos. En la tabla 1 se indica de manera global algunos de estos aspectos:

Tabla 1. *Aspectos sobre los que tiene actuación la investigación en EM*

Mejora de la enseñanza	La investigación proporciona datos valiosos sobre prácticas efectivas para mejorar la enseñanza de las matemáticas, beneficiando tanto a los educadores como a los estudiantes.
Desarrollo curricular	Ayuda a estructurar programas de estudio y seleccionar contenidos esenciales, asegurando que los currículos sean relevantes, accesibles y eficaces para los estudiantes.
Fomento de la equidad en educación	Explora el acceso y beneficios de la educación matemática para diferentes grupos, promoviendo la equidad y la inclusión a través de políticas y prácticas adecuadas.
Innovación educativa	La investigación impulsa la creación de nuevos recursos didácticos, tecnologías educativas y enfoques innovadores para mejorar el aprendizaje de las matemáticas.
Formación y desarrollo profesional	Proporciona a los docentes conocimientos actualizados que los ayudan a crecer profesionalmente y a adaptarse a los cambios en el entorno educativo.
Política educativa	Ofrece una base sólida para la formulación de políticas basadas en evidencia, apoyando reformas y decisiones que mejoren los resultados del aprendizaje.

Ya a finales del siglo XX, Kilpatrick (1998) destacaba que la investigación en educación matemática había emergido como uno de los campos más dinámicos dentro de los estudios educativos. Al adentrarnos en el siglo XXI, no solo hemos visto un incremento sustancial en la cantidad de investigaciones llevadas a cabo en este ámbito, sino también

una expansión en los medios y canales a través de los cuales se difunden estos hallazgos. Actualmente, con el avance de la tecnología y la creciente accesibilidad a redes académicas y plataformas digitales, la divulgación de investigaciones en educación matemática alcanza una audiencia global, facilitando un intercambio de conocimiento más amplio y variado. Este fenómeno ha contribuido a una mayor colaboración internacional y al desarrollo de nuevas metodologías y enfoques pedagógicos que responden a los desafíos educativos contemporáneos en matemáticas.

La literatura científica actual proporciona abundante evidencia de estudios dedicados a explorar tanto la naturaleza como el alcance de la producción científica y académica en el campo de la educación matemática. Un ejemplo de esto es el trabajo realizado por Maz-Machado y otros (2011), quienes llevaron a cabo un análisis detallado de la investigación en educación matemática presentada en los simposios organizados por la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática en España. Además, en un estudio posterior, Maz-Machado y otros (2022) profundizaron en los aspectos relacionados con las redes académicas que emergen durante el proceso de elaboración de tesis doctorales en educación matemática en el contexto español. Estos estudios subrayan la diversidad del campo, destacando cómo las colaboraciones académicas y las redes de investigadores contribuyen significativamente al desarrollo y a la diseminación del conocimiento en esta disciplina.

Si bien existen diversos canales de difusión de la investigación, la comunidad académica reconoce universalmente a las revistas científicas como el medio primordial para la publicación de investigaciones en cualquier disciplina del saber. Esta preferencia subraya la importancia del análisis de revistas especializadas en educación matemática como una herramienta esencial para descubrir y comprender las áreas de interés actual y las tendencias emergentes en el campo.

Estudiar estas publicaciones permite también identificar y analizar patrones sociométricos significativos, como las redes de colaboración científica, que son fundamentales para el avance de la investigación. De hecho, tales análisis pueden revelar cómo las interacciones entre investigadores y las sinergias entre diversas instituciones universitarias contribuyen al desarrollo continuo y la evolución de la educación matemática.

Como ilustración de este enfoque, Jiménez- Fanjul y otros (2013) analizaron las únicas cuatro revistas de EM incluidas en el JCR. Por otra parte, Özkaya (2018) realizó un estudio cuyo objetivo fue un análisis bibliométrico de las investigaciones científicas publicadas en el ámbito de la educación matemática entre 1980 y 2018.

Ramírez y Rodríguez (2019) estudiaron 5633 documentos de EM de la base de datos SCOPUS. Sin embargo, la elección de los criterios de búsqueda limitó en exceso el número de documentos en relación con la producción del área indexada en esta base de datos. Asimismo, Julius y otros (2021) hicieron un análisis bibliométrico de la investigación en educación matemática desde 1980 hasta 2020. El objetivo del estudio es proporcionar datos científicos sobre el patrón de distribución de las revistas de educación matemática, los autores más prolíficos, los países, las instituciones, los temas de investigación, la posible colaboración internacional y la dirección de la investigación.

Gaona y Arévalo-Méneses (2024) llevaron a cabo un estudio exhaustivo de 37 revistas de educación matemática que están indexadas en bases de datos de prestigio como Scopus y Web of Science (WoS). Su investigación se centró en examinar la producción científica global reflejada en estas revistas, así como en las regiones geográficas de donde provienen estos trabajos. Aunque su análisis no profundizó en temáticas específicas dentro del

campo de la educación matemática, proporcionó una visión valiosa sobre la distribución geográfica y la frecuencia de las publicaciones, ofreciendo una panorámica de la presencia y el impacto internacional de la investigación en esta disciplina.

En el ámbito de la investigación en educación matemática, algunos estudios han optado por enfocarse en el análisis detallado de revistas especializadas en el campo. Por ejemplo, Maz-Machado y otros (2009) exploraron los artículos publicados en la revista *Enseñanza de las Ciencias* relacionados con la educación matemática, y ampliaron su investigación a la revista *RELIME* (Maz-Machado y otros, 2015). Además, desde una perspectiva bibliométrica, otros estudios han abordado áreas específicas dentro de la educación matemática. Aydemir y otros (2023), así como Kyeremeh y otros (2021), se centraron en la educación en geometría; Hwang y Tu (2021) investigaron la aplicación de la inteligencia artificial en educación matemática; Kartika y otros (2023) analizaron la argumentación en este campo; y Ersozlu y Karakus (2019) estudiaron la prevalencia y efectos de la ansiedad matemática.

Maz-Machado y otros (2023), en su estudio se dedicaron a examinar los enfoques metodológicos descritos en los artículos de educación matemática publicados en dos importantes revistas españolas indexadas en SCOPUS. A partir de los hallazgos de este análisis, es posible argumentar que las investigaciones sobre la producción científica en educación matemática deberían ir más allá de los enfoques bibliométricos convencionales. Se hace necesario un examen más detallado que incluya no solo análisis cuantitativos de publicaciones, sino también una evaluación cualitativa de los métodos de investigación empleados, las referencias teóricas fundamentales y los temas específicos abordados en estos estudios. Este enfoque quizás más holístico permitiría comprender mejor las dinámicas y evoluciones dentro del campo, así como identificar áreas emergentes y oportunidades para futuras investigaciones y así poder hacer aportes a la propia área.

MATERIALES Y MÉTODO

Esta es una investigación de tipo documental y descriptiva que aplica técnicas de análisis mixtas. El objetivo de este estudio es realizar un estudio bibliométrico y temático de la revista *Matemáticas, Educación y sociedad*. La elección de esta publicación obedece que es de creación reciente, es específica de educación matemática y está orientada únicamente a artículos de investigación como se indica en su web.

La población de estudio son todos los artículos publicados por la revista *Matemáticas, Educación y Sociedad* desde su creación en 2018 hasta el año 2023, por lo tanto, se trata de un estudio censal.

Para recopilar los datos necesarios, se accedió a la página web de la revista (<https://journals.uco.es/mes/index>) durante el mes de junio de 2024, y se procedió a registrar la información de cada artículo, incluyendo detalles como la autoría, la afiliación institucional, el país de origen, el título, las palabras clave y las referencias bibliográficas.

Esta información fue luego exportada a una base de datos diseñada específicamente para este estudio. El primer paso en el análisis consistió en estandarizar los datos para garantizar la uniformidad en los nombres de las personas y de las instituciones. También se analizó el número de autores, universidades y países involucrados por artículo, lo que permitió establecer indicadores de colaboración y mapear las redes de colaboración existentes. Para profundizar en el análisis de estos datos, se realizaron varios conteos para

determinar las frecuencias de aparición de ciertos patrones y se empleó el software Net Draw para la visualización de las redes de colaboración.

Se utilizó la fórmula propuesta por Subramayan (1983) para determinar el grado de colaboración:

$$GC = \frac{N_m}{N_m + N_s} . \text{ Donde,}$$

GC= Grado de Colaboración;

N_m = Número de artículos de investigación de múltiples autores publicados durante determinado año;

N_s = Número de artículos de investigación de autores únicos publicados durante el mismo año.

El modelado de temas es un tipo de análisis estadístico que se utiliza para explorar grandes volúmenes de textos no estructurados mediante la identificación de patrones de palabras que aparecen frecuentemente juntas en los documentos. Este método permite descubrir los “temas” subyacentes que perviven a través de un conjunto de textos, facilitando así la organización, comprensión y resumen de grandes colecciones de datos textuales. En el contexto del modelado de temas, un “tema” se refiere a un conjunto de palabras que frecuentemente co-ocurren en un corpus y que juntas representan un concepto específico. Utilizaremos los datos tanto de los títulos como de las palabras clave para determinar los bloques de temas sobre los que se ha publicado en la revista. Para ello se utilizará el algoritmo de **Asignación de Dirichlet Latente (LDA, por sus siglas en inglés)**, convirtiendo el texto en una matriz de términos de documentos (DTM). Esto implica contar cuántas veces aparece cada palabra en cada documento, creando una representación numérica de los textos.

RESULTADOS

En los seis años analizados (2018 a 2023) se publicaron 65 artículos en la revista Matemáticas, Educación y Sociedad, con una media de 10,8 artículos por año (Tabla 2).

Tabla 2. *Producción diacrónica en MES*

Año	Nº artículos	%
2018	11	16,92
2019	9	13,85
2020	13	20,00
2021	11	16,92
2022	10	15,38
2023	11	16,92
Total	65	

En total en la revista han publicado 115 autores diferentes. El autor con el mayor número de publicaciones es Maz-Machado de la Universidad de Córdoba con 7, es decir ha publicado al menos un artículo cada año (Tabla 3). Con una sola publicación hay 100 autores.

Tabla 3. *Autores más productivos.*

Autor	Universidad	Frecuencia
Maz-Machado, A.	Univ. Córdoba	7
Gutiérrez-Rubio, D.	Univ. Córdoba	4
Pedrosa-Jesús, C.	Univ. Córdoba	4
Alsina, Á.	Univ. Girona	4
Meavilla Seguí, V	Univ. Zaragoza	3
León-Mantero, C.	Univ. Córdoba	3
Rodríguez-Faneca, C	Univ. Córdoba	2
Casas-Rosal, J.C.	Univ. Córdoba	2
Oller-Marcén, A.M.	C. Univ. de Defensa de Zaragoza	2
Santágeda Villanueva, M	Univ. Jaume I	2
Ortiz-Buitrago, J.	Univ. Carabobo	2
López-Esteban, C	Univ. Salamanca	2
Aguilera, M.	Univ. Pedag. Nal. Fco Morazán	2
Schubring, G	Univ. Bielefeld	2
Madrid, M.J.	Univ. Pontificia de Salamanca	2

De acuerdo con nuestros hallazgos, la configuración más común en la autoría de los artículos analizados consiste en dúos de colaboradores, seguida por la producción de trabajos por autores individuales, como se muestra en la Tabla 4. Este patrón resalta un notable grado de colaboración dentro de la comunidad investigadora, alcanzando un índice de colaboración de 0.723. Este índice es significativamente elevado, especialmente al compararlo con el valor de 0.6 reportado por Maz-Machado y colaboradores en 2013, quienes analizaron las revistas de educación matemática indexadas en Web of Science (WoS). Esta comparativa subraya no solo un incremento en la colaboración entre autores en el campo de la educación matemática, sino también una tendencia creciente hacia la investigación colaborativa en el área.

Tabla 4. Datos del número de autores por artículo

No firmas	frecuencia	%	% acumulado	Nº firmas X frecuencia (A*B)	%	% acumulado	Frecuencia/Nºfirmas
1	18	0,277	0,277	18	0,125	0,125	18,00
2	25	0,385	0,662	50	0,347	0,472	12,50
3	13	0,200	0,862	39	0,271	0,743	4,33
4	8	0,123	0,985	32	0,222	0,965	2,00
5	1	0,015	1,000	5	0,035	1,000	0,20

El tipo de colaboración que predomina es la de carácter nacional, la colaboración internacional entre los autores es mínima (Figura 1). Esto es síntoma de redes de carácter local y regional.

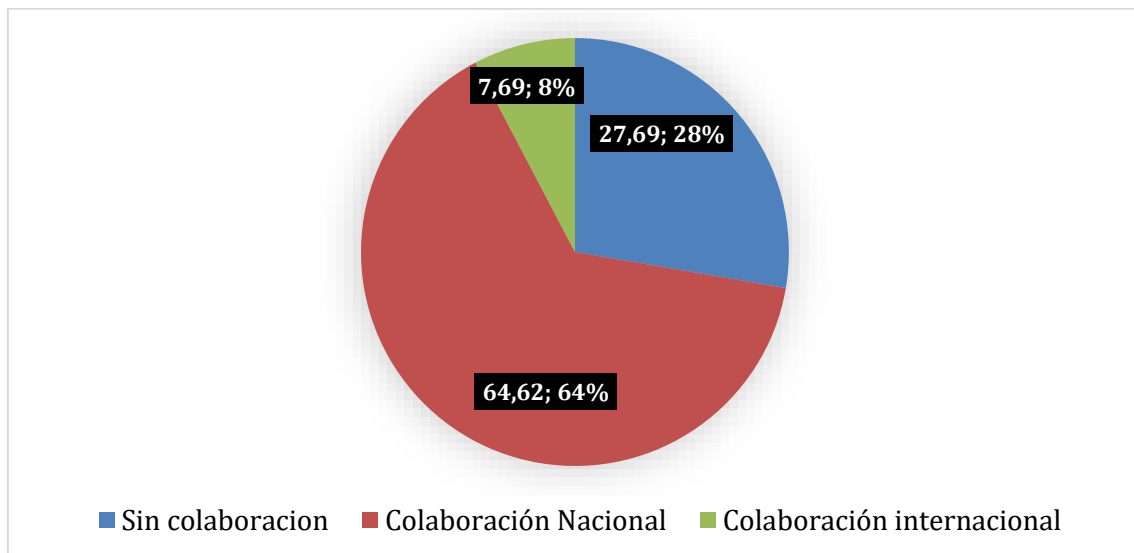


Figura 1. Porcentaje por tipo de colaboración

En total han publicado autores de 54 universidades diferentes, se destaca la Universidad de Córdoba como la más productiva, seguida de la Universidad de Salamanca y la Universidad de Granada (Tabla 5). Los autores pertenecen a instituciones de 15 países de Europa y Latinoamérica. Los autores de países europeos son de Alemania, España, Portugal y República Checa. La mayor producción es de autores de España con 33 artículos, Colombia 7, Brasil y México 4, Argentina, Chile, Honduras y Venezuela 3, Alemania, Costa Rica y Portugal 2; Perú, Ecuador, Panamá y República Checa 1.

La visualización de la red de colaboración por países revela que la red con mayor número de participantes es la integrada por España, República Checa, Chile y Colombia. Luego hay otras dos integradas por Brasil y Alemania de una parte y la otra con Costa Rica y México.

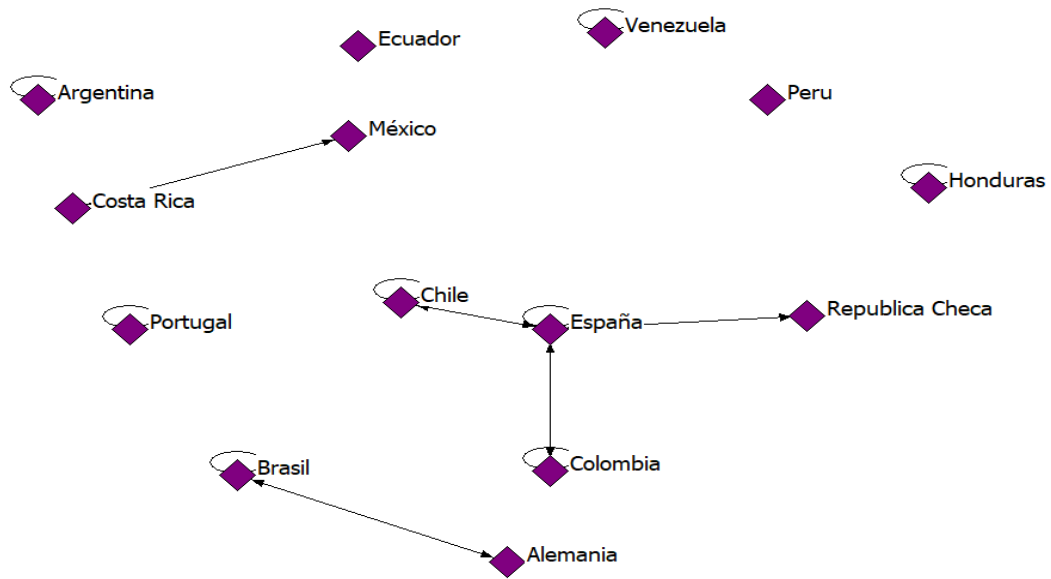


Figura 2. Red de colaboración entre países

Tabla 5. Universidades con mayor producción en MES

Universidad	Frecuencia
Universidad de Córdoba	32
Universidad de Salamanca	7
Universidad de Granada	7
Universidad de Valencia	6
Universidad de Córdoba	5
Universidad Nacional del Litoral	5
Universidad de Zaragoza	4
Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán	4
Universidad de Carabobo	4
Universidad de Málaga	4
Universidad Antonio Nariño	4
Universidad de Girona	3
Universidad del Tolima	3
Universidad de Valladolid	3
Universidad Nacional	3
Universidad de Santiago de Compostela	3

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará	3
Universidade Estadual Vale do Acaraú	2
Universität Bielefeld	2
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará	2

Al realizar el modelado de temas se han obtenido cinco grandes bloques temáticos de investigación en educación matemática publicados en la revista MES. Se determinó que las temáticas Errores y Métodos en Educación Matemática y, Formación de profesores de Didáctica son las más abundantes y presentes cada una en 18 de los artículos (Tabla 6).

Tabla 6. *Agrupación temática de las investigaciones publicadas en MES*

Tema	Descripción	Nº de artículos
1: Enseñanza de las Matemáticas y Aprendizaje	El enfoque está en la pedagogía y práctica de enseñar matemáticas, destacando el uso de textos y proyectos para facilitar el aprendizaje de conceptos numéricos y geométricos.	13
2: Errores y Métodos en Educación Matemática	Aborda los errores en el aprendizaje matemático y explora métodos pedagógicos para mejorar la enseñanza, incluyendo perspectivas históricas sobre técnicas educativas.	18
3: Formación de Profesores y Didáctica	Está relacionado con la formación de educadores y la didáctica en matemáticas, especialmente en niveles iniciales, con un énfasis en la capacitación en estadística y matemáticas.	18
4: Investigación y Análisis en Educación Matemática	Enfocado en la investigación académica y el análisis teórico, abordando estudios que buscan entender y resolver cuestiones complejas en la enseñanza y aprendizaje de matemáticas.	9
5: Educación Matemática a Nivel Docente y Discurso Académico	Se centra en la educación matemática desde la perspectiva del educador y el discurso académico, incluyendo la producción de conocimiento y el estudio de la educación matemática a nivel infantil.	7

CONCLUSIONES

La mayoría de la colaboración documentada en los artículos es de carácter nacional, indicando que las redes de colaboración entre autores tienden a ser locales o nacionales

más que internacionales. Esto indica que, aunque la revista tiene un alcance global en términos de su audiencia y acceso, las colaboraciones entre autores de diferentes países son menos frecuentes.

La revista cubre una amplia gama de temas dentro de la educación matemática, desde aspectos pedagógicos y didácticos hasta enfoques más teóricos y de investigación. Asimismo, la clasificación temática hallada indica que la revista prioriza la publicación de artículos sobre el avance de estrategias pedagógicas efectivas y la mejora continua de la enseñanza matemática. Por otra parte, parece estar a la vanguardia en cuanto a la inclusión de temas modernos y relevantes, como la inteligencia artificial en la educación matemática, lo que refleja un esfuerzo por mantenerse actualizada con las tendencias y avances tecnológicos en los resultados de investigación que publica.

Este estudio ha puesto de manifiesto que la revista MES ha tenido una buena acogida entre los investigadores de Educación Matemática, especialmente a nivel latinoamericano.

Finalmente, debemos señalar que hay una concentración notable de publicaciones de autores asociados con la Universidad de Córdoba, lo que podría indicar cierta endogamia académica. Sería beneficioso para la revista ampliar su alcance y fomentar contribuciones de una gama más amplia de instituciones para diversificar las perspectivas y enriquecer el diálogo académico en la educación matemática.

REFERENCIAS

- Aydemir, G., Orbay, K., & Orbay, M. (2023). A Bibliometric Analysis of Geometry Education Research Based on Web of Science Core Collection Database. *Shanlax International Journal of Education*, 11(2), 1-9.
- Ersozlu, Z., & Karakus, M. (2019). Mathematics anxiety: Mapping the literature by bibliometric analysis. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(2), em1673.
- Fund, S. (2015). Sustainable development goals. Available at this link: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- Gaona, J., & Arévalo-Meneses, F. (2024). Thematic bibliometric analysis of 37 specialized journals in mathematical education research indexed in Scopus or Web of Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(5), em2446. <https://doi.org/10.29333/ejmste/14577>
- Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, 9(6), 584.
- Jiménez-Fanjul, N., Maz-Machado, A. y Bracho-López, R. (2013). Bibliometric analysis of the mathematics education journals in the SSCI. *International Journal of Research in Social Sciences*, 2(3), 26-32.
- Julius, R., Halim, M. S. A., Hadi, N. A., Alias, A. N., Khalid, M. H. M., Mahfodz, Z., & Ramli, F. F. (2021). Bibliometric analysis of research in mathematics education using Scopus database. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(12).

- Kartika, H., Budiarto, M. T., Fuad, Y., & Bonyah, E. (2023). Bibliometrics analysis of research on argumentation in mathematics education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 11(5), 1346-1365.
- Kyeremeh, P., Awuah, F. K., & Dorwu, E. (2023). Integration of Ethnomathematics in Teaching Geometry: A Systematic Review and Bibliometric Report. *Journal of Urban Mathematics Education*, 16(2), 68-89.
- Kilpatrick, J. (1995). La investigación en educación matemática: su historia y algunos temas de actualidad. In *Educación matemática: errores y dificultades de los estudiantes. Resolución de problemas. Evaluación. Historia: [Primer Simposio Internacional de Educación Matemática: marzo 1993]* (pp. 1-19). Grupo Editorial Iberoamericana.
- Maz-Machado, A., Torralbo, M., Vallejo, M., Fernández-Cano, A. y Rico, L. (2009). La educación matemática en la revista enseñanza de las ciencias: 1983-2006. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 27(2), 185-94.
- Maz-Machado, A., Bracho-López, R., Torralbo-Rodríguez, M., Gutiérrez-Arenas, M. P., & Hidalgo-Ariza, M. D. (2011). La investigación en Educación Matemática en España: los simposios de la SEIEM. *PNA*, 5(4), 163-184.
- Maz-Machado, A., Bracho-López, R., Torralbo-Rodríguez, M., Gutiérrez-Arenas, M. P., Jiménez-Fanjul, N., & Adamuz-Povedano, N. (2012). Redes académicas generadas por las tesis doctorales de educación matemática en España. *Revista de investigación educativa*, 30(2), 271-286.
- Maz Machado, A., Jiménez Fanjul, N., Bracho López, R., & Adamuz Povedano, N. (2015). Bibliometric analysis of the RELIME journal (1997-2011). *Investigación bibliotecológica*, 29(66), 91-104.
- Maz-Machado, A., Melero-Bolaños, J. C., Villarraga-Rico, M. E., y Rodríguez-Baiget, M. J. (2023). Aspectos metodológicos en artículos de Educación Matemática: análisis de dos revistas españolas. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 6(2), 1-10.
- Maz-Machado, A., Tzima, S., Gutiérrez-Rubio, D. y Rodríguez-Faneca, C. (2022). Análisis bibliométrico de las revistas latinoamericanas de Negocios, Gestión y Contabilidad. *SCOPUS. e-Ciencias de la Información*, 12(2).
- Özkaya, A. (2018). Bibliometric Analysis of the Studies in the Field of Mathematics Education. *Educational Research and Reviews*, 13(22), 723-734.
- Ramírez, M. C., & Rodríguez Devesa, R. A. (2019). A scientometric look at mathematics education from Scopus database. *The Mathematics Enthusiast*, 16(1), 37-46.
- Subramanyam, K. (1983). Bibliometric studies of research collaboration: a review. *Journal of Information Science*, 6(33), 33-38.

Danellys Vega-Castro

Universidad de Panamá, Panamá

danellys.vega@up.ac.pa

Susana Melo Londoño

Universidad de Antioquía, Colombia

susana.melo@udea.edu.co



**El equipo editorial de MES agradece la colaboración como
referees durante el año 2024 en el volumen número siete
a:**

Juan Carlos Melero Bolaños
Dagoberto Salgado Horta
María Santágueda Villanueva
María José Madrid Martín
María Astrid Cuida Gómez
Cristina Rodríguez Faneca
Alicia Bruno Castañeda
María Dolores Torres González
Orlando Arencibia Montero
Bibiana Muñoz-Ñungo

Inés Gallego Sánchez
Danellys Vega Castro
Liliana Mabel Tauber
Paula Camelia Trandafir
Jacinto Ruíz Catalán
Carlos Antonio Assis de Oliveira
Gabriela Civeira
José Carlos Casas del Rosal
David Gutiérrez Rubio
Carmen León Mantero



Obra publicada con [Licencia Creative Commons Atribución 3.0 España](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/)

