



La enseñanza de las matemáticas en escuelas en tiempos de tecnologías emergentes

Teaching mathematics in schools in times of emerging technologies

O ensino da matemática nas escolas em tempos de tecnologias emergentes

ARTÍCULO DE REVISIÓN



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i39.1103>

Juana Margarita Vidal Benites¹ 
jvidalb@ucvvirtual.edu.pe

Wilfredo Humberto Carcausto Calla¹ 
carcaustohumberto@gmail.com

Teresa Marlene Vela Loyola² 
tvela@une.edu.pe

¹Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú

²Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Lima, Perú

Artículo recibido 4 de marzo 2024 | Aceptado 24 de abril 2025 | Publicado 3 de julio 2025

RESUMEN

El artículo analiza los retos y oportunidades de la enseñanza de las matemáticas mediante tecnologías emergentes, enfocándose en su impacto pedagógico y los desafíos que enfrentan los docentes al incorporar herramientas digitales. Se destaca el concepto de "distancia instrumental", que evidencia la brecha entre el potencial de las tecnologías y su aplicación efectiva en el aula. La metodología empleada fue una revisión sistemática de literatura publicada entre 2020 y 2024 en bases como Scopus, Web of Science y Scielo. Los resultados señalan que herramientas como GeoGebra y el software de geometría dinámica pueden enriquecer el aprendizaje, estimular la motivación y fortalecer el pensamiento lógico. No obstante, se identifican barreras como la insuficiente formación tecnológica de los docentes y la desigualdad en el acceso a recursos digitales. Se concluye que es necesario desarrollar estrategias y programas de formación eficaces para una integración equitativa de las tecnologías en la educación matemática.

Palabras clave: Enseñanza; Matemáticas; Tecnologías emergentes; Formación docente; Distancia instrumental

ABSTRACT

This article analyzes the challenges and opportunities of teaching mathematics through emerging technologies, focusing on their pedagogical impact and the challenges teachers face when incorporating digital tools. It highlights the concept of "instrumental distance," which highlights the gap between the potential of technologies and their effective application in the classroom. The methodology used was a systematic review of literature published between 2020 and 2024 in databases such as Scopus, Web of Science, and Scielo. The results indicate that tools such as GeoGebra and dynamic geometry software can enrich learning, stimulate motivation, and strengthen logical thinking. However, barriers are identified, such as insufficient technological training for teachers and unequal access to digital resources. It concludes that it is necessary to develop effective training strategies and programs for the equitable integration of technologies in mathematics education.

Key words: Teaching; Mathematics; Emerging technologies; Teacher training; Instrumental distance

RESUMO

Este artigo analisa os desafios e oportunidades do ensino de matemática por meio de tecnologias emergentes, com foco em seu impacto pedagógico e nos desafios que os professores enfrentam ao incorporar ferramentas digitais. É destacado o conceito de "distância instrumental", que evidencia a lacuna entre o potencial das tecnologias e sua aplicação efetiva em sala de aula. A metodologia utilizada foi uma revisão sistemática da literatura publicada entre 2020 e 2024 em bases de dados como Scopus, Web of Science e Scielo. Os resultados indicam que ferramentas como o GeoGebra e softwares de geometria dinâmica podem enriquecer o aprendizado, estimular a motivação e fortalecer o pensamento lógico. No entanto, são identificadas barreiras, como formação tecnológica insuficiente dos professores e acesso desigual aos recursos digitais. Conclui-se que é necessário desenvolver estratégias e programas de treinamento eficazes para a integração equitativa das tecnologias na educação matemática.

Palavras-chave: Ensino; Matemática; Tecnologias emergentes; Formação de professores; Distância instrumental

INTRODUCCIÓN

La integración de las tecnologías digitales en la enseñanza de las matemáticas está transformando profundamente las prácticas pedagógicas. Aunque estas herramientas ofrecen nuevas oportunidades para el aprendizaje activo y personalizado, también presentan retos significativos relacionados con la formación docente, el acceso equitativo y la adaptación curricular (Llinares y Roig, 2022).

Las tecnologías digitales han sido reconocidas como instrumentos poderosos que pueden enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), la incorporación de herramientas tecnológicas, como calculadoras gráficas y software educativo, puede mejorar la calidad de la instrucción y facilitar un aprendizaje más equitativo en matemáticas (NCTM, 2014). Sin embargo, a pesar de los beneficios potenciales, muchos docentes enfrentan dificultades al intentar integrar estas tecnologías en sus prácticas pedagógicas. Estas dificultades pueden atribuirse a una variedad de factores, incluyendo la falta de formación adecuada, creencias arraigadas sobre la enseñanza tradicional y la resistencia al cambio (Haspekian y Kieran, 2023).

Uno de los principales desafíos es la "distancia instrumental", un concepto que describe las discrepancias entre las herramientas tecnológicas disponibles y su aplicación efectiva en el contexto educativo. Esta distancia puede manifestarse en

la falta de familiaridad de los docentes con las tecnologías o en la incapacidad para conectar las representaciones digitales con los conceptos matemáticos tradicionales (Haspekian y Kieran, 2023). Como resultado, muchos educadores se sienten inseguros al utilizar estas herramientas, lo que limita su capacidad para innovar en sus métodos de enseñanza.

Además, el impacto de la pandemia de COVID-19 ha acelerado la adopción de tecnologías digitales en educación, revelando tanto su potencial como sus limitaciones. La transición abrupta hacia el aprendizaje remoto expuso una serie de desigualdades en el acceso a recursos tecnológicos y capacitación docente. A medida que las instituciones educativas intentan adaptarse a esta nueva realidad, es fundamental reflexionar sobre cómo se pueden utilizar las tecnologías emergentes para mejorar la enseñanza de matemáticas y abordar las brechas existentes (Borba, 2021).

La literatura reciente destaca varias áreas clave donde las tecnologías digitales pueden influir en la educación matemática. Por ejemplo, el uso de sistemas algebraicos computacionales y software de geometría dinámica permite a los estudiantes explorar conceptos matemáticos de manera interactiva y visual (Engelbrecht et al., 2020). Estas herramientas no solo facilitan una comprensión más profunda, sino que también fomentan un aprendizaje colaborativo entre estudiantes a través

de plataformas en línea (Cullen et al., 2020). Sin embargo, para que estas tecnologías sean efectivas, es esencial que los educadores reciban formación adecuada que les permita integrar estas herramientas en sus prácticas diarias.

Otro aspecto crítico es el papel del aprendizaje personalizado facilitado por la inteligencia artificial y otras tecnologías avanzadas. Estas innovaciones ofrecen oportunidades para adaptar el aprendizaje a las necesidades individuales de los estudiantes, promoviendo un enfoque más inclusivo y equitativo (Zhong y Xia, 2020). Sin embargo, también plantean preguntas éticas sobre el acceso y la equidad en el uso de estas herramientas. Es vital garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a las mismas oportunidades educativas sin importar su contexto socioeconómico.

Además, los desafíos asociados con la enseñanza de matemáticas en tiempos de tecnologías emergentes son complejos y multifacéticos. Si bien existen numerosas oportunidades para enriquecer el aprendizaje mediante el uso efectivo de herramientas digitales, también es fundamental abordar las barreras que impiden su integración exitosa. La formación continua para docentes, así como un enfoque reflexivo sobre cómo se implementan estas tecnologías en el aula, son esenciales para garantizar que todos los estudiantes puedan beneficiarse plenamente del potencial transformador de

las tecnologías emergentes en la educación matemática. El objetivo de esta pesquisa será describir la enseñanza de matemática en tiempos de tecnologías emergentes.

METODOLOGÍA

Con el fin de responder a las preguntas de investigación formuladas, se optó por una investigación cualitativa mediante una revisión sistemática de la literatura. Este enfoque metodológico permite identificar, analizar y sintetizar estudios relevantes alineados con el objetivo de describir los desafíos asociados a la enseñanza de las matemáticas en contextos mediados por tecnologías emergentes. La revisión se desarrolló siguiendo un protocolo predefinido, basado en las directrices PRISMA (Moher, 2015), lo que garantiza la transparencia, la replicabilidad del proceso y la reducción de sesgos.

El diseño metodológico incluyó una revisión de alcance con el objetivo de obtener una visión panorámica de los estudios primarios existentes. Para ello, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas internacionales, seguida por la aplicación de criterios de inclusión y exclusión, y un proceso sistemático de selección, evaluación y análisis de calidad de los documentos recuperados.

Para la selección de los estudios incluidos en esta revisión sistemática, se establecieron criterios rigurosos de elegibilidad. En primer lugar, los artículos debían abordar de manera directa el

tema de estudio o responder explícitamente a la pregunta de investigación. Asimismo, se consideraron únicamente investigaciones empíricas publicadas en revistas académicas revisadas por pares, que describieran e implementaran tecnologías emergentes en la enseñanza de las matemáticas. Se priorizaron aquellos estudios que evaluaran la efectividad de estas tecnologías en contextos educativos matemáticos y que analizaran su impacto positivo en el aprendizaje estudiantil. Además, se aceptaron únicamente publicaciones redactadas en español o inglés, publicadas entre los años 2020 y 2024, y que estuvieran indexadas en bases de datos científicas de alto impacto como Scopus, Web of Science o SciELO.

En contraposición, se excluyeron todos aquellos estudios que no abordaran el tema central o no respondieran a la pregunta de investigación planteada. También se descartaron investigaciones de tipo teórico o revisiones que no presentaran evidencia empírica, así como artículos duplicados o redundantes. Igualmente, se excluyeron trabajos que se enfocaran en contextos distintos al escolar formal, aquellos que presentaran deficiencias metodológicas significativas, o que no cumplieran con los estándares de calidad definidos previamente. Finalmente, no se consideraron publicaciones en idiomas distintos del español o inglés, ni aquellas publicadas antes del año 2020.

La búsqueda de literatura se llevó a cabo en las bases de datos Scopus, Web of Science y SciELO,

empleando una combinación de descriptores y operadores booleanos. Se utilizaron términos como: “*tecnologías emergentes*”, “*herramientas digitales*”, “*tecnología educativa*”, “*enseñanza de las matemáticas*”, “*educación matemática*”, “*instrucción matemática*”, “*integración tecnológica*”, “*desafíos docentes*”, “*barreras para la integración tecnológica*” e “*impacto pedagógico*”. La estrategia de búsqueda siguió las pautas PRISMA para garantizar la exhaustividad y transparencia del proceso.

La selección de los artículos se realizó en función de los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Se accedió a los textos completos de los documentos recuperados, y se revisaron los títulos, resúmenes y, cuando fue necesario, el contenido completo, para verificar su pertinencia. Solo se consideraron aquellos estudios que respondieran claramente al objetivo de investigación, contaran con una metodología adecuada y presentaran resultados y conclusiones relevantes.

Los artículos seleccionados fueron organizados en una matriz de análisis construida en Microsoft Excel. Esta matriz incluyó la siguiente información para cada estudio: autor(es), título, año de publicación, país de origen, metodología empleada, población o muestra participante, y principales resultados. Esta organización facilitó un análisis temático sistemático, permitiendo identificar patrones y hallazgos comunes entre los distintos estudios revisados.

Tabla 1. Cadenas de búsqueda en artículos de bases de datos.

Palabras combinadas en español, e inglés	Base de datos			Total
	Scopus	WOS	Scielo	
"mathematics" AND "emerging technology" AND "school"	36	4	0	40
"mathematics" AND "emerging technology" OR "digital education" OR "educational innovation" AND "school"	139	36	159	334
("technology integration" AND "mathematics education") OR ("pedagogical impact" AND "digital tools") AND "SCHOL"	153	29	0	182
Total	328	69	159	556

Durante la búsqueda preliminar, se hallaron registros en las revistas Scopus 328 Web Of Science 69 y Scielo 159, lo cual representó un total de 556 publicaciones en estas plataformas. Utilizando el filtro para eliminar artículos y dando el límite, de la revista Scopus 106, Web Of Science 61, Scielo 42, artículos duplicados 113; haciendo un total de 322 artículos eliminados, por lo tanto, quedando 234 artículos examinados, luego se excluye según el

título y la verificación de resúmenes, se elimina 185 publicaciones, quedando 49 publicaciones, luego se analizan los artículos completos, eliminándose a 24 publicaciones, quedando 25 artículos elegibles, luego fueron excluidos 11 publicaciones por no cumplir con la elegibilidad quedando finalmente 14 artículos, que cumplen con los criterios de inclusión.

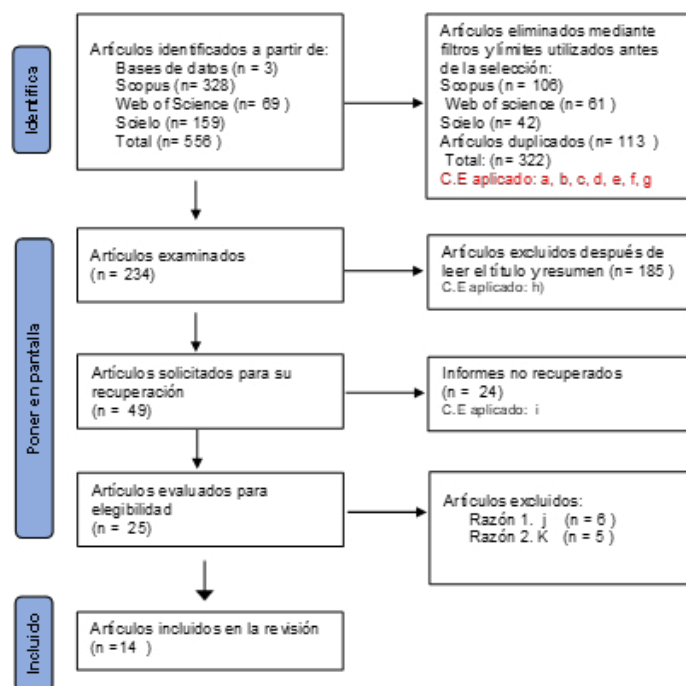


Figura 1. Diagrama de flujo Prisma.

DEARROLLO Y DISCUSIÓN

A partir del proceso de revisión sistemática descrito, se identificaron y analizaron catorce estudios que cumplían con los criterios de inclusión previamente establecidos. Estos trabajos permitieron responder a las preguntas de investigación planteadas, centradas en comprender cómo las tecnologías emergentes están influyendo en la enseñanza de las matemáticas, cuáles son los principales desafíos para su integración en contextos escolares, y qué estrategias formativas resultan más efectivas para acompañar a los docentes en este proceso.

Los resultados fueron organizados en función de estas tres preguntas de investigación, lo que facilitó la estructuración del análisis y permitió evidenciar patrones comunes, divergencias contextuales y contribuciones relevantes en cada categoría temática. A continuación, se presentan los hallazgos sistematizados por eje de análisis, complementados con las tablas que resumen la información extraída de los estudios seleccionados.

Tabla 2. ¿Cómo impactan las tecnologías emergentes en la enseñanza de las matemáticas?

Estudio	Resultados
Gumiero y Pazuch (2024)	La integración de tecnologías digitales mejora el aprendizaje matemático, pero requiere conocimiento especializado por parte de los docentes.
Hussein et al. (2021)	Los juegos digitales incrementan la motivación y el rendimiento académico, fomentando un aprendizaje interactivo.
Ran et al. (2021)	La tecnología mejora significativamente el rendimiento matemático, con un impacto positivo en el logro académico.
Pozdniakov y Freiman (2021)	Las herramientas tecnológicas, como geometría dinámica y álgebra computacional, enriquecen el aprendizaje matemático.
Güler et al. (2021)	El potencial transformador de las tecnologías emergentes en la educación matemática y cómo su implementación puede beneficiar significativamente el aprendizaje de los estudiantes.
Almufarreh, A., y Arshad, M. (2023)	Las tecnologías emergentes potencian la autonomía estudiantil y mejoran la gestión académica, destacando el impacto positivo en la enseñanza matemática.
Aiym, et al. (2022)	Las tecnologías apoyan la resolución de problemas y el pensamiento lógico, mejorando el aprendizaje.

Tabla 3. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentan los docentes para integrar herramientas digitales en la enseñanza de matemáticas?

Estudio	Resultados
Clark-Wilson (2024)	Los desafíos incluyen la falta de formación docente sólida y la accesibilidad tecnológica, destacando la necesidad de rediseñar currículos.
Cevikbas et al. (2023)	Requiere capacitación adecuada para superar las dificultades de implementación de tecnologías en modelado matemático.
Korenova et al. (2024)	Los docentes enfrentan barreras para integrar herramientas como GeoGebra y realidad aumentada debido a brechas en la alfabetización digital.
Sunzuma, G. (2023)	La integración de herramientas como GeoGebra en la enseñanza de geometría, mejoran la comprensión de conceptos matemáticos

Tabla 4. ¿Qué estrategias formativas son más efectivas para reducir las resistencias al uso de tecnologías digitales en la enseñanza de matemáticas?

Estudio	Resultados
Fatwana et al. (2024)	Los programas de formación docente con enfoque digital mejoran las competencias tecnológicas necesarias para superar resistencias.
Cevikbas et al. (2023)	Las estrategias formativas deben enfocarse en la capacitación práctica y el desarrollo de habilidades para usar herramientas digitales.
Tashtoush et al. (2023)	Las TIC motivan el aprendizaje matemático, especialmente en aspectos cognitivos, aunque enfrentan resistencias emocionales.
Momunova, N. D. (2024)	El uso de tecnologías modernas en la enseñanza de matemáticas, contribuye la participación y comprensión conceptual de los estudiantes.

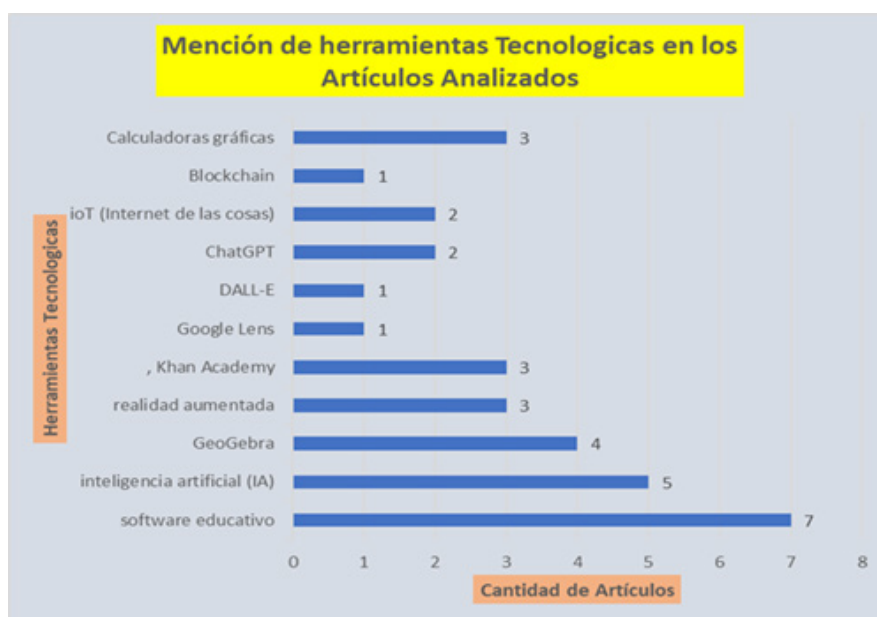


Figura 1. Herramientas tecnológicas en los artículos analizado.

Fuente de los datos utilizados para este gráfico proviene de la síntesis de los estudios seleccionados, mencionan diferentes herramientas tecnológicas. El software educativo es la herramienta más citada, seguida por la inteligencia artificial (IA) y GeoGebra.

Tabla 5. Resumen de resultados por estudio y pregunta de investigación.

	Estudio	Resultado clave
Impacto de tecnologías	Hussein et al. (2021)	Incremento de motivación y rendimiento con juegos digitales.
	Pozdniakov y Freiman (2021)	Enriquecimiento con álgebra computacional y geometría dinámica.
	Gumiero y Pazuch (2024)	Mejora el aprendizaje matemático, pero requiere conocimiento especializado de los docentes.
	Ran et al. (2021)	Tecnología mejora significativamente el rendimiento académico en matemáticas.
	Güler et al. (2021)	Tecnologías emergentes benefician significativamente el aprendizaje matemático de los estudiantes.
	Almufarreh y Arshad (2023)	Tecnologías emergentes potencian la autonomía estudiantil y mejoran la gestión académica.
	Aiym et al. (2022)	Tecnologías digitales apoyan la resolución de problemas y pensamiento lógico, mejorando el aprendizaje.
Desafíos docentes	Clark-Wilson (2024)	Formación y accesibilidad tecnológica insuficientes.
	Korenova et al. (2024)	Brechas en alfabetización digital dificultan la integración.
	Cevikbas et al. (2023)	Capacitación insuficiente dificulta la implementación de tecnologías en modelado matemático.
	Sunzuma (2023)	GeoGebra mejora la comprensión matemática, pero enfrenta desafíos de integración en el aula.
Estrategias formativas	Fatwana et al. (2024)	Formación digital docente reduce resistencias y mejora competencias.
	Tashtoush et al. (2023)	Motivación cognitiva por TIC, pero limitaciones emocionales.
	Cevikbas et al. (2023)	Capacitación práctica y desarrollo de habilidades clave para usar herramientas digitales.
	Momunova (2024)	Tecnologías modernas en matemáticas aumentan la participación y comprensión conceptual de los estudiantes.

Tabla 6. Características de los artículos revisados.

N°	Autores	Año	Base de datos	Título	Conclusiones	Revista	Resumen
1	Almufarreh, A., y Arshad, M.	2023	Scopus	<i>Promising emerging technologies for teaching and learning: Recent developments and future challenges</i>	Las tecnologías emergentes son esenciales para mejorar el aprendizaje	Sustainability	Este estudio examina tecnologías emergentes desde perspectivas educativas; y propone el uso temprano de ejemplos para enseñar ciudadanía digital.
2	Gumiero, B. S., y Pazuch, V.	2024	Scopus	Digital technologies and mathematics teaching	Integrar tecnologías mejora el aprendizaje matemático.	Pedagogical Research	Este artículo analiza cómo los docentes integran tecnologías digitales en la enseñanza de matemáticas y su impacto en el aprendizaje.
3	Hussein, M. H., et al.	2021	Scopus	<i>Digital game-based learning in K-12 mathematics education</i>	El aprendizaje basado en juegos digitales es eficaz para la enseñanza de matemáticas	Education and Information Technologies	Este artículo revisa la literatura sobre el uso de juegos digitales en la enseñanza de matemáticas, destacando sus beneficios para el aprendizaje y la motivación
4	Sunzuma, G.	2023	Web of Science,	Technology integration in geometry teaching and learning	Las tecnologías facilitan la comprensión de conceptos geométricos.	LUMAT	Este artículo explora herramientas tecnológicas como GeoGebra en la enseñanza de geometría, mostrando su impacto positivo en el aprendizaje.
5	Fatwana, H., et al.	2024	Web of Science, Scopus	Mathematics teaching program to become a professional teacher	La formación docente debe incluir tecnologías digitales.	Journal of Professional Learning	Este estudio analiza programas de formación docente y su capacidad para desarrollar competencias digitales necesarias para la enseñanza moderna.

N°	Autores	Año	Base de datos	Título	Conclusiones	Revista	Resumen
6	Cevikbas, M., et al.	2023	Web of Science, Scopus	<i>Advantages and challenges of using digital technologies in mathematical modelling education – A descriptive systematic literature review</i>	Las tecnologías digitales son efectivas pero requieren implementación estratégica	Frontiers in Education	Este artículo revisa el uso de tecnologías en modelado matemático, mostrando beneficios y desafíos de su implementación.
7	Güler, M., et al.	2021	Web of Science, Scopus	<i>A meta-analysis of the impact of mobile learning on mathematics achievement</i>	Las tecnologías móviles son eficaces en el aprendizaje de matemáticas	Education and Information Technologies	Este artículo presenta un meta-análisis sobre el efecto del aprendizaje móvil en estudiantes, con mejoras significativas en su rendimiento.
8	Ran, H., et al.	2021	Web of Science, Scopus	<i>A meta-analysis on the effects of technology's functions and roles on students' mathematics achievement in K-12 classrooms</i>	La tecnología mejora el aprendizaje en todos los niveles	Journal of Computer Assisted Learning	Esta meta-análisis examina la relación entre el uso de tecnología y el rendimiento académico en matemáticas en estudiantes de K-12
9	Momunova, N. B.	2024	Web of Science, Scopus	Using modern technologies in mathematics lesson teaching	Las tecnologías modernas pueden complementar métodos tradicionales	Bulletin of Science	Análisis sobre el impacto de tecnologías modernas en lecciones de matemáticas
10	Su, Y.S., et al.	2022	Web of Science	Study of virtual reality immersive technology enhanced mathematics geometry learning	Tecnología inmersiva tiene impacto positivo en el aprendizaje geométrico	Frontiers in Psychology	Estudio experimental sobre mejora del aprendizaje geométrico mediante realidad virtual
11	Clark-Wilson, A.	2024	Web of Science	Re) Assessing mathematics education in the digital age.	Destaca la necesidad de una formación docente sólida y tecnologías accesibles	Proceedings of Education	Examina barreras y oportunidades para la integración de tecnologías digitales en educación matemática

Nº	Autores	Año	Base de datos	Título	Conclusiones	Revista	Resumen
12	Yesseikyzy Aiym, Kydyrbaeva Galiya, Batyrbayeva Ademi, et al	2022	Scopus	<i>Development of the logical thinking...</i>	Los recursos digitales apoyan el pensamiento lógico y resolución de problemas.	Cypriot Journal of Educational Sciences	Analiza cómo las tecnologías digitales ayudan a desarrollar el pensamiento lógico en futuros docentes.
13	L. Korenova, R. Krpec, Tomáš Barot	2024	Web of Science,	<i>Digital technologies in primary mathematics education</i>	Resalta la importancia de la alfabetización digital en la educación docente.	European Conference on e-Learning	Examina portafolios de docentes para evaluar la integración de herramientas digitales como GeoGebra y AR.
14	Pozdniakov, S., y Freiman	2021	Web of Science	Technology-supported innovations in mathematics education during the last 30 years: Russian perspective	La integración tecnológica requiere superar barreras curriculares y capacitación docente	ZDM - Mathematics Education	Analiza herramientas tecnológicas claves y su impacto en la enseñanza matemática en Rusia durante tres décadas

Discusión

La presente investigación examina los retos y oportunidades que enfrentan los docentes de matemáticas en la era de las tecnologías emergentes. En este contexto, diversos estudios coinciden en que la integración de tecnologías digitales representa una vía eficaz para mejorar el aprendizaje matemático, tanto en contenidos como en habilidades cognitivas. Por ejemplo, Gumiero y Pazuch (2024) destacan que la incorporación de herramientas digitales favorece el rendimiento académico, mientras que Hussein et al., (2021) y Su et al., (2022) evidencian que los juegos digitales y la realidad virtual promueven la motivación y comprensión de contenidos complejos como la geometría.

Sin embargo, a pesar del consenso sobre los beneficios potenciales de estas tecnologías, persisten importantes vacíos que limitan su aplicabilidad práctica en el aula. Uno de los principales desafíos identificados en esta revisión es la llamada “distancia instrumental”, es decir, la brecha entre las capacidades de las herramientas digitales y su uso pedagógico efectivo. Aunque múltiples investigaciones, como las de Sunzuma (2023) y Korenova et al., (2024), mencionan ejemplos de tecnologías como GeoGebra y software de geometría dinámica, pocos estudios profundizan en estrategias concretas para superar esta distancia en entornos reales de enseñanza.

Otro obstáculo relevante es la escasa documentación sobre prácticas exitosas de integración tecnológica en la formación docente. Si bien autores como Fatwana et al., (2024) y Clark-Wilson (2024) subrayan la necesidad de programas formativos que desarrollen competencias digitales, las propuestas revisadas no especifican los contenidos ni las metodologías didácticas requeridas para tal fin. Esta carencia de detalle dificulta la replicabilidad de los programas en distintos contextos educativos y culturales, lo que pone en evidencia la falta de estudios empíricos con orientaciones prácticas.

Asimismo, la revisión realizada expone una notable omisión en torno a las implicaciones éticas y de equidad asociadas con el uso de tecnologías emergentes en la educación matemática. Aunque algunos estudios, como el de Pozdniakov y Freiman (2021), reconocen barreras estructurales y curriculares, no se identifican estrategias claras para asegurar una implementación equitativa. Este punto es crítico, ya que la desigualdad en el acceso a recursos digitales puede acentuar las brechas socioeconómicas y limitar el impacto positivo de las tecnologías en estudiantes de contextos vulnerables.

Finalmente, si bien muchos estudios reconocen el potencial transformador de las tecnologías digitales (Almufarreh y Arshad, 2023; Ran et al., 2021), muy pocos abordan cómo los docentes

pueden evaluar el impacto de estas herramientas en el rendimiento académico. Solo investigaciones como las de Güler et al., (2021) y Ran et al., (2021), que adoptan un enfoque meta-analítico, ofrecen evidencia cuantificable sobre la eficacia de estas tecnologías. La ausencia de métricas claras en los demás estudios revisados dificulta la toma de decisiones pedagógicas fundamentadas y podría derivar en implementaciones inconsistentes o ineficaces.

CONCLUSIÓN

La investigación demuestra que las tecnologías emergentes tienen un impacto considerable en la enseñanza de las matemáticas, brindando oportunidades para mejorar el aprendizaje y promover la participación activa de los estudiantes. Sin embargo, existen varios vacíos que limitan la aplicación práctica de los resultados.

En primer lugar, la distancia instrumental continúa siendo un obstáculo significativo, lo que indica la necesidad de estudios más específicos que identifiquen estrategias eficaces para superarla. En segundo lugar, es esencial desarrollar programas de formación docente que aborden de manera detallada y práctica las competencias tecnológicas. En tercer lugar, se debe prestar mayor atención a las cuestiones éticas y de equidad en la adopción de tecnologías, asegurando que todos los estudiantes tengan acceso a las mismas oportunidades educativas.

Finalmente, es crucial que las investigaciones futuras se centren en cómo medir el impacto de las tecnologías digitales en el rendimiento académico. Esto permitirá a los docentes evaluar de manera más efectiva los beneficios y limitaciones de las herramientas tecnológicas, facilitando su integración exitosa en el aula. Sin estas evaluaciones, la implementación de tecnologías emergentes en la enseñanza de las matemáticas podría resultar inconsistente y desigual.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS

- Aiym, Y., Galiya, K., Ademi, B., et al. (2022). Development of the logical thinking of future mathematics teachers through the use of digital educational technologies. *Cypriot Journal of Educational Sciences*. <https://n9.cl/ndmmv>
- Almufarre, A., y Arshad, M. (2023). Promising emerging technologies for teaching and learning: Recent developments and future challenges. *Sustainability*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/su15086917>
- Borba, M. (2021). Recent developments in using digital technology in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 53(2), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-00283-5>
- Cevikbas, M., Greefrath, G., y Siller, H. S. (2023). Advantages and challenges of using digital technologies in mathematical modelling education – A descriptive systematic literature review. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1142556>
- Clark-Wilson, A. (2024). (Re)Assessing mathematics education in the digital age. En *Proceedings of the 14th International Congress on Mathematical Education*. <https://n9.cl/7uuv4>

- Cullen, D., et al. (2020). The role of technology in enhancing urban mathematics education. *Journal of Urban Mathematics Education*, 16(2), 1-10. <https://doi.org/10.21423/jume-v16i2a589>
- Engelbrecht, J., et al. (2020). The transformation of the mathematics classroom: New approaches to teaching with technology. *Educational Studies in Mathematics*, 103(3), 1-19. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09978-y>
- Fatwana, H., Elsayed, S. A. M., Azhari, B., y Chand, S. P. (2024). Mathematics teaching program to become a professional teacher in the digital era: Recent developments. *Journal of Professional Learning and Sustainable Education*. <https://doi.org/10.62568/jplse.v1i1.45>
- Güler, M., Bütüner, S., Danişman, Ş., y Gürsoy, K. (2021). A meta-analysis of the impact of mobile learning on mathematics achievement. *Education and Information Technologies*, 27, 1725–1745. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10640-x>
- Gumiero, B. S., y Pazuch, V. (2024). Digital technologies and mathematics teaching: An analysis of teacher professional knowledge. *Pedagogical Research*. <https://doi.org/10.29333/pr/14342>
- Haspekian, M., y Kieran, C. (2023). Teachers' challenges in integrating technology in mathematics teaching through the lens of the instrumental distance concept. *Proceedings of the European Society for Research in Mathematics Education, CERME13*. <https://n9.cl/m4xpu>
- Hussein, M. H., Ow, S. H., Elaish, M. M., y Jensen, E. (2021). Digital game-based learning in K-12 mathematics education: A systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 27, 2859–2891. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10721-x>
- Korenova, L., Krpec, R., y Barot, T. (2024). Digital technologies in primary mathematics education: Insights from future teachers' portfolios. *European Conference on e-Learning*. <https://n9.cl/xqa4p>
- Llinares, S., y Roig, A. (2022). El significado pedagógico del uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas. *Revista de Educación Matemática*, 36(2), 25–40. <https://n9.cl/fbhsn>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., y Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1. <https://n9.cl/rk00dl>
- Momunova, N. D. (2024). Using modern technologies in mathematics lesson teaching. *Bulletin of Issyk-Kul University*. <https://doi.org/10.69722/1694-8211-2024-56-162-167>
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. Reston, VA: NCTM. <https://n9.cl/7yh8o>
- Pozdniakov, S., y Freiman, V. (2021). Technology-supported innovations in mathematics education during the last 30 years: Russian perspective. *ZDM – Mathematics Education*, 53(12), 1499–1513. <https://n9.cl/hzxc76>
- Ran, H., Kim, N. J., y Gai, W. (2021). A meta-analysis on the effects of technology's functions and roles on students' mathematics achievement in K-12 classrooms. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(5), 1463–1480. <https://doi.org/10.1111/jcal.12611>
- Su, Y.-S., Cheng, H.-W., y Lai, C.-F. (2022). Study of virtual reality immersive technology enhanced mathematics geometry learning. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.760418>
- Sunzuma, G. (2023). Technology integration in geometry teaching and learning. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*. <https://doi.org/10.31129/lumat.11.3.1938>
- Tashtoush, M., Alali, R. M., Wardat, Y., Alshraifin, N. K., y Toubat, H. M. (2023). The impact of information and communication technologies (ICT)-based education on the mathematics academic enthusiasm. *Journal of Educational and Social Research*. <https://doi.org/10.36941/jesr-2023-0077>
- Zhong, Y Xia, Y. (2020). Exploring research trends of technology use in mathematics education: A systematic review from 1980 to 2020. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09764-z>