Noesis. Revista Electrónica de Investigación
Año 8. Vol 8. N°1. Edición Especial. 2026
Hecho el depósito de Ley: FA2019000060
ISSN: 2739-0365
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS KOINONIA (IIEAK).
Santa Ana de Coro. Venezuela.

DOI 10.35381/noesisin.v8i1.937

Integración de herramientas digitales en el aprendizaje de las matemáticas en educación media: revisión sistemática

Integration of digital tools in mathematics learning in secondary education: a systematic review

Erika Aracely Acosta-León
eacostale189@ucvirtual.edu.ec
Universidad César Vallejo, Piura, Piura
Perú
https://orcid.org/0009-0007-3291-5685

Recepción: 15 de junio 2026
Revisado: 26 de agosto 2026
Aprobación: 15 de octubre 2026
Publicado: 01 de noviembre 2026

Noesis. Revista Electrónica de Investigación
Año 8. Vol 8. N°1. Edición Especial. 2026
Hecho el depósito de Ley: FA2019000060
ISSN: 2739-0365
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS KOINONIA (IIEAK).
Santa Ana de Coro. Venezuela.

RESUMEN

El objetivo fue analizar la integración de herramientas digitales en el aprendizaje de las matemáticas en la educación media. Se realizó una revisión sistemática de enfoque cualitativo y tipo documental, con análisis de contenido de 17 artículos publicados entre 2022 y 2026 en revistas indexadas en Scopus y SciELO. Los resultados permitieron identificar cinco categorías: software de matemática dinámica y de cálculo simbólico, simulaciones y aplicaciones móviles, entornos colaborativos y redes sociales, inteligencia artificial generativa, y formación docente y condiciones de integración. Las herramientas digitales favorecieron la comprensión conceptual, el rendimiento y la motivación, especialmente cuando se combinaron con la interacción entre pares y la mediación docente. Se concluyó que su integración resultó efectiva cuando respondió a una planificación pedagógica intencionada, apoyada en la formación docente, la infraestructura tecnológica y el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes.

Descriptores: Tecnología educacional; enseñanza de las matemáticas; enseñanza secundaria; inteligencia artificial. (Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

The objective was to analyze the integration of digital tools in mathematics learning in secondary education. A systematic review with a qualitative, documentary approach was carried out, with content analysis of 17 articles published between 2022 and 2026 in journals indexed in Scopus and SciELO. The results identified five categories: dynamic mathematics and symbolic computation software, simulations and mobile applications, collaborative environments and social networks, generative artificial intelligence, and teacher training and integration conditions. Digital tools supported conceptual understanding, achievement, and motivation, especially when combined with peer interaction and teacher mediation. It was concluded that their integration was effective when it responded to intentional pedagogical planning, supported by teacher training, technological infrastructure, and the development of students' critical thinking.

Descriptors: Educational technology; mathematics education; secondary education; artificial intelligence. (UNESCO Thesaurus).

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las matemáticas en la educación media constituye uno de los principales retos de los sistemas educativos, debido al carácter abstracto de sus contenidos y a las dificultades que los estudiantes suelen experimentar para comprender conceptos, representar relaciones y resolver problemas. En este escenario, las herramientas digitales se han incorporado de manera creciente a las aulas como recursos capaces de ofrecer representaciones dinámicas, retroalimentación inmediata y nuevas formas de interacción con el conocimiento matemático.

La evidencia acumulada respalda el potencial de estas herramientas. En un metaanálisis de 92 estudios publicados desde el año 2000 sobre el aprendizaje de matemáticas y ciencias en la educación secundaria, Hillmayr et al. (2020) encontraron un efecto positivo del uso de herramientas digitales sobre los resultados de aprendizaje (g = 0,65); además, el efecto fue moderado por la formación docente y resultó mayor cuando las herramientas se emplearon como complemento de otros métodos de enseñanza y no como sustituto. En la misma línea, Higgins et al. (2019) examinaron, mediante una revisión sistemática con metaanálisis, los efectos del uso de la tecnología en matemáticas sobre el rendimiento, la motivación y la actitud de los estudiantes.

Entre los recursos más estudiados destacan los programas de geometría dinámica. Juandi et al. (2021) analizaron 57 tamaños del efecto procedentes de 50 artículos publicados entre 2010 y 2020 y obtuvieron un efecto global elevado (1,07) de estos programas sobre las habilidades matemáticas; el efecto fue mayor en grupos de 30 estudiantes o menos, cuando cada estudiante disponía de un computador y en la educación media superior y universitaria.

En los últimos años, el panorama de las herramientas digitales se ha diversificado. Engelbrecht y Borba (2024) identificaron como desarrollos recientes la redefinición de los espacios de aprendizaje mediante modalidades combinadas e invertidas, el uso de sistemas de álgebra computacional y geometría dinámica como Wolfram Alpha, Desmos y GeoGebra, la colaboración en línea y las redes sociales, la inteligencia artificial (IA) y

los recursos multimodales; asimismo, advirtieron sobre la brecha digital, el posible debilitamiento del pensamiento crítico y las necesidades de formación docente.

En el contexto latinoamericano, la pandemia por la enfermedad por coronavirus de 2019 (COVID-19) aceleró la incorporación de estos recursos, pero también evidenció limitaciones. Orellana-Campoverde y Erazo-Álvarez (2021) identificaron un déficit en el uso de herramientas digitales para la enseñanza de las matemáticas entre los docentes de una unidad educativa ecuatoriana y propusieron un modelo de formación que articula metodología, plataforma y herramienta digital. Por su parte, Rugel-Llongo y Velez-Sancarranco (2025) concluyeron que el desempeño de los estudiantes de bachillerato en entornos virtuales depende del compromiso docente, de la integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y del desarrollo de habilidades en los estudiantes.

Desde una perspectiva más amplia, Calvas-Gómez (2026) señaló que las tecnologías digitales, en especial la IA, incrementan la motivación y favorecen el aprendizaje interactivo, siempre que se acompañen de una orientación pedagógica adecuada. En el campo específico de las matemáticas, González-Flores (2023) propuso el desarrollo del pensamiento aleatorio mediante proyectos estadísticos apoyados en hojas de cálculo, calculadoras estadísticas en línea, paquetes estadísticos y plataformas educativas.

En este artículo se entendió por herramientas digitales el conjunto de programas, aplicaciones, plataformas y sistemas informáticos que se emplean con fines didácticos para representar, explorar, practicar o comunicar contenidos matemáticos. Su integración no se limita a la disponibilidad del recurso, sino que implica decisiones pedagógicas sobre el momento, la finalidad y la forma de uso en el aula.

Desde un enfoque académico, la sistematización de la evidencia reciente permitió organizar el conocimiento sobre las herramientas digitales empleadas en el aprendizaje de las matemáticas en la educación media e identificar sus aportes y limitaciones. En el ámbito práctico, los resultados podrían orientar a docentes e instituciones en la selección de recursos y en el diseño de propuestas didácticas y de formación profesional.

Por ello, el objetivo de este artículo fue analizar la integración de herramientas digitales en el aprendizaje de las matemáticas en la educación media, a partir de una revisión sistemática de estudios publicados entre 2022 y 2026 en revistas indexadas en Scopus y SciELO.

MÉTODO

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, de tipo documental, mediante una revisión sistemática de literatura complementada con análisis de contenido. Como instrumentos se emplearon fichas de registro bibliográfico y matrices de análisis, que permitieron organizar la información de cada estudio y contrastarla con la de los demás.

Recolección de información

La búsqueda se orientó a artículos publicados en revistas indexadas en Scopus y SciELO. Se emplearon descriptores en español e inglés, combinados mediante operadores booleanos: "herramientas digitales", "tecnología digital", "GeoGebra", "inteligencia artificial", "matemáticas", "educación media", "bachillerato", "secundaria", "digital tools", "mathematics" y "secondary school".

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: artículos científicos revisados por pares, publicados entre 2022 y 2026, en español o inglés, con identificador de objeto digital (DOI), que abordaran el uso de herramientas digitales en el aprendizaje de las matemáticas con estudiantes o docentes de educación secundaria o media. Se excluyeron los estudios centrados en educación primaria o universitaria, en otras áreas del conocimiento y los documentos sin revisión por pares.

Procesamiento de información

Los estudios que cumplieron los criterios fueron registrados en fichas que recogieron autoría, año, contexto, diseño metodológico, participantes, herramienta digital abordada y principales hallazgos. Tras la lectura a texto completo, el corpus final quedó conformado

por 17 artículos, cuyas características se presentan en la tabla 1.

Tabla 1.

Estudios incluidos en la revisión

Autor(es) y año	Contexto	Diseño y participantes	Herramienta digital abordada
Biton & Segel (2024)	Israel	Mixto; estudiantes de secundaria	Grupos de WhatsApp para preparación de exámenes
Bulut & Borromeo Ferri (2026)	Secundaria	Exploratorio; 10 estudiantes de décimo grado	ChatGPT en problemas de modelación
Callado et al. (2025)	Portugal	Encuesta; 114 estudiantes de 16 a 17 años	ChatGPT e inteligencia artificial
Coca Santillana & Benítez Pérez (2023)	México, bachillerato	Cualitativo comparativo	GeoGebra en geometría analítica
Corchado Navarro & Pérez González (2026)	México, zona semirrural	Cuasiexperimental de Solomon; 120 estudiantes	GeoGebra en funciones lineales
Dzhaparova et al. (2026)	Kirguistán	Experimento de ocho semanas; 80 estudiantes	Wolfram Alpha, Photomath, GeoGebra, Desmos y Compass
Egara & Mosimege (2023)	Nigeria	Cuasiexperimental; 115 estudiantes	Simulaciones por computador en álgebra
Egara et al. (2025)	Sudáfrica	Mixto; 125 estudiantes	ChatGPT en el aprendizaje de las matemáticas
Elsayed & Helali (2026)	Egipto	Cuasiexperimental; 32 estudiantes	Aprendizaje cognitivo en línea
Marange & Tatira (2024)	Secundaria	Cuasiexperimental; 22 docentes	Formación TPACK para integrar GeoGebra
Moliner et al. (2022)	España	Pretest-postest con grupo de control; 112 estudiantes	Tutoría entre pares con herramientas digitales
Motseki (2026)	Sudáfrica	Cualitativo interpretativo; 6 docentes	Aprendizaje combinado con herramientas digitales
Ramaila (2026)	Internacional	Revisión sistemática	GeoGebra
Samura & Darhim (2023)	Indonesia	Cuasiexperimental; 125 estudiantes de octavo grado	Aprendizaje combinado asistido por GeoGebra
Segal (2026)	Israel	Mixto; 152 estudiantes y 24 docentes	Grupos anónimos de WhatsApp
Talib et al. (2026)	Secundaria	Cuasiexperimental; 68 estudiantes	Módulos basados en Android
Valero Larico et al. (2026)	Internacional	Revisión sistemática; 49 estudios	Aplicaciones digitales para matemáticas

Nota: TPACK = conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido.
Elaboración: El autor, a partir de los artículos consultados en revistas indexadas en Scopus y SciELO (2022-2026).

Análisis de información

El análisis de contenido se realizó en dos momentos. En el primero, se codificaron los hallazgos de cada estudio según el tipo de herramienta digital y el aporte al aprendizaje matemático. En el segundo, los códigos se agruparon por afinidad temática, lo que permitió construir cinco categorías de análisis, que se presentan en la tabla 2 y en la figura 1. La interpretación se realizó de manera descriptiva y comparativa, con atención a las convergencias, divergencias y vacíos de la literatura.

RESULTADOS

Los 17 estudios analizados abordaron la integración de herramientas digitales en el aprendizaje de las matemáticas desde diferentes perspectivas metodológicas: estudios cuasiexperimentales, estudios mixtos, estudios cualitativos y revisiones sistemáticas. La tabla 2 resume las categorías construidas y los estudios asociados a cada una.

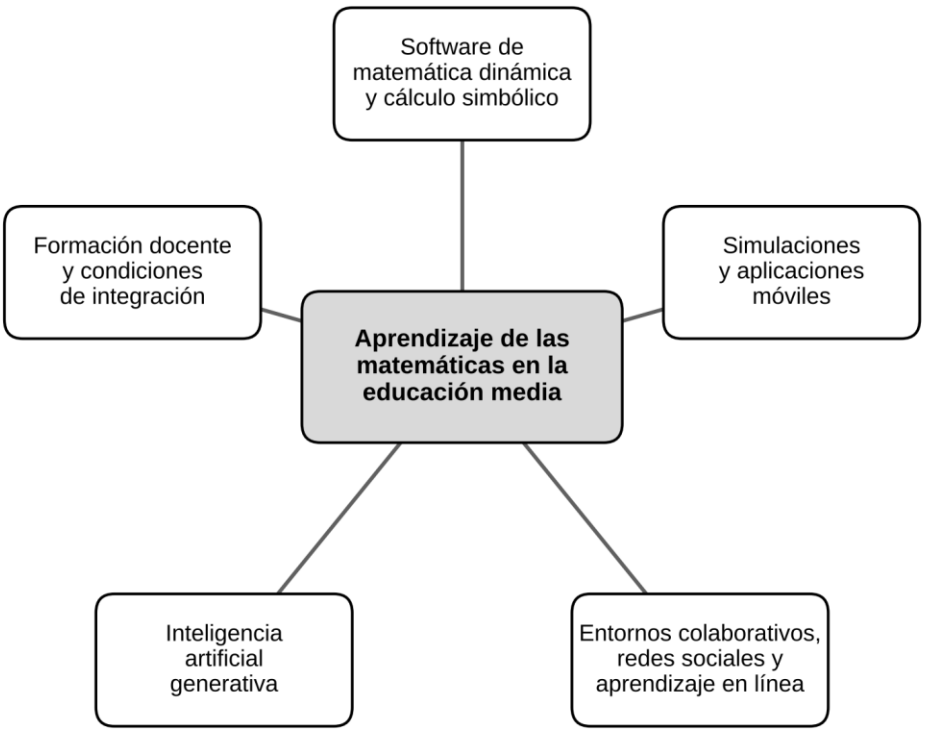
Tabla 2.

Categorías de integración de herramientas digitales identificadas

Categoría	Herramientas y estrategias	Estudios
Software de matemática dinámica y de cálculo simbólico	GeoGebra, Desmos, Wolfram Alpha y Photomath en entornos presenciales y combinados	Corchado Navarro & Pérez González (2026); Coca Santillana & Benítez Pérez (2023); Samura & Darhim (2023); Dzhaparova et al. (2026); Ramaila (2026)
Simulaciones y aplicaciones móviles	Simulaciones por computador y módulos basados en Android	Egara & Mosimege (2023); Talib et al. (2026)
Entornos colaborativos, redes sociales y aprendizaje en línea	Tutoría entre pares, grupos de WhatsApp y aprendizaje cognitivo en línea	Moliner et al. (2022); Biton & Segel (2024); Segal (2026); Elsayed & Helali (2026)
Inteligencia artificial generativa	ChatGPT para resolver y modelar problemas	Bulut & Borromeo Ferri (2026); Egara et al. (2025); Callado et al. (2025)
Formación docente y condiciones de integración	Aprendizaje combinado, formación TPACK, infraestructura y alineación curricular	Motseki (2026); Marange & Tatira (2024)

Nota: La revisión de Valero Larico et al. (2026) se empleó como referencia transversal para las cinco categorías.
Elaboración: El autor, a partir de los artículos consultados (2022-2026).

Figura 1.
Categorías de integración de herramientas digitales en el aprendizaje de las matemáticas



Elaboración: El autor, a partir de los artículos consultados (2022-2026).

En una visión de conjunto, la revisión sistemática de Valero Larico et al. (2026), que analizó 49 estudios publicados entre 2020 y 2024 en Web of Science, Scopus y Springer, encontró que el aprendizaje activo, el trabajo colaborativo y el aprendizaje basado en problemas resultaron más efectivos cuando se combinaron con simulaciones interactivas, gamificación y herramientas de realidad aumentada o virtual, lo que favoreció la comprensión de conceptos abstractos. No obstante, cuando los docentes no planificaron pedagógicamente su uso, las herramientas tendieron a emplearse de manera superficial.

Software de matemática dinámica y de cálculo simbólico

Los programas de matemática dinámica fueron las herramientas más estudiadas.

Corchado Navarro y Pérez González (2026) aplicaron un diseño cuasiexperimental de cuatro grupos de Solomon con 120 estudiantes de primer año de secundaria de una zona semirrural del Estado de México. Los grupos que trabajaron cinco sesiones con GeoGebra mostraron diferencias estadísticamente significativas a su favor en la comprensión de las funciones lineales, junto con mayor motivación y participación, siempre que existieron condiciones adecuadas de acceso tecnológico y mediación docente.

Coca Santillana y Benítez Pérez (2023) analizaron, desde la teoría de la instrumentación y con una metodología cualitativa comparativa, el uso de GeoGebra en la enseñanza de la geometría analítica en el bachillerato. El uso del programa generó diferencias cognitivas entre los estudiantes, que se organizaron en cinco perfiles según los niveles de instrumentalización e instrumentación alcanzados; al emplear el programa de acuerdo con la dificultad percibida en cada tema, los estudiantes que antes no concluían los ejercicios lograron resolverlos.

Samura y Darhim (2023) evaluaron, mediante un diseño cuasiexperimental con 125 estudiantes de octavo grado de dos escuelas de Ternate, Indonesia, un modelo de aprendizaje combinado asistido por GeoGebra. El modelo tuvo un efecto amplio sobre el pensamiento crítico matemático en comparación con el aprendizaje combinado sin GeoGebra.

Dzhaparova et al. (2026) desarrollaron un experimento pedagógico de ocho semanas con 80 estudiantes de décimo grado de tres escuelas de Kirguistán. El grupo experimental integró Wolfram Alpha, Photomath, GeoGebra, Desmos y Compass en un modelo de aprendizaje combinado; su coeficiente de dominio aumentó de 0,85 a 0,96, frente a un incremento de 0,82 a 0,86 en el grupo de control, con un tamaño del efecto grande (d = 0,9).

En una revisión sistemática sobre GeoGebra, Ramaila (2026) concluyó que el programa crea entornos dinámicos e interactivos en los que los estudiantes visualizan y manipulan ideas matemáticas en tiempo real, lo que favorece la comprensión conceptual, el

compromiso y la resolución de problemas. Sin embargo, identificó como desafíos la formación docente insuficiente, el acceso limitado a la tecnología y la escasa alineación con el currículo.

Simulaciones y aplicaciones móviles

Un segundo grupo de estudios abordó las simulaciones y las aplicaciones móviles. Egara y Mosimege (2023) aplicaron un diseño cuasiexperimental con 115 estudiantes de segundo año de secundaria básica de dos escuelas de Nigeria y encontraron que quienes aprendieron álgebra mediante simulaciones por computador retuvieron considerablemente más que quienes recibieron enseñanza tradicional, con diferencias significativas por género en el grupo que empleó simulaciones.

Talib et al. (2026) compararon, en un estudio cuasiexperimental con 68 estudiantes de secundaria, la enseñanza mediante módulos basados en Android con la enseñanza convencional. El grupo experimental obtuvo puntuaciones significativamente mayores en alfabetización matemática ($t = 7,25$; $p < 0,001$), con un tamaño del efecto grande ($d = 1,25$), y las dimensiones de la inteligencia intrapersonal se correlacionaron positivamente con la alfabetización matemática.

Entornos colaborativos, redes sociales y aprendizaje en línea

Las herramientas digitales también se integraron en propuestas colaborativas. Moliner et al. (2022) combinaron la tutoría entre pares con herramientas digitales de matemáticas en un centro público de secundaria de España, con 112 estudiantes de noveno grado de 14 a 15 años, para el estudio de sistemas de ecuaciones lineales. El grupo experimental mejoró significativamente, con un tamaño del efecto grande ($g = 1,36$), mientras que el grupo de control no mostró cambios significativos; además, los estudiantes del grupo experimental mostraron mayor autonomía y establecieron más conexiones entre conceptos.

En Israel, Biton y Segel (2024) estudiaron, mediante un diseño mixto, el proyecto nacional

Bagroup, en el que estudiantes de secundaria se preparan para el examen final de matemáticas en grupos de WhatsApp con docentes que publican problemas y ofrecen retroalimentación. El análisis factorial agrupó los factores en tres categorías: los que atienden las necesidades emocionales de los estudiantes, los que promueven el aprendizaje y los que lo inhiben.

En el mismo proyecto, Segal (2026) comparó las perspectivas de 152 estudiantes y 24 docentes e identificó cinco componentes que apoyan el aprendizaje socioemocional: disponibilidad, accesibilidad, aprendizaje entre pares, anonimato e inmediatez. Mientras los docentes enfatizaron las oportunidades pedagógicas, los estudiantes priorizaron el apoyo práctico y la ayuda de sus pares, y el anonimato redujo la ansiedad matemática al eliminar el temor a ser juzgados.

Asimismo, Elsayed y Helali (2026) evaluaron, mediante un diseño cuasiexperimental con 32 estudiantes destacados de primer año de secundaria en Egipto, el aprendizaje cognitivo en línea, y concluyeron que esta modalidad resultó efectiva para desarrollar la destreza matemática, por lo que recomendaron la formación docente y el apoyo técnico para su implementación.

Inteligencia artificial generativa

La IA generativa apareció como una herramienta emergente. Bulut y Borromeo Ferri (2026) exploraron el uso de ChatGPT por parte de 10 estudiantes de décimo grado que resolvieron en parejas problemas de modelación matemática. Los estudiantes emplearon casi exclusivamente instrucciones simples, centradas en las primeras fases de la modelación, y omitieron en gran medida la validación y la interpretación; aunque ChatGPT les ayudó a generar supuestos y redujo su carga de trabajo, aceptaron sus respuestas sin someterlas a un análisis crítico.

En Sudáfrica, Egara et al. (2025) analizaron, mediante un diseño mixto, las percepciones de 125 estudiantes de los tres últimos grados de secundaria sobre el uso de ChatGPT en el aprendizaje de las matemáticas. Los estudiantes consideraron que la herramienta

mejoraba su comprensión y su capacidad de resolver problemas, aunque expresaron reservas sobre su uso constante y sus limitaciones, y demandaron respuestas adaptadas a sus estilos de aprendizaje.

De manera complementaria, Callado et al. (2025) encuestaron a 114 estudiantes portugueses de 16 a 17 años y encontraron que, aunque la mayoría conocía la IA y ChatGPT, su conocimiento era principalmente utilitario y superficial, que valoraban sus respuestas como muy confiables sin evaluarlas críticamente y que su comprensión de la integridad académica era débil.

Formación docente y condiciones de integración

Finalmente, varios estudios destacaron que la efectividad de las herramientas digitales depende de las condiciones de integración. Motseki (2026) analizó, desde un enfoque cualitativo interpretativo, las prácticas de aprendizaje combinado de seis docentes de matemáticas de secundaria en Sudáfrica. Los docentes consideraron que esta modalidad aumentaba el compromiso, favorecía la enseñanza diferenciada y el aprendizaje autónomo y colaborativo, y que las herramientas digitales permitían la exploración matemática interactiva y la retroalimentación formativa oportuna; no obstante, su efectividad dependió de las intenciones pedagógicas y de condiciones institucionales como la infraestructura, el liderazgo y el acceso a recursos.

En relación con la formación docente, Marange y Tatira (2024) evaluaron, mediante un diseño cuasiexperimental con cuestionarios basados en el modelo de conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido (TPACK), el desarrollo de 22 docentes de matemáticas de secundaria en la integración de GeoGebra. Los docentes varones valoraron más alto su familiaridad y experiencia con varias tecnologías y se beneficiaron en mayor medida en la mayoría de los componentes del modelo, lo que evidenció la necesidad de atender las diferencias de género en los procesos de formación.

DISCUSIÓN

La revisión permitió identificar cinco categorías de integración de herramientas digitales en el aprendizaje de las matemáticas en la educación media: el software de matemática dinámica y de cálculo simbólico, las simulaciones y aplicaciones móviles, los entornos colaborativos y las redes sociales, la IA generativa y las condiciones de integración vinculadas a la formación docente. En conjunto, los hallazgos mostraron que las herramientas digitales favorecieron la comprensión conceptual, el rendimiento y la motivación, especialmente cuando se integraron en propuestas pedagógicas planificadas.

Los resultados de Corchado Navarro y Pérez González (2026), Samura y Darhim (2023) y Dzhaparova et al. (2026) coincidieron con el efecto elevado de los programas de geometría dinámica reportado por Juandi et al. (2021) y con el efecto positivo de las herramientas digitales identificado por Hillmayr et al. (2020). Del mismo modo, el estudio de Coca Santillana y Benítez Pérez (2023) mostró que la apropiación de estas herramientas no es homogénea, lo que concuerda con la advertencia de Valero Larico et al. (2026) sobre el uso superficial de los recursos cuando no existe una planificación pedagógica.

En cuanto a las simulaciones y las aplicaciones móviles, los hallazgos de Egara y Mosimege (2023) y Talib et al. (2026) reforzaron la idea de que los recursos interactivos favorecen la retención y la alfabetización matemática. Sin embargo, las diferencias de género reportadas por Egara y Mosimege (2023) y por Marange y Tatira (2024) sugirieron que el impacto de la tecnología no es neutro y que requiere estrategias que garanticen la equidad, en consonancia con la preocupación por la brecha digital señalada por Engelbrecht y Borba (2024).

Respecto a los entornos colaborativos, los estudios de Moliner et al. (2022), Biton y Segel (2024) y Segal (2026) evidenciaron que las herramientas digitales potencian el aprendizaje cuando se combinan con la interacción entre pares y la retroalimentación docente, lo que coincide con el hallazgo de Hillmayr et al. (2020) de que los efectos fueron

mayores cuando la tecnología complementó, y no sustituyó, la enseñanza. Estos resultados también concordaron con lo planteado por Rugel-Llongo y Velez-Sancarranco (2025) sobre el papel del compromiso docente en el desempeño de los estudiantes de bachillerato en entornos virtuales.

En relación con la IA generativa, los trabajos de Bulut y Borromeo Ferri (2026), Egara et al. (2025) y Callado et al. (2025) coincidieron en que los estudiantes valoran su utilidad, pero tienden a aceptar sus respuestas sin analizarlas críticamente. Este hallazgo matiza la visión optimista de Calvas-Gómez (2026) sobre el aporte de la IA a la motivación y confirma la preocupación de Engelbrecht y Borba (2024) por el posible debilitamiento del pensamiento crítico, lo que hace necesaria una alfabetización específica en el uso de la IA.

Finalmente, los estudios de Motseki (2026), Marange y Tatira (2024) y Ramaila (2026) confirmaron que la formación docente, la infraestructura tecnológica y la alineación curricular condicionan la efectividad de las herramientas digitales, tal como lo anticiparon Hillmayr et al. (2020) y Orellana-Campoverde y Erazo-Álvarez (2021). La propuesta de González-Flores (2023) de integrar herramientas digitales en proyectos estadísticos ilustró, además, cómo la tecnología puede articularse con metodologías activas en el desarrollo del pensamiento matemático.

Entre las limitaciones de la revisión se identificaron el tamaño reducido del corpus, la heterogeneidad de los diseños y de las medidas empleadas, y la escasez de estudios realizados en Latinoamérica con diseños experimentales y muestras amplias. Se recomendó que futuras investigaciones evalúen los efectos a largo plazo de las herramientas digitales y el uso de la IA generativa en contextos latinoamericanos.

CONCLUSIONES

En respuesta al objetivo planteado, se concluyó que la integración de herramientas digitales en el aprendizaje de las matemáticas en la educación media favoreció la comprensión conceptual, el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes,

siempre que respondió a una planificación pedagógica intencionada y no a un uso instrumental o aislado de los recursos.

En relación con el software de matemática dinámica y de cálculo simbólico, se concluyó que programas como GeoGebra, Desmos y Wolfram Alpha facilitaron la visualización y la manipulación de objetos matemáticos, lo que mejoró la comprensión de funciones, la geometría y el pensamiento crítico. Las simulaciones y las aplicaciones móviles, por su parte, contribuyeron a la retención de contenidos y a la alfabetización matemática.

En cuanto a los entornos colaborativos y las redes sociales, se determinó que la combinación de herramientas digitales con la tutoría entre pares, la retroalimentación docente y el acompañamiento en línea fortaleció la autonomía, el aprendizaje socioemocional y la preparación para las evaluaciones. Respecto a la IA generativa, se concluyó que su potencial dependió del desarrollo de competencias críticas en los estudiantes para formular instrucciones, validar respuestas y preservar la integridad académica.

Asimismo, la formación docente, la infraestructura tecnológica, la alineación curricular y la atención a la equidad se consolidaron como condiciones indispensables para una integración efectiva. En conjunto, los hallazgos ofrecieron fundamentos para diseñar propuestas didácticas y procesos de formación que aprovechen las herramientas digitales en la enseñanza de las matemáticas en la educación media.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad César Vallejo, por el acompañamiento académico brindado durante el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS CONSULTADAS

Biton, Y., & Segel, R. (2024). Learning mathematics via WhatsApp social network in Bagroup national project: Students' perceptions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *20*(8), em2484. https://doi.org/10.29333/ejmste/14876

Bulut, N., & Borromeo Ferri, R. (2026). AI-powered learning: Exploring secondary school students' use of ChatGPT for solving mathematical modelling problems. *ZDM – Mathematics Education*, *58*(5). https://doi.org/10.1007/s11858-026-01803-6

Callado, A., Saúde, I., & Araújo, J. L. (2025). Portuguese secondary school students' perceptions regarding the use of ChatGPT. *Contemporary Educational Technology*, *17*(4), ep610. https://doi.org/10.30935/cedtech/17516

Calvas-Gómez, L. J. (2026). Tecnologías digitales en los logros de aprendizaje. Revisión sistemática. *Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, *9*(18), 82–98. https://doi.org/10.35381/e.k.v9i18.5165

Coca Santillana, A., & Benítez Pérez, A. A. (2023). Análisis de la instrumentalización e instrumentación que genera el uso de GeoGebra en la enseñanza tradicional de matemáticas. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *14*(27). https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1633

Corchado Navarro, P., & Pérez González, M. (2026). GeoGebra como recurso didáctico en la enseñanza-aprendizaje de funciones lineales en estudiantes de secundaria en un contexto semirural. *Apertura*, *18*(1), 116–127. https://doi.org/10.32870/ap.v18n1.2789

Dzhaparova, S., Kerimbayev, N., & Koomanova, Z. (2026). Blended learning in school mathematics with digital tools to enhance student understanding. *Discover Education*, *5*(1), 814. https://doi.org/10.1007/s44217-026-01685-6

Egara, F. O., & Mosimege, M. D. (2023). Gender difference in secondary school students' retention in algebra: A computer simulation approach. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *19*(7), em2290. https://doi.org/10.29333/ejmste/13280

Egara, F. O., Mosimege, M., & Mosia, M. (2025). Secondary school students' perceptions of their usage of artificial intelligence-based ChatGPT in mathematics learning. *Journal of Education*, (98), 124–146. https://doi.org/10.17159/2520-9868/i98a07

Elsayed, S. A., & Helali, M. M. (2026). Effectiveness of online cognitive apprenticeship in developing mathematical prowess among academically outstanding secondary school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *22*(3), em2795. https://doi.org/10.29333/ejmste/18070

Engelbrecht, J., & Borba, M. C. (2024). Recent developments in using digital technology in mathematics education. *ZDM – Mathematics Education*, *56*(2), 281–292. https://doi.org/10.1007/s11858-023-01530-2

González-Flores, A. E. (2023). Herramientas mediadas por las tecnologías para el desarrollo del pensamiento aleatorio. *Cienciamatria. Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, *9*(2), 337–349. https://doi.org/10.35381/cm.v9i2.1182

Higgins, K., Huscroft-D'Angelo, J., & Crawford, L. (2019). Effects of technology in mathematics on achievement, motivation, and attitude: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, *57*(2), 283–319. https://doi.org/10.1177/0735633117748416

Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, *153*, 103897. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897

Juandi, D., Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., Siagian, M. D., Sulastri, R., & Negara, H. R. P. (2021). The effectiveness of dynamic geometry software applications in learning mathematics: A meta-analysis study. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, *15*(2), 18–37. https://doi.org/10.3991/ijim.v15i02.18853

Marange, I. Y., & Tatira, B. (2024). Gender dynamics in GeoGebra integration: In-service mathematics teachers' development. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *20*(6), em2457. https://doi.org/10.29333/ejmste/14629

Moliner, L., Alegre, F., & Lorenzo-Valentín, G. (2022). Peer tutoring and math digital tools: A promising combination in middle school. *Mathematics*, *10*(13), 2360. https://doi.org/10.3390/math10132360

Motseki, P. D. (2026). Blended learning practices in South African secondary school mathematics classrooms. *Frontiers in Education*, *11*, 1812872. https://doi.org/10.3389/feduc.2026.1812872

Orellana-Campoverde, J. A., & Erazo-Álvarez, J. C. (2021). Herramientas digitales para

la enseñanza de Matemáticas en pandemia: Usos y aplicaciones de docentes. *Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, *4*(8), 109–128. https://doi.org/10.35381/e.k.v4i8.1348

Ramaila, S. (2026). Utilizing GeoGebra as an interactive digital tool to enhance effective mathematics teaching and learning: A systematic review. *Journal of Research in Mathematics Education*, *15*(2), 106–124. https://doi.org/10.17583/redimat.15749

Rugel-Llongo, J. L., & Velez-Sancarranco, M. A. (2025). Desempeño en entornos virtuales de estudiantes de bachillerato. Revisión sistemática. *Noesis. Revista Electrónica de Investigación*, *7*(14), 754–770. https://doi.org/10.35381/noesisin.v7i14.470

Samura, A. O., & Darhim. (2023). Improving mathematics critical thinking skills of junior high school students using blended learning model (BLM) in GeoGebra assisted mathematics learning. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, *17*(2), 101–117. https://doi.org/10.3991/ijim.v17i02.36097

Segal, R. (2026). Anonymous WhatsApp-based high school mathematics learning: Comparing teachers' and students' perspectives on social-emotional support. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *22*(3), em2789. https://doi.org/10.29333/ejmste/17974

Talib, A., Sappaile, B. I., Rahman, M. S., & Nasir, N. (2026). Enhancing secondary students' mathematical literacy through Android-based modules integrating deep learning and intrapersonal intelligence. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *22*(3), em2794. https://doi.org/10.29333/ejmste/18069

Valero Larico, D., Benavente Gutierrez, M. A., Talavera-Mendoza, F., & Rucano Paucar, F. H. (2026). Digital applications in mathematics learning for secondary school students: A systematic literature review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *22*(1), em2768. https://doi.org/10.29333/ejmste/17760

©2026 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)
(https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)