



Doi: <https://doi.org/10.70577/ASCE/2084.2106/2025>

Recibido: 2025-06-25

Aceptado: 2025-07-25

Publicado: 2025-08-29

Impacto del uso de tecnologías digitales en la enseñanza de la matemática y la física en estudiantes de bachillerato: una revisión sistemática

Impact of the use of digital technologies in the teaching of mathematics and physics in high school students: a systematic review

Autores

Mirian Narsiza Cadena Gómez¹

<https://orcid.org/0009-0001-4597-8219>

miriancitaneg@gmail.com

UEMIB. Simiatug
Guranda-Ecuador

Livington Javier Almea Zambrano²

<https://orcid.org/0009-0009-1135-4844>

livingtonalmea382@gmail.com

**Unidad Educativa Comunitaria Intercultural
Bilingüe General Pintag**
Guranda -Ecuador

Beatriz Kateryne Yantalema de la Cruz³

<https://orcid.org/0009-0007-7695-8927>

eatriz1993yantalema@gmail.com

Unidad Educativa San Pedro
Guranda -Ecuador

Mariela Carolina Pérez Silva⁴

<https://orcid.org/0009-0003-9726-751X>

mcarolinaperezsilva@gmail.com

Independiente
Ambato-Ecuador

Cómo citar

Cadena Gómez, M. N., Almea Zambrano, L. J., Yantalema de la Cruz, B. K., & Pérez Silva, M. C. (2025). Impacto del uso de tecnologías digitales en la enseñanza de la matemática y la física en estudiantes de bachillerato: una revisión sistemática. *ASCE*, 4(3), 2084–2106.



Resumen

El presente artículo desarrolla una revisión sistemática con el objetivo de analizar el impacto del uso de tecnologías digitales en la enseñanza de las asignaturas de matemáticas y física en estudiantes de bachillerato. Para ello, se aplicó el método PRISMA, lo que permitió identificar, seleccionar y evaluar un total de 20 estudios publicados entre los años 2020 y 2025, extraídos de bases de datos académicas reconocidas. El análisis se estructuró en torno a tres ejes: las tecnologías más utilizadas, las metodologías pedagógicas implementadas, y el impacto observado en el proceso de aprendizaje. Los resultados muestran que las herramientas más recurrentes incluyen software interactivo como GeoGebra, simuladores virtuales como PhET, plataformas educativas y tecnologías inmersivas como la realidad virtual y aumentada, las cuales se vinculan con enfoques metodológicos activos como el aula invertida, el aprendizaje basado en proyectos y la enseñanza híbrida. Se evidencia una mejora generalizada en el rendimiento académico, la comprensión conceptual y la motivación de los estudiantes. Sin embargo, también se identifican limitaciones como la falta de acceso a recursos tecnológicos y la escasa formación docente. En conclusión, las tecnologías digitales potencian el aprendizaje cuando su uso está integrado a prácticas pedagógicas reflexivas y contextualizadas.

Palabras clave: Tecnología Educativa, Enseñanza De Las Matemáticas, Educación En Física, Estudiantes De Educación Secundaria, Efectividad Instruccional.



Abstract

This article develops a systematic review with the aim of analyzing the impact of the use of digital technologies in the teaching of mathematics and physics subjects in high school students. To this end, the PRISMA method was applied, which made it possible to identify, select and evaluate a total of 20 studies published between 2020 and 2025, extracted from recognized academic databases. The analysis was structured around three axes: the most used technologies, the pedagogical methodologies implemented, and the impact observed on the learning process. The results show that the most recurrent tools include interactive software such as GeoGebra, virtual simulators such as PhET, educational platforms and immersive technologies such as virtual and augmented reality, which are linked to active methodological approaches such as the flipped classroom, project-based learning and hybrid teaching. There is evidence of a generalized improvement in academic performance, conceptual comprehension and motivation of students. However, limitations such as lack of access to technological resources and poor teacher training are also identified. In conclusion, digital technologies enhance learning when their use is integrated into reflective and contextualized pedagogical practices.

Keywords: Educational Technology, Mathematics Teaching, Physics Education, Secondary School Students, Instructional Effectiveness.



Introducción

Durante las últimas décadas, el desarrollo de las tecnologías digitales ha generado transformaciones significativas en diversos ámbitos, y la educación no ha sido la excepción. En especial, el nivel de bachillerato se ha visto influenciado por la creciente incorporación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje, lo que ha llevado a una reconfiguración profunda de las metodologías tradicionales. Dicha transformación ha sido impulsada, en gran parte, por la expansión de dispositivos móviles, plataformas educativas y recursos digitales que permiten a los estudiantes acceder a materiales y contenidos en cualquier momento y lugar (Fernandez et al., 2024). La llegada de teléfonos inteligentes y tabletas ha facilitado este acceso, permitiendo a los alumnos contar con herramientas de estudio a su propio ritmo y según sus necesidades individuales (Velásquez & Lesmes, 2024).

El impacto de estas tecnologías ha sido especialmente relevante en asignaturas como matemáticas y física, que históricamente han representado grandes desafíos tanto para estudiantes como para docentes., de forma que, aunque, estas disciplinas, comúnmente percibidas como difíciles o abstractas, han comenzado a beneficiarse de nuevas estrategias pedagógicas apoyadas en herramientas digitales. Los simuladores virtuales, software matemático, aplicaciones móviles, realidad aumentada y realidad virtual permiten representar conceptos de manera visual, interactiva e inmersiva, lo cual favorece la comprensión conceptual y la motivación estudiantil (Monroy, 2024; Moya, 2023; Carreño & Rodríguez, 2025). En este sentido, las herramientas como GeoGebra o Desmos permiten visualizar funciones, geometría y vectores, mientras que simuladores como PhET o laboratorios virtuales facilitan la experimentación física en entornos seguros y accesibles (Rosales et al., 2023).

A nivel institucional, la integración de estas tecnologías ha comenzado a permear en todos los niveles educativos mediante el uso de plataformas, aplicaciones, pizarras digitales, videojuegos educativos y otras herramientas. Según Cenich et al. (2020), las herramientas digitales están cada vez más presentes en las formas actuales de aprendizaje. Arabit et al. (2021) proponen una clasificación que agrupa tecnologías avanzadas según su naturaleza:

Tabla 1*Clasificación de las tecnologías avanzadas*

Categoría	Tecnologías
Nueva realidad	Realidad mixta/extendida, Realidad aumentada, Realidad virtual, Mundos virtuales
Computación	Robótica, Pensamiento computacional, Inteligencia artificial
Datos	Analíticas de aprendizaje, Procesamiento del lenguaje natural, Blockchain, Big data
Conectividad	Internet de las cosas, 5G, Computación en la nube, Industria conectada, Domótica
Herramientas	Plataformas, Apps, Robots, Dispositivos de comunicación hombre-máquina, Videojuegos

Nota: La tabla fue tomada de “Uso de tecnologías avanzadas para la educación científica” por (Arabit et al., 2021).

Desde el plano teórico, el concepto mismo de tecnología en la educación ha evolucionado. Clark et al. (2020) argumentan que ya no puede entenderse únicamente como hardware o software, sino como una herramienta semiótica que actúa como mediadora del conocimiento. En este marco, el Enfoque Documentacional de la Didáctica propuesto por Gueudet y Trouche en 2009, junto con el modelo instrumental de Rabardel y Bourmaud de 2003, destaca cómo los docentes transforman materiales tecnológicos y curriculares en documentos pedagógicos mediante un proceso reflexivo y situado. Así, la tecnología modifica no solo lo que se enseña, sino también cómo se enseña, cómo se aprende y cómo se construye significado en el aula.

Diversos estudios empíricos respaldan el impacto positivo de estas herramientas en el rendimiento académico y la actitud hacia las asignaturas. Por ejemplo, Hernández et al. (2021) evidencian que el uso de GeoGebra en matemáticas incrementa la comprensión visual y mejora el desempeño estudiantil. En física, Trujillo et al. (2023) señalan que el uso de simuladores virtuales fortalece la competencia de indagación científica y genera una actitud más positiva hacia el aprendizaje. Además, el enfoque STEM y el aprendizaje basado en proyectos han demostrado ser efectivos cuando se apoyan en plataformas digitales y recursos interactivos (Fonseca & Simbaña, 2022).

No obstante, no todo son beneficios, dado que también se han identificado limitaciones importantes. Carreño & Rodríguez (2025) advierten que la realidad aumentada puede provocar sobrecarga cognitiva si no se implementa correctamente. A nivel institucional, muchos docentes



carecen de la formación tecnológica y pedagógica necesaria para aplicar estas herramientas de forma adecuada, lo que genera resistencia o uso superficial (Calero & Veramendi, 2023; Conde et al., 2024). Además, las brechas tecnológicas se mantienen como una de las principales barreras: no todos los estudiantes cuentan con acceso a dispositivos o a internet de calidad, lo que genera desigualdades en el aprendizaje, especialmente en zonas rurales o comunidades desfavorecidas (Lizano & Valencia, 2024).

En Ecuador, estas limitaciones se evidencian con mayor claridad. Según Chávez & Mestres (2023), el sistema educativo ha sufrido un deterioro en el área de ciencias experimentales, principalmente por la falta de laboratorios y recursos materiales, lo cual ha generado disparidades entre instituciones públicas y privadas. Machado et al. (2024) señalan que la escasez de dispositivos, la inestabilidad de las conexiones y la falta de capacitación docente son obstáculos persistentes para una integración tecnológica efectiva en el bachillerato, lo que a su vez limita el aprovechamiento académico, desmotiva al alumnado y refuerza la desigualdad educativa.

A pesar del sinnúmero creciente de investigaciones, aún persisten vacíos en la literatura académica sobre cómo se está aplicando, evaluando y adaptando el uso de tecnologías digitales específicamente en el bachillerato para las asignaturas de matemáticas y física. En muchos estudios se abordan experiencias individuales o herramientas aisladas, pero no se ha realizado una revisión sistemática reciente que identifique las tecnologías más utilizadas, las metodologías pedagógicas aplicadas y los efectos medibles en el aprendizaje. Por ello, se considera necesario generar un análisis que sistematice estos aspectos y contribuya al debate pedagógico y científico sobre la integración tecnológica.

Por lo tanto, el presente estudio parte de este vacío, y plantea como problema central la falta de sistematización en torno al impacto de las tecnologías digitales en la enseñanza de la matemática y la física en estudiantes de bachillerato. ¿Cuáles son las tecnologías más utilizadas? ¿Qué metodologías se están aplicando con su uso? ¿Qué efectos tienen sobre el aprendizaje, la motivación y el rendimiento de los estudiantes? Tales preguntas orientan el desarrollo de este artículo.

En este sentido, la presente investigación se justifica por su relevancia académica, pedagógica, social y tecnológica. Académicamente, permite consolidar el conocimiento disponible sobre el



uso de tecnologías en el ámbito educativo medio. Pedagógicamente, puede aportar con metodologías pedagógicas valiosas para docentes y directivos que buscan actualizar sus prácticas. Socialmente, contribuye a visibilizar la necesidad de cerrar la brecha digital y garantizar una educación inclusiva, y tecnológicamente, permite evaluar el potencial real de las herramientas emergentes en contextos educativos diversos.

A partir de este enfoque, el objetivo general del estudio es analizar de forma sistemática el impacto del uso de tecnologías digitales en la enseñanza de la matemática y la física en estudiantes de bachillerato. Como objetivos específicos, se plantean: identificar las principales tecnologías digitales utilizadas en la enseñanza de ambas asignaturas; analizar las metodologías pedagógicas que se desarrollan o adaptan a partir de su aplicación en el aula; y evaluar los efectos que estas generan en el rendimiento académico, la comprensión conceptual, la motivación y la participación activa de los estudiantes en el proceso educativo.

Metodología

La revisión sistemática se llevó a cabo bajo un enfoque cualitativo descriptivo, lo que facilitó la interpretación, organización y análisis crítico de la evidencia científica existente sobre cómo las tecnologías digitales afectan la enseñanza de matemáticas y física a estudiantes de nivel bachillerato. Para el procedimiento metodológico se consideró el método PRISMA (Elementos de Reporte Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis), el cual establece un esquema estructurado en cuatro etapas: identificación, selección, elegibilidad e inclusión.

Durante la etapa de identificación, se llevó a cabo una búsqueda detallada en bases de datos académicas destacadas como Scopus, ERIC, Google Académico, Scielo y Redalyc. Se realizaron combinaciones de palabras clave tales como "tecnologías digitales", "enseñanza de la matemática", "enseñanza de la física", "educación secundaria", "bachillerato", así como sus equivalentes en inglés, utilizando operadores booleanos como AND y OR. A continuación se presenta la ruta de búsqueda que se construyó a partir de estos criterios:

Tabla 1*Ruta de búsqueda de información científica*

Base de datos / Repositorio	Palabras clave y operadores booleanos utilizados
Scopus	"digital technologies" AND "mathematics teaching" OR "physics teaching" AND "secondary education"
ERIC	"digital learning" AND "STEM education" OR "high school science" AND "technology integration"
Google Académico	"tecnologías digitales" AND "enseñanza de la matemática" OR "enseñanza de la física" AND "bachillerato"
Scielo	"herramientas digitales" AND "educación secundaria" OR "enseñanza de ciencias" AND "nivel medio"
Redalyc	"enseñanza de la física" AND "tecnologías educativas" OR "educación media" AND "innovación pedagógica"

Posteriormente, en la etapa de selección, se eliminaron los registros duplicados y se revisaron los títulos y resúmenes de los artículos obtenidos para verificar su pertinencia con respecto al tema de estudio. Para esta etapa, se seleccionaron únicamente aquellos que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión:

- Investigaciones empíricas que exploren el uso de tecnologías digitales en la enseñanza de matemáticas y/o física.
- Estudios que tengan como sujetos a estudiantes de bachillerato (de 15 a 18 años).
- Artículos publicados en revistas científicas indexadas.
- Documentos en español o inglés.
- Investigaciones publicadas entre 2020 y 2025.

Los criterios de exclusión que se aplicaron fueron:

- Estudios teóricos sin evaluación del impacto educativo.
- Investigaciones que se centraron en otros niveles educativos (primaria o educación superior).
- Artículos duplicados, resúmenes sin acceso al texto completo o que no se relacionaban con el tema.

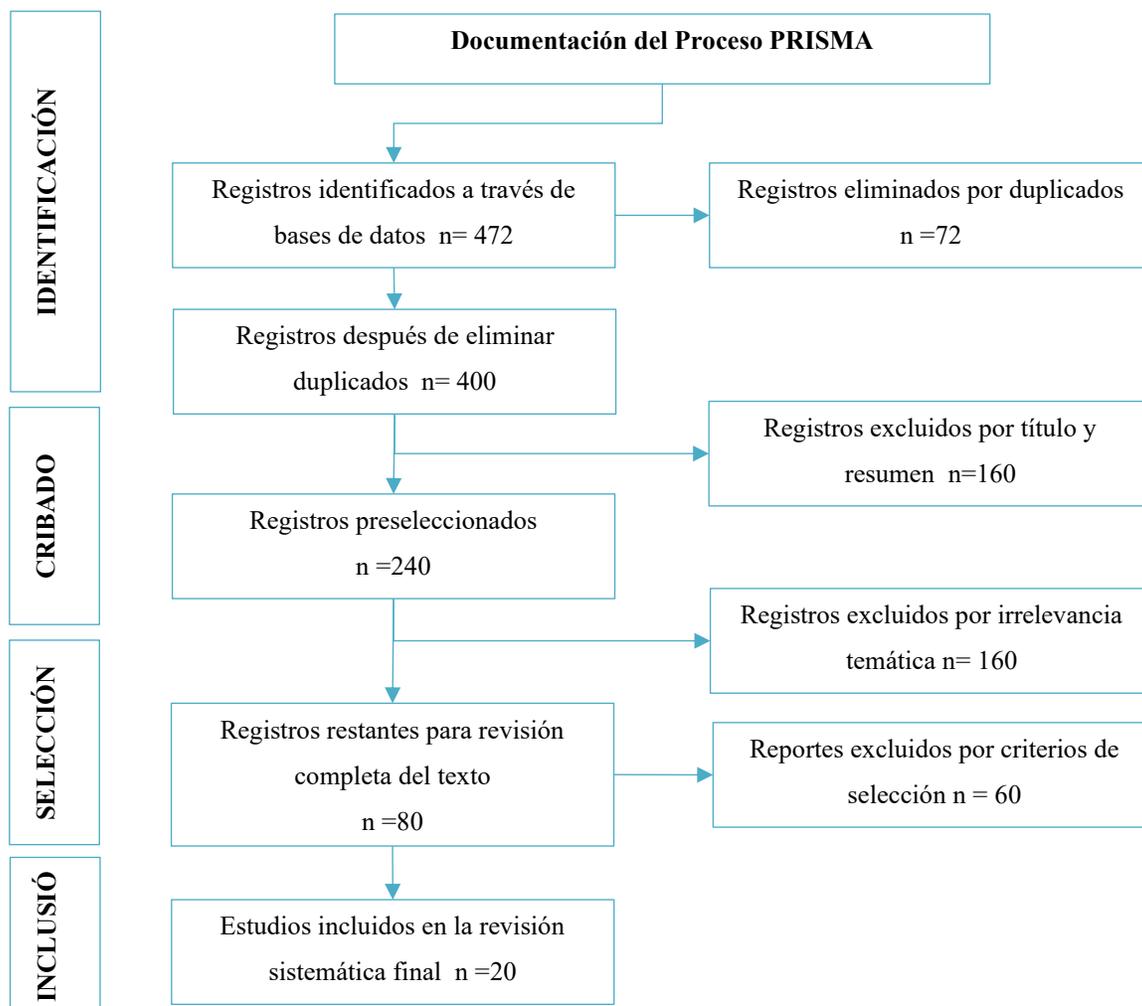


- Estudios distintos al idioma elegido o fuera del rango de publicación.

Durante la fase de elegibilidad, los artículos seleccionados fueron analizados en su totalidad para asegurar que cumplieran con todos los criterios previamente mencionados. Se prestó especial atención a si los artículos trataban de manera directa el impacto de las tecnologías digitales en el aprendizaje de contenido específico de matemáticas o física en el nivel de bachillerato. Aquellos estudios que no cumplieron estos requisitos fueron eliminados.

Finalmente, en la etapa de inclusión, se escogieron los estudios más relevantes, que fueron objeto de un análisis cualitativo en profundidad. En total, se incluyeron 20 artículos científicos, que proporcionaron información valiosa para identificar patrones, desafíos, ventajas y limitaciones en la utilización de tecnologías digitales en el contexto educativo analizado.

A continuación, se presenta la Figura 1, que resume el proceso metodológico seguido para la selección de los estudios, de acuerdo con el protocolo PRISMA.

Figura 1*Proceso de selección de los estudios*

Nota. El presente diagrama se basa en las directrices PRISMA 2020 e ilustra el proceso de identificación, selección, elegibilidad e inclusión de los estudios considerados en esta revisión sistemática.

Resultados

Los resultados obtenidos tras la revisión sistemática permitieron reunir y analizar 20 investigaciones empíricas y documentales que abordaron el uso de tecnologías digitales en la enseñanza de matemáticas y física en estudiantes de bachillerato. En consideración, esta sección organiza los tres objetivos específicos propuestos: primero, identificar las tecnologías utilizadas; segundo, describir las metodologías aplicadas en función de dichas tecnologías; y tercero, analizar el impacto evidenciado en el aprendizaje. Las tablas desarrolladas a

continuación resumen de manera clara y ordenada los hallazgos más relevantes de cada estudio considerado.

a. Tecnologías digitales empleadas en la enseñanza de la matemática y la física

A partir del análisis de los estudios incluidos en esta revisión, se identificaron diversas tecnologías digitales aplicadas en la enseñanza de la matemática y la física en el nivel de bachillerato. La siguiente tabla clasifica y resume las herramientas más frecuentes utilizadas en los contextos educativos observados.

Tabla 3

Tipos de tecnologías digitales identificadas en los estudios revisados

Nº	Autor / Año	País	Tipo de estudio	Asignatura	Tecnología digital utilizada
1	(Clark et al., 2020)	Francia	Cualitativo con revisión sistemática	Ambas	Libros electrónicos, GeoGebra, plataformas, redes docentes
2	(Weinhandl et al., 2021)	Austria	Estudio cualitativo con enfoque exploratorio-descriptivo	Matemáticas	GeoGebra, Moodle, MS Teams, OneNote, recursos interactivos en línea
3	(Hernández et al., 2021)	Cuba	Estudio mixto descriptivo	Matemáticas	GeoGebra, eXeLearning
4	(Conde et al., 2024)	Colombia	Estudio de caso cualitativo	Matemáticas	GeoGebra
5	Moya, Y. (2023)	Ecuador	Estudio aplicado / experimental	Matemáticas	Realidad virtual (VR), realidad aumentada (AR)
6	(Fonseca & Simbaña, 2022)	Ecuador	Investigación aplicada	Física	Plataformas digitales, simuladores, recursos audiovisuales



7	(Cenich et al., 2020)	Argentina	Estudio cualitativo	Matemáticas	Software (GeoGebra, calculadoras), pizarras digitales
8	(Trujillo et al., 2023)	Perú	Cuasi-experimental cuantitativo	Física	Simuladores PhET
9	(Machado et al., 2024)	Ecuador	Mixto (cuasi-experimental + cualitativo)	Matemáticas	GeoGebra, Khan Academy, Desmos
10	(Arabit et al., 2021)	España	Revisión documental de buenas prácticas	Ambas	Robótica, realidad virtual/aumentada, apps, videojuegos, IA
11	(Fernandez et al., 2024)	Perú	Revisión sistemática PRISMA	Matemáticas	Software educativo, apps móviles, gamificación, plataformas virtuales
12	(Monroy, 2024)	Colombia	Revisión sistemática	Matemáticas	Metaverso, RV/RA, apps móviles, IA, gamificación
13	(Calero & Veramendi, 2023)	Perú	Revisión sistemática (2020-2022)	Matemáticas	Herramientas interactivas, software educativo
14	(Vera & Valdés, 2022)	Ecuador	Revisión de literatura (30 fuentes)	Matemáticas	Software educativo, objetos interactivos (Khan Academy, Descartes JS)
15	(Velásquez & Lesmes, 2024)	Panamá	Estudio aplicado descriptivo	Matemáticas	Plataformas digitales, software, aulas virtuales
16	(Lizano & Valencia, 2024)	Ecuador	Revisión bibliográfica SCOPUS	Matemáticas	GeoGebra, Desmos, simuladores, Khan Academy, tools colaborativas

17	(Rosales et al., 2023)	Ecuador	Estudio cualitativo descriptivo (revisión bibliográfica)	Física	PhET, Physics Classroom, Virtual Physics Labs
18	(Chávez & Mestres, 2023)	Ecuador	Estudio descriptivo con enfoque cuantitativo	Física	Simuladores PhET
19	(Carreño & Rodríguez, 2025)	Ecuador	Revisión sistemática + análisis documental	Matemáticas	Realidad virtual inmersiva, entornos 3D, gamificación
20	(Cevikbas & Kaiser, 2020)	China/HK	Estudio cualitativo con revisión de literatura y análisis de caso	Matemáticas	Videos y plataformas educativas para aula invertida

Nota. Los datos presentados en esta tabla han sido extraídos de los estudios recopilados y analizados en el marco de una revisión sistemática.

b. Metodologías de enseñanza vinculadas al uso de tecnologías digitales

La incorporación de tecnologías digitales no solo ha implicado el uso de nuevas herramientas, sino también la transformación de las metodologías docentes. A continuación, se presenta una síntesis de las estrategias de enseñanza que emergen como respuesta al uso de estas tecnologías en el aula

Tabla 4

Estrategias metodológicas implementadas con apoyo digital

Nº	Autor / Año	País	Tipo de estudio	Asignatura	Estrategia metodológica aplicada
1	(Clark et al., 2020)	Francia	Cualitativo con revisión sistemática	Ambas	Comunidades virtuales, plataformas digitales, entornos interactivos

2	(Cevikbas & Kaiser, 2020)	China / Hong Kong	Revisión y estudio de caso	Matemáticas	Aula invertida con plataformas educativas
3	(Weinhandl et al., 2021)	Austria	Cualitativo exploratorio-descriptivo	Matemáticas	Blended learning, trabajo autónomo, resolución de problemas
4	(Hernández et al., 2021)	Cuba	Estudio mixto descriptivo	Matemáticas	Actividades interactivas, enseñanza reflexiva y colaborativa
5	(Conde et al., 2024)	Colombia	Estudio de caso cualitativo	Matemáticas	Modelación dinámica, exploración visual
6	(Moya, 2023)	Ecuador	Estudio aplicado / experimental	Matemáticas	Aprendizaje inmersivo, constructivismo visual y kinestésico
7	(Fonseca & Simbaña, 2022)	Ecuador	Investigación aplicada	Física	Aprendizaje basado en proyectos, enfoque STEM
8	(Cenich et al., 2020)	Argentina	Cualitativo	Matemáticas	Modelo TPACK, planificación digital
9	(Trujillo et al., 2023)	Perú	Cuasi-experimental cuantitativo	Física	Simulaciones por fases, aprendizaje participativo
10	(Machado et al., 2024)	Ecuador	Mixto (cuasi-experimental + cualitativo)	Matemáticas	Enseñanza híbrida (presencial + digital), observación y comparación pre-post
11	(Arabit et al., 2021)	España	Revisión documental	Ciencias	Metodologías activas STEM, laboratorios virtuales, proyectos colaborativos
12	(Fernandez et al., 2024)	Perú	Revisión sistemática PRISMA	Matemáticas	Aprendizaje modular, gamificación, apps móviles

13	(Monroy, 2024)	Colombia (*)	Revisión sistemática	Matemáticas	Feedback digital, colaboración, gamificación, RA/RV, IA
14	(Calero & Veramendi, 2023)	Perú	Revisión sistemática	Matemáticas	Clases interactivas, planificación pedagógica y constructivista
15	(Vera & Valdés, 2022)	Ecuador	Revisión de literatura	Matemáticas	Planificación curricular, competencias digitales, enfoque sociocultural
16	(Velásquez & Lesmes, 2024)	Panamá	Estudio aplicado descriptivo	Matemáticas	Actividades personalizadas y prácticas interactivas
17	(Lizano & Valencia, 2024)	Ecuador	Revisión bibliográfica SCOPUS	Matemáticas	Aprendizaje profundo, autogestionado y colaborativo
18	(Rosales et al., 2023)	Ecuador	Cualitativo descriptivo	Física	Aprendizaje autónomo y significativo con simuladores
19	(Chávez & Mestres, 2023)	Ecuador	Cuantitativo descriptivo	Física	Talleres en tres fases, complejidad progresiva
20	(Carreño & Rodríguez, 2025)	Ecuador	Revisión sistemática + documental	Matemáticas	Aprendizaje colaborativo en VR, gamificación, esquemas cognitivos manipulativos

Nota. Los datos presentados en esta tabla han sido extraídos de los estudios recopilados y analizados en el marco de una revisión sistemática.

c. Impacto del uso de tecnologías digitales en el aprendizaje de los estudiantes

Finalmente, se analizó el efecto que tiene el uso de tecnologías digitales sobre el aprendizaje de los estudiantes. La siguiente tabla detalla los principales hallazgos reportados en cuanto al rendimiento académico, la comprensión conceptual y la motivación estudiantil.

Tabla 5

Impacto de las tecnologías digitales en el rendimiento, la comprensión y la motivación



Nº	Autor / Año	País	Tipo de estudio	Asignatura	Impacto reportado
1	(Clark et al., 2020)	Francia	Revisión sistemática	Ambas	Mejora en colaboración, representación matemática y gestión docente
2	(Weinhandl et al., 2021)	Austria	Cualitativo exploratorio-descriptivo	Matemáticas	Mejora en geometría y álgebra; motivación y comprensión interactiva
3	(Hernández et al., 2021)	Cuba	Mixto descriptivo	Matemáticas	Incremento de rendimiento (+1 punto), mayor visualización y motivación
4	(Conde et al., 2024)	Colombia	Estudio de caso cualitativo	Matemáticas	Mayor comprensión geométrica, interés y participación
5	(Moya, 2023)	Ecuador	Experimental	Matemáticas	Mejora conceptual significativa, mayor retención y motivación
6	(Fonseca & Simbaña, 2022)	Ecuador	Investigación aplicada	Física	Aumento en habilidades científicas, pensamiento crítico y compromiso
7	(Cenich et al., 2020)	Argentina	Cualitativo	Matemáticas	Mayor autonomía y comprensión conceptual; desarrollo profesional docente
8	(Trujillo et al., 2023)	Perú	Cuasi-experimental	Física	Mejora significativa ($p < 0.05$) en competencias de indagación y motivación
9	(Machado et al., 2024)	Ecuador	Mixto	Matemáticas	Aumento en promedio de 6.8 a 8.2;



					participación activa y mayor motivación
10	(Arabit et al., 2021)	España	Revisión documental	Ciencias	Incremento en motivación, alfabetización científica y resultados académicos
11	(Fernandez et al., 2024)	Perú	Revisión sistemática	Matemáticas	Mejora en comprensión y rendimiento; se identifican barreras de acceso y formación docente
12	(Monroy, 2024)	Colombia (*)	Revisión sistemática	Matemáticas	Mayor motivación y comprensión con RA/RV/IA; necesita más evidencia empírica
13	(Calero & Veramendi, 2023)	Perú	Revisión sistemática	Matemáticas	Impacto positivo en motivación y creatividad; obstáculo: resistencia docente y brecha digital
14	(Vera & Valdés, 2022)	Ecuador	Revisión de literatura	Matemáticas	75 % de docentes reportaron mejora; aprendizaje significativo y colaborativo
15	(Velásquez & Lesmes, 2024)	Panamá	Aplicado descriptivo	Matemáticas	Personalización del aprendizaje, mejora en desempeño y motivación
16	(Lizano & Valencia, 2024)	Ecuador	Revisión bibliográfica	Matemáticas	Mejor comprensión de conceptos abstractos, mayor confianza y colaboración
17	(Rosales et al., 2023)	Ecuador	Cualitativo descriptivo	Física	Comprensión manipulativa, incremento en

					motivación y compromiso
18	(Chávez & Mestres, 2023)	Ecuador	Descriptivo cuantitativo	Física	Mejor actitud, comprensión y rendimiento en física
19	(Carreño & Rodríguez, 2025)	Ecuador	Revisión sistemática + documental	Matemáticas	Incremento en razonamiento crítico, retención de conocimiento y trabajo en equipo
20	(Cevikbas & Kaiser, 2020)	China / Hong Kong	Estudio de caso + revisión	Matemáticas	Participación activa, mejor comprensión, promoción del aprendizaje autónomo

Nota. Los datos presentados en esta tabla han sido extraídos de los estudios recopilados y analizados en el marco de una revisión sistemática.

Discusión

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que las tecnologías digitales aplicadas a la enseñanza de matemáticas y física en el nivel de bachillerato presentan una tendencia común en el uso de plataformas interactivas, simuladores y software educativo. Por ejemplo, el estudio de Hernández et al. (2021) resalta el empleo de GeoGebra como una herramienta clave para el desarrollo de habilidades matemáticas, lo cual se encuentra en línea con lo señalado por Weinhandl et al. (2021), quienes también destacan este software por facilitar la comprensión en geometría y álgebra mediante visualizaciones dinámicas.

No obstante, el estudio de Clark et al. (2020) va más allá al incluir una variedad de recursos como redes de docentes y libros electrónicos, lo que sugiere que la tecnología, cuando es diversificada y contextualizada, amplía las posibilidades de personalización del aprendizaje. En contraste, autores como Rosales et al. (2023) se centran específicamente en el uso de simuladores en física, dejando de lado otras herramientas, lo que puede limitar la comparación entre disciplinas.



En función de las metodologías aplicadas con el uso de tecnologías digitales, se aprecia que la mayoría de los estudios coinciden en la necesidad de incorporar estrategias activas que posicionen al estudiante en el centro del aprendizaje. Tal como lo plantea Cevikbas & Kaiser (2020), el modelo de aula invertida permitió que los alumnos se involucren más en la resolución de problemas al interior del aula, lo cual se ve reforzado por Machado et al. (2024), quienes aplicaron una metodología híbrida que combinó sesiones presenciales con recursos digitales, logrando aumentar significativamente el rendimiento estudiantil.

Dicho enfoque también es respaldado por Monroy (2024), quien menciona que la integración de realidad aumentada, gamificación e inteligencia artificial favorece la comprensión de contenidos complejos, aunque aclara que aún se necesita mayor evidencia empírica. Por otro lado, Fonseca & Simbaña (2022) argumentan que la metodología basada en proyectos con enfoque STEM mejora las competencias científicas en física, lo que podría complementarse con lo sugerido por Chávez & Mestres (2023), quienes destacan el valor de los simuladores como recurso para el aprendizaje experimental. Así, aunque los enfoques pueden variar, la mayoría de estudios coinciden en que el uso pedagógico de la tecnología requiere una planificación didáctica adecuada.

Respecto al impacto en el aprendizaje, se confirma una mejora sustancial tanto en el rendimiento académico como en la actitud hacia las asignaturas analizadas. Moya (2023) demostró que el uso de realidad virtual generó un cambio significativo en la comprensión de conceptos abstractos, lo cual se ve reforzado por Carreño & Rodríguez (2025), quienes documentan una mejora en el razonamiento crítico y la retención de conocimientos al usar entornos inmersivos.

En una línea similar, Machado et al. (2024) registran un incremento de 1.4 puntos en el promedio académico tras implementar aplicaciones como Desmos y Khan Academy. A pesar de estos avances, Calero & Veramendi (2023) advierten que muchos docentes aún no reciben capacitación suficiente y que existe una brecha tecnológica considerable que afecta la equidad educativa, situación que también señalan Fernandez et al. (2024), quienes identifican la falta de conectividad como un factor limitante para implementar con éxito estas herramientas en contextos rurales. Así, mientras algunos estudios destacan los beneficios, otros exponen las condiciones estructurales que dificultan su aprovechamiento pleno.



Conclusiones

En relación con el primer objetivo específico, se pudo observar que las tecnologías digitales más comunes en la enseñanza de matemáticas y física a nivel de bachillerato incluyen principalmente simuladores virtuales, el software GeoGebra, plataformas educativas como Khan Academy y Moodle, así como tecnologías más inmersivas como la realidad virtual y aumentada, las cuales fueron elegidas por la forma en que presentan los conceptos complejos de manera visual y por ofrecer experiencias interactivas que atraen a los estudiantes. La frecuencia con la que se mencionan en los estudios revisados indica que su uso en el aula no es fortuito, sino que responde a la necesidad real de modernizar la educación.

En lo que respecta al segundo objetivo, el análisis reveló que el uso de estas tecnologías está vinculado a metodologías activas y orientadas al estudiante. Se utilizan enfoques metodológicos como el modelo de aula invertida, el aprendizaje basado en proyectos, la exploración guiada y la enseñanza híbrida, entre otros. Tales estrategias promueven la autonomía, el trabajo en equipo y la capacidad de resolver problemas, superando así el enfoque tradicional. La evidencia sugiere que, más allá de la tecnología en sí, la manera en que se implementa es lo que realmente influye en los resultados del aprendizaje. Al respecto, varios autores coinciden en que estas metodologías son fundamentales para que las tecnologías digitales logren un verdadero impacto transformador en las aulas.

En cuanto al tercer objetivo, el impacto observado es en su mayoría favorable. Se notaron mejoras en el rendimiento académico, especialmente en áreas como geometría, álgebra y física básica; además, hubo un notable aumento en la motivación, la participación activa y la comprensión de conceptos. No obstante, también se identificaron problemas como el acceso limitado a dispositivos tecnológicos o la falta de formación entre los docentes, factores que afectan la efectividad de estas prácticas, lo que pone de manifiesto que, aunque el impacto de las tecnologías es positivo, su implementación todavía enfrenta obstáculos que deben ser superados para asegurar que los beneficios se extiendan a todos los estudiantes.

Finalmente, como conclusión general, el estudio sostiene que el uso de tecnologías digitales en la enseñanza de matemáticas y física para estudiantes de bachillerato tiene un efecto positivo cuando se combina con metodologías pedagógicas adecuadas. Está claro que, simplemente añadir herramientas digitales no es suficiente; es esencial que su utilización esté dirigida a



metas educativas claras, que los docentes tengan la formación necesaria y que las instituciones educativas dispongan de los recursos básicos para su aplicación. La revisión sistemática indica que estas tecnologías pueden favorecer el aprendizaje, pero también resalta que su efectividad depende en gran medida del contexto y de la planificación pedagógica que las respalda.

Referencias

- Arabit, J., García, P., & Prendes, P. (2021). Uso de tecnologías avanzadas para la educación científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 173-194. <https://doi.org/10.35362/rie8714591>
- Calero, J., & Veramendi, R. (2023). El uso de las Tic en las matemáticas. Una revisión sistemática de la literatura. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 13(26). <https://doi.org/10.23913/ride.v13i26.1512>
- Carreño, L., & Rodríguez, M. (2025). Realidad virtual para la optimización del aprendizaje de las matemáticas. *Revista G-ner@ndo*, 6(1), 233–254. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v6i1.404>
- Castellón, M., & Herrera, C. (2025). Beneficios y desafíos del uso de simuladores interactivos en la enseñanza de la Física. *Vida Científica Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 4*, 13(26), 1–13. <https://doi.org/10.29057/prepa4.v13i26.14436>
- Cenich, G., Araujo, S., & Santos, G. (2020). Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido en la enseñanza de matemática en el ciclo superior de la escuela secundaria. *Perfiles educativos*, 42(167). <https://doi.org/10.22201/iissue.24486167e.2019.167.59276>
- Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2020). Flipped classroom as a reform-oriented approach to teaching mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 52, 1291–1305 . <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01191-5>
- Chávez, J., & Mestres, U. (2023). Simuladores Phet: como herramienta didáctica para la enseñanza y aprendizaje . *Polo del conocimiento*, 8(11), 1303-1322 . <https://doi.org/10.23857/pc.v8i11.6337>
- Clark, A., Robutti, O., & Thomas, M. (2020). Enseñanza con tecnología digital. *Educación Matemática ZDM*, 52, 1223-1242. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01196-0>



- Conde, R., Camacho, L., & Samper, A. (2024). El Estudio de Propiedades Geométricas de Poliedros Regulares: Una Propuesta Mediada con Tecnología Digital. *Eco matemático*, 12(2), 71-86. <https://doi.org/10.22463/17948231.3234>
- Fernandez, F., Tejada, R., Galiano, C., & Ccahua, E. (2024). Uso de tecnologías en matemática y su impacto en la enseñanza. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12341
- Fonseca, A., & Simbaña, V. (2022). Enfoque STEM y aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la física en educación secundaria. *Revista Digital Novasinergia*, 5(2). <https://doi.org/10.37135/ns.01.10.06>
- Hernández, C., Arteaga, E., & Sol, J. (2021). Utilización de los materiales didácticos digitales con el geogebra en la enseñanza de la matemática. *Conrado*, 17(79). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442021000200007&lng=es&tlng=es.
- Lizano, J., & Valencia, E. (2024). Efectividad de herramientas digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. *Revista Social Fronteriza*, 4(6). [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(6\)e552](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(6)e552)
- Machado, H., Sagnay, E., Vera, D., & Sornoza, D. (2024). Integración Efectiva de Aplicaciones Informáticas para Potenciar el Aprendizaje de las Matemáticas en Bachillerato. *Revista Sinapsis*, 25(2). <https://doi.org/10.37117/s.v25i2.1108>
- Monroy, J. (2024). El uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas: una revisión sistemática. *Estudios de investigación*(28), 115-140. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18987>
- Moya, Y. (2023). Uso de Realidad Virtual y Aumentada para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas. *Kosmos*, 2(1). <https://doi.org/10.62943/rck.v2n1.2023.42>
- Rosales, A., Cuenca, K., Morocho, H., & Tapia, S. (2023). El uso de simuladores en línea para la enseñanza de la física: una herramienta educativa efectiva. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6291
- Sinclair, N., & Robutti, O. (2020). Teaching Practices in Digital Environments. *Encyclopedia of Mathematics Education. Springer, Cham.*, 1, 845–849. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_153
- Trujillo, W., Curo, L., Paredes, L., & Carbajal, K. (2023). Eficiencia de los simuladores virtuales en la competencia de indagación para el aprendizaje de física elemental. *Telos*:



Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 25(2), 459-476.
<https://doi.org/10.36390/telos252.15>

Velásquez, D., & Lesmes, L. (2024). Herramientas digitales en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 6834-6853. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14103

Vera, R., & Valdés, P. (2022). Uso de recursos tecnológicos en la enseñanza de las matemáticas. *Journal TechInnovation*, 1(1), 29-45. <https://doi.org/10.47230/Journal.TechInnovation.v1.n1.2022.29-45>

Weinhandl, R., Houghton, T., Lindenbauer, E., Mayerhofer, M., Lavicza, Z., & Hohenwarter, M. (2021). Integrating Technologies Into Teaching and Learning Mathematics at the Beginning of Secondary Education in Austria. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(12), em2057. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11427>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.