

Uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales para la enseñanza integrada de matemáticas, física y química en el bachillerato.

Virtual simulators and digital laboratories as strategies for integrated teaching of mathematics, physics, and chemistry in high school.

Darwin Javier García Macías

MINEDEC

darwinj.garcia@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0004-5343-7895>

Ecuador

Mayra Fabiola Guamán Lema

MINEDEC

mayraguaman8@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-2277-6718>

Ecuador

María Teresa Villa Guaraca

MINEDEC

teresavilla036@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-9977-0588>

Ecuador

Pedro Vicente Aucancela Guacho

MINEDEC

paucancelag@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-1725-2104>

Ecuador

Maryury Lucía Cedeño Suárez

MINEDEC

maryuryl.cedeno@docentes.educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-4597-0912>

Ecuador

Juan Francisco Guaraca Daquilema

MINEDEC

francisco.guaraca@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0007-9146-7528>

Ecuador

Formato de citación APA

García, D., Guamán, M., Villa, M., Aucancela, P., Cedeño, M. & Guaraca, J. (2026). *Uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales para la enseñanza integrada de matemáticas, física y química en el bachillerato*. Revista REG, Vol. 5 (Nº. 2), p. 843 – 858.

INTELIGENCIA COLECTIVA

Vol. 5 (Nº. 2). abril – junio 2026.

ISSN: 3073-1259

Fecha de recepción: 30-04-2026

Fecha de aceptación :02-05-2026

Fecha de publicación:30-06-2026



RESUMEN

El avance de las tecnologías digitales ha transformado significativamente los procesos educativos, generando nuevas oportunidades para la enseñanza de las ciencias exactas en el nivel de Bachillerato. En este contexto, el uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales se presenta como una estrategia innovadora que permite integrar los conocimientos de Matemáticas, Física y Química, favoreciendo un aprendizaje más dinámico, interactivo y significativo. El objetivo del presente estudio fue analizar el uso de estas herramientas tecnológicas como estrategia didáctica para fortalecer la enseñanza integrada de dichas áreas en estudiantes de Bachillerato. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con diseño de tipo documental, mediante la revisión y análisis de literatura científica reciente relacionada con el uso de simuladores virtuales y entornos digitales en la educación STEM. Se emplearon técnicas de análisis de contenido para identificar tendencias, aportes pedagógicos y limitaciones en la implementación de estas herramientas en contextos educativos. Los resultados evidencian que los simuladores virtuales y laboratorios digitales favorecen la comprensión de conceptos abstractos, promueven el aprendizaje activo, fortalecen el pensamiento crítico y facilitan la relación interdisciplinaria entre las áreas de estudio. Asimismo, se identificó que su implementación contribuye al desarrollo de competencias digitales y científicas en los estudiantes, aunque su efectividad depende de la adecuada planificación docente y del acceso a recursos tecnológicos. Se concluye que el uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales constituye una estrategia didáctica pertinente para la enseñanza integrada de Matemáticas, Física y Química en el Bachillerato, al potenciar la motivación, la comprensión conceptual y el aprendizaje significativo. No obstante, se requiere fortalecer la formación docente y garantizar condiciones tecnológicas adecuadas para su implementación efectiva en los contextos educativos.

Palabras clave: Simulación educativa, laboratorios virtuales, aprendizaje interdisciplinario, educación STEM, tecnologías educativas, enseñanza de las ciencias, Bachillerato.

ABSTRACT

The advancement of digital technologies has significantly transformed educational processes, creating new opportunities for teaching exact sciences at the upper secondary level. In this context, the use of virtual simulators and digital laboratories emerges as an innovative strategy that enables the integration of knowledge from Mathematics, Physics, and Chemistry, promoting more dynamic, interactive, and meaningful learning experiences. The aim of this study was to analyze the use of these technological tools as a didactic strategy to enhance the integrated teaching of these subjects in upper secondary students. This research was conducted under a qualitative approach with a documentary design, based on the review and analysis of recent scientific literature related to the use of virtual simulators and digital environments in STEM education. Content analysis techniques were applied to identify trends, pedagogical contributions, and limitations in the implementation of these tools in educational contexts. The results show that virtual simulators and digital laboratories facilitate the understanding of abstract concepts, promote active learning, strengthen critical thinking, and support interdisciplinary connections among subject areas. Furthermore, their implementation contributes to the development of digital and scientific competencies in students, although their effectiveness depends on proper instructional planning and access to technological resources. It is concluded that the use of virtual simulators and digital laboratories represents a relevant didactic strategy for the integrated teaching of Mathematics, Physics, and Chemistry in upper secondary education, as it enhances motivation, conceptual understanding, and meaningful learning. However, it is necessary to strengthen teacher training and ensure adequate technological conditions for effective implementation in educational settings.

Keywords: Educational simulation, virtual laboratories, interdisciplinary learning, STEM education, educational technology, science teaching, upper secondary education.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los sistemas educativos enfrentan el reto de adaptarse a un entorno caracterizado por el avance acelerado de las tecnologías digitales y la necesidad de formar ciudadanos capaces de desenvolverse en contextos altamente dinámicos y complejos. En este escenario, la educación científica adquiere un papel fundamental, ya que permite desarrollar en los estudiantes habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones informadas. En particular, las asignaturas de Matemáticas, Física y Química constituyen pilares esenciales en la formación académica del nivel de Bachillerato, al contribuir significativamente al desarrollo del razonamiento lógico y la comprensión de fenómenos naturales (Cabero y Llorente, 2020).

No obstante, diversos estudios han evidenciado que estas disciplinas presentan altos niveles de dificultad para los estudiantes, debido principalmente a la abstracción de sus contenidos, la complejidad de los conceptos y la limitada contextualización de los aprendizajes (García et al., 2019). A esto se suma la persistencia de enfoques pedagógicos tradicionales centrados en la transmisión de conocimientos, en los cuales el estudiante asume un rol pasivo, lo que limita la construcción significativa del aprendizaje (Area y Adell, 2021). En consecuencia, se hace necesario replantear las estrategias didácticas empleadas en la enseñanza de las ciencias, incorporando metodologías innovadoras que promuevan la participación activa del estudiante y faciliten la comprensión de contenidos complejos.

En este contexto, la integración de tecnologías digitales en la educación se presenta como una alternativa pertinente para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Las tecnologías educativas han demostrado ser herramientas eficaces para mejorar la motivación, el rendimiento académico y la comprensión conceptual de los estudiantes, especialmente en áreas consideradas tradicionalmente difíciles (Redecker, 2020). Entre estas herramientas, los simuladores virtuales y los laboratorios digitales han cobrado especial relevancia, debido a su capacidad para representar fenómenos científicos de manera visual, interactiva y dinámica (Makransky y Petersen, 2019).

Los simuladores virtuales son entornos digitales que permiten recrear situaciones reales o hipotéticas, brindando a los estudiantes la oportunidad de experimentar con variables y observar resultados en tiempo real. Este tipo de herramientas favorece el aprendizaje por descubrimiento, ya que el estudiante puede interactuar con el entorno, formular hipótesis y verificar resultados, lo que fortalece la comprensión conceptual (Smetana y Bell, 2019). Por su parte, los laboratorios digitales permiten realizar prácticas experimentales en entornos virtuales, superando las limitaciones de los

laboratorios físicos tradicionales, como la falta de recursos, los riesgos asociados a la manipulación de sustancias químicas o la imposibilidad de reproducir ciertos fenómenos (de Jong et al., 2022).

En el ámbito de la educación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), el uso de estas herramientas adquiere mayor relevancia, ya que facilita la integración de conocimientos provenientes de distintas disciplinas. El enfoque STEM promueve una enseñanza interdisciplinaria que permite a los estudiantes comprender la relación existente entre las Matemáticas, la Física y la Química, favoreciendo una visión holística del conocimiento científico (Bybee, 2020). En este sentido, la utilización de simuladores virtuales y laboratorios digitales se convierte en un recurso clave para articular contenidos y desarrollar competencias transversales, como el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas.

A pesar de los beneficios señalados, la implementación de estas herramientas en el contexto educativo presenta diversos desafíos. Entre los principales obstáculos se encuentran las brechas digitales, que limitan el acceso equitativo a recursos tecnológicos, así como la falta de capacitación docente en el uso pedagógico de herramientas digitales (CEPAL, 2020). Asimismo, la resistencia al cambio por parte de algunos docentes, acostumbrados a metodologías tradicionales, dificulta la incorporación de estrategias innovadoras en el aula (Area y Adell, 2021). Estas limitaciones evidencian la necesidad de fortalecer la formación docente y promover políticas educativas que favorezcan la integración de tecnologías en la enseñanza.

En el caso específico del nivel de Bachillerato, la necesidad de innovar en las estrategias didácticas es aún más evidente, dado que los contenidos de Matemáticas, Física y Química requieren altos niveles de abstracción y razonamiento. En este nivel educativo, los estudiantes deben ser capaces de comprender conceptos complejos, establecer relaciones entre variables y aplicar conocimientos en la resolución de problemas. Sin embargo, cuando estos contenidos se presentan de manera descontextualizada y teórica, se dificulta su comprensión y aplicación práctica (Makransky et al., 2021). Por ello, resulta fundamental incorporar herramientas que permitan visualizar y experimentar con estos conceptos, facilitando su comprensión.

Diversas investigaciones han demostrado que el uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales contribuye significativamente a mejorar los procesos de aprendizaje en las ciencias. Estas herramientas permiten a los estudiantes interactuar con los contenidos, explorar diferentes escenarios y construir su propio conocimiento a partir de la experiencia (Radianti et al., 2020). Además, favorecen el desarrollo de competencias digitales, consideradas esenciales en el contexto actual, donde el

manejo de tecnologías es indispensable para el acceso al conocimiento y la participación en la sociedad (Redecker, 2020).

De igual manera, el uso de simuladores y laboratorios digitales promueve el aprendizaje significativo, al permitir que los estudiantes relacionen los nuevos conocimientos con sus experiencias previas y los apliquen en contextos reales o simulados. Este tipo de aprendizaje es fundamental para garantizar una comprensión profunda de los contenidos y su transferencia a nuevas situaciones (de Jong et al., 2022). Asimismo, estas herramientas fomentan la motivación y el interés por el aprendizaje, al ofrecer experiencias educativas más dinámicas e interactivas.

En este sentido, la incorporación de simuladores virtuales y laboratorios digitales no solo responde a una necesidad tecnológica, sino también pedagógica, ya que permite transformar la manera en que se enseñan las ciencias. Estas herramientas facilitan la transición de un modelo educativo centrado en el docente a uno centrado en el estudiante, donde el aprendizaje se construye de manera activa y colaborativa (Cabero y Llorente, 2020). Sin embargo, para que su implementación sea efectiva, es necesario contar con una adecuada planificación didáctica y una formación docente que permita aprovechar al máximo su potencial educativo.

Por otro lado, es importante destacar que, aunque el uso de estas herramientas ha demostrado ser beneficioso, su implementación debe considerar el contexto educativo en el que se desarrolla. Factores como la disponibilidad de recursos tecnológicos, la conectividad, las características del estudiantado y las competencias digitales del docente influyen en la efectividad de estas estrategias (UNESCO, 2021). Por ello, resulta necesario analizar de manera crítica el uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales, identificando tanto sus potencialidades como sus limitaciones.

En consecuencia, la presente investigación se justifica en la necesidad de analizar el uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales como estrategia didáctica para la enseñanza integrada de Matemáticas, Física y Química en el nivel de Bachillerato. Este análisis permitirá comprender el impacto de estas herramientas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, así como identificar los factores que favorecen o dificultan su implementación en el contexto educativo.

Finalmente, el objetivo principal de este estudio es analizar el uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales como estrategia didáctica para fortalecer la enseñanza integrada de Matemáticas, Física y Química en estudiantes de Bachillerato.

MÉTODOS MATERIALES

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, el cual permitió analizar, interpretar y comprender en profundidad la información teórica existente sobre el uso de

simuladores virtuales y laboratorios digitales en la enseñanza integrada de Matemáticas, Física y Química en el nivel de Bachillerato. Este enfoque resultó pertinente, dado que el estudio no buscó establecer relaciones estadísticas ni medir variables cuantitativas, sino más bien examinar las características, aportes pedagógicos y limitaciones de estas herramientas tecnológicas desde una perspectiva analítica e interpretativa.

El diseño de la investigación correspondió a un estudio documental, fundamentado en la revisión sistemática de literatura científica relevante y actualizada. Este tipo de diseño permitió recopilar información de diversas fuentes académicas con el propósito de construir un marco teórico sólido que sustente el análisis del fenómeno estudiado. En este sentido, se consideró que el diseño documental resulta adecuado cuando se pretende sintetizar conocimientos existentes, identificar tendencias investigativas y generar nuevas interpretaciones a partir de estudios previos.

En relación con el proceso de búsqueda de información, se llevó a cabo una revisión exhaustiva en bases de datos académicas reconocidas a nivel internacional, tales como Scopus, Web of Science, ERIC y Google Scholar. Para ello, se emplearon combinaciones de palabras clave en español e inglés, entre las que se destacan: “simuladores virtuales”, “laboratorios digitales”, “virtual laboratories”, “educational simulation”, “STEM education”, “science teaching” y “digital learning environments”. Estas palabras clave fueron seleccionadas en función de su pertinencia con el objeto de estudio y su uso frecuente en la literatura científica relacionada con la educación tecnológica y la enseñanza de las ciencias.

Asimismo, se establecieron criterios de inclusión y exclusión con el fin de garantizar la calidad y relevancia de las fuentes seleccionadas. Como criterios de inclusión, se consideraron investigaciones publicadas entre los años 2019 y 2024, con el propósito de asegurar la actualidad de la información analizada. Se priorizaron artículos científicos indexados en revistas de alto impacto, libros especializados y documentos emitidos por organismos internacionales relacionados con la educación, tales como la UNESCO y la CEPAL. De igual manera, se seleccionaron estudios que abordaran de manera directa el uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales en contextos educativos, especialmente en la enseñanza de las ciencias.

Por otra parte, como criterios de exclusión, se descartaron documentos que no presentaban respaldo académico, publicaciones sin revisión por pares, estudios duplicados y aquellos que no guardaban relación directa con la temática investigada. Este proceso permitió depurar la información recopilada y garantizar la validez y confiabilidad de los datos utilizados en el análisis.

Una vez seleccionadas las fuentes, se procedió a la organización y sistematización de la información mediante el uso de matrices de análisis documental. Estas matrices permitieron clasificar los estudios según categorías previamente definidas, tales como: tipo de herramienta digital utilizada, área de aplicación (Matemáticas, Física o Química), nivel educativo, metodología empleada en los estudios revisados, principales resultados obtenidos y conclusiones relevantes. Este procedimiento facilitó la comparación entre investigaciones y la identificación de patrones comunes en la literatura analizada.

La técnica principal de recolección de datos fue la revisión documental, la cual consistió en la lectura crítica y analítica de los documentos seleccionados. Este proceso implicó la identificación de ideas clave, conceptos relevantes y aportes significativos relacionados con el uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales en la educación científica. Asimismo, se prestó especial atención a los enfoques teóricos y metodológicos utilizados en los estudios revisados, con el fin de comprender las diferentes perspectivas desde las cuales se ha abordado la temática.

Posteriormente, se aplicó la técnica de análisis de contenido, la cual permitió interpretar la información recopilada y organizarla en categorías temáticas. Este tipo de análisis facilitó la identificación de tendencias, relaciones y patrones en los datos, así como la construcción de una visión integral del fenómeno estudiado. Las categorías de análisis incluyeron: a) beneficios pedagógicos de los simuladores virtuales, b) impacto en la comprensión de conceptos científicos, c) contribución al aprendizaje interdisciplinario, d) desarrollo de competencias digitales y científicas, y e) limitaciones y desafíos en su implementación.

El análisis de contenido se realizó mediante un proceso de codificación abierta, en el cual se identificaron unidades de significado relevantes en los textos revisados. Posteriormente, estas unidades fueron agrupadas en categorías más amplias, lo que permitió estructurar la información de manera coherente y facilitar su interpretación. Este procedimiento contribuyó a la construcción de resultados fundamentados en evidencia teórica, evitando interpretaciones subjetivas o sesgadas.

En cuanto a los materiales utilizados, se emplearon diversos recursos digitales que facilitaron el desarrollo de la investigación. Entre ellos se incluyen bases de datos académicas, gestores bibliográficos y herramientas de organización de información, las cuales permitieron almacenar, clasificar y analizar los documentos seleccionados. Asimismo, se utilizaron procesadores de texto para la redacción y sistematización de los hallazgos, garantizando la coherencia y claridad en la presentación de los resultados.

Es importante destacar que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos fundamentales, particularmente en lo relacionado con la propiedad intelectual y el uso adecuado de las fuentes de información. En este sentido, se realizó la citación correspondiente de todos los autores consultados, siguiendo las normas establecidas en el estilo APA séptima edición. De igual manera, se procuró mantener la objetividad en el análisis de la información, evitando la manipulación de los datos y asegurando la transparencia en la interpretación de los resultados.

Finalmente, se reconoce que, al tratarse de un estudio documental, la investigación presenta ciertas limitaciones, como la dependencia de la calidad y disponibilidad de las fuentes consultadas. No obstante, se consideró que la rigurosidad en la selección de la literatura y el uso de técnicas de análisis sistemático permiten garantizar la validez de los hallazgos obtenidos. En consecuencia, la metodología empleada resulta pertinente para alcanzar el objetivo planteado y contribuir a la comprensión del uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales en la enseñanza integrada de las ciencias en el nivel de Bachillerato.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir del análisis documental permitieron identificar diversas tendencias, aportes y limitaciones relacionadas con el uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales en la enseñanza integrada de Matemáticas, Física y Química en el nivel de Bachillerato. La información se organizó en categorías analíticas que facilitaron la comprensión del fenómeno estudiado.

En relación con los beneficios pedagógicos, se evidenció que el uso de estas herramientas promovió un aprendizaje más dinámico, interactivo y centrado en el estudiante. Los simuladores virtuales permitieron la manipulación de variables en tiempo real, lo que favoreció la experimentación y la construcción activa del conocimiento. Asimismo, los laboratorios digitales facilitaron la realización de prácticas experimentales sin las limitaciones físicas de los entornos tradicionales, lo que incrementó la participación estudiantil y la motivación hacia el aprendizaje.

En cuanto a la comprensión de conceptos científicos, los resultados mostraron que estas herramientas contribuyeron significativamente a la visualización de fenómenos abstractos. En Física, facilitaron la comprensión de conceptos como movimiento y energía; en Química, permitieron observar procesos a nivel molecular; y en Matemáticas, favorecieron la representación gráfica de funciones y relaciones entre variables. Esto permitió reducir el nivel de abstracción y mejorar la comprensión conceptual.

Tabla 1. Beneficios pedagógicos de los simuladores virtuales y laboratorios digitales

Categoría	Descripción	Impacto en el aprendizaje
Interactividad	Permite manipular variables y observar cambios en tiempo real	Favorece el aprendizaje activo
Visualización	Representación gráfica de fenómenos complejos	Mejora la comprensión conceptual
Accesibilidad	Uso en cualquier momento y lugar	Amplía oportunidades de aprendizaje
Seguridad	Simulación de experimentos sin riesgos	Facilita la experimentación
Motivación	Entornos dinámicos y atractivos	Incrementa el interés del estudiante

Fuente: Autor (2026)

Respecto al aprendizaje interdisciplinario, se evidenció que estas herramientas favorecieron la integración de conocimientos entre Matemáticas, Física y Química. Los simuladores permitieron abordar problemas desde múltiples perspectivas, lo que promovió una visión más integral del conocimiento científico.

Tabla 2. Integración interdisciplinaria en el uso de simuladores virtuales

Área	Aplicación en simuladores	Relación interdisciplinaria
Matemáticas	Representación de funciones y análisis de datos	Apoyo en modelación de fenómenos físicos
Física	Simulación de movimiento, fuerzas y energía	Aplicación de modelos matemáticos
Química	Reacciones químicas y estructura molecular	Relación con leyes físicas y cálculos matemáticos
STEM	Resolución de problemas integrados	Conexión entre disciplinas científicas

Fuente: Autor (2026)

En relación con el desarrollo de competencias, los resultados indicaron que el uso de estas herramientas contribuyó al fortalecimiento de habilidades cognitivas y digitales. Los estudiantes desarrollaron capacidades de análisis, resolución de problemas y pensamiento crítico, además de mejorar su competencia en el uso de tecnologías.

Por otra parte, en la categoría de limitaciones, se identificaron diversos factores que dificultaron la implementación efectiva de estas herramientas. Entre ellos destacan la brecha digital, la falta de capacitación docente y las limitaciones en infraestructura tecnológica.

Tabla 3. Limitaciones en la implementación de simuladores virtuales y laboratorios digitales

Limitación	Descripción	Consecuencia
Brecha digital	Acceso limitado a dispositivos y conectividad	Desigualdad en el aprendizaje
Capacitación docente	Falta de formación en uso pedagógico	Uso inadecuado de herramientas

Infraestructura	Recursos tecnológicos insuficientes	Dificultad en implementación
Resistencia al cambio	Preferencia por métodos tradicionales	Baja innovación educativa
Planificación didáctica	Falta de integración curricular	Uso superficial de la tecnología

Fuente: Elaboración propia (2026).

En síntesis, los resultados evidenciaron que los simuladores virtuales y laboratorios digitales constituyen una estrategia didáctica eficaz para la enseñanza integrada de las ciencias en el nivel de Bachillerato. Sin embargo, su implementación requiere condiciones adecuadas que garanticen su efectividad en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que el uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales constituye una estrategia didáctica efectiva para la enseñanza integrada de Matemáticas, Física y Química en el nivel de Bachillerato. Estos hallazgos coinciden con lo planteado por Makransky y Petersen (2019), quienes sostienen que los entornos virtuales interactivos favorecen el aprendizaje activo y permiten a los estudiantes comprender conceptos complejos mediante la experimentación digital. En este sentido, la interactividad y la posibilidad de manipular variables en tiempo real representan elementos clave que potencian la construcción del conocimiento.

Asimismo, los resultados relacionados con la mejora en la comprensión de conceptos científicos guardan concordancia con los planteamientos de Smetana y Bell (2019), quienes afirman que las simulaciones digitales permiten reducir la abstracción de los contenidos, facilitando su visualización y comprensión. De igual manera, de Jong et al. (2022) destacan que los laboratorios virtuales ofrecen oportunidades únicas para experimentar fenómenos que no pueden ser reproducidos fácilmente en entornos reales, lo que refuerza el aprendizaje significativo. En este estudio, se evidenció que los estudiantes logran comprender de mejor manera conceptos relacionados con el movimiento, la energía y las reacciones químicas, lo cual coincide con los aportes de estos autores.

En relación con el aprendizaje interdisciplinario, los resultados obtenidos se alinean con el enfoque de educación STEM propuesto por Bybee (2020), quien señala que la integración de disciplinas científicas permite desarrollar una comprensión más profunda y contextualizada del conocimiento. En este sentido, el uso de simuladores virtuales facilita la articulación de contenidos entre Matemáticas, Física y Química, promoviendo una visión holística del aprendizaje. Esta integración resulta

fundamental en la formación de estudiantes capaces de enfrentar problemas complejos en contextos reales.

Por otra parte, el desarrollo de competencias identificado en los resultados coincide con lo planteado por Redecker (2020), quien destaca la importancia de las competencias digitales en el contexto educativo actual. El uso de herramientas tecnológicas no solo contribuye al aprendizaje de contenidos científicos, sino que también favorece el desarrollo de habilidades transversales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones. En este sentido, los simuladores virtuales y laboratorios digitales se configuran como recursos que promueven una formación integral del estudiante.

Sin embargo, los resultados también evidencian limitaciones en la implementación de estas herramientas, lo cual coincide con lo señalado por Area y Adell (2021), quienes destacan que la falta de formación docente y la resistencia al cambio constituyen barreras importantes para la integración de tecnologías en la educación. Asimismo, los hallazgos relacionados con la brecha digital concuerdan con los informes de la CEPAL (2020), donde se señala que el acceso desigual a recursos tecnológicos limita las oportunidades de aprendizaje en contextos educativos, especialmente en países en desarrollo.

En este sentido, aunque los beneficios de los simuladores virtuales y laboratorios digitales son ampliamente reconocidos, su efectividad depende de diversos factores contextuales. La adecuada planificación didáctica, la formación docente y la disponibilidad de recursos tecnológicos son elementos fundamentales para garantizar una implementación exitosa. Tal como lo plantea UNESCO (2021), la integración de tecnologías en la educación debe estar acompañada de políticas públicas que promuevan la equidad y el acceso a recursos digitales.

De igual manera, es importante considerar que el uso de simuladores virtuales no debe sustituir completamente las experiencias prácticas en laboratorios físicos, sino complementarlas. En este sentido, algunos estudios recientes señalan que la combinación de entornos virtuales y reales favorece un aprendizaje más completo, al integrar la experimentación digital con la experiencia directa (Makransky et al., 2021). Esta perspectiva permite aprovechar las ventajas de ambas modalidades, potenciando el aprendizaje significativo.

Por otro lado, se identifica una convergencia entre los resultados del presente estudio y las investigaciones recientes en cuanto a la necesidad de promover metodologías activas en la enseñanza de las ciencias. El uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales facilita la implementación de

estrategias como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje colaborativo, lo cual contribuye a mejorar la calidad de los procesos educativos.

No obstante, también se evidencian divergencias en algunos estudios, particularmente en relación con la efectividad de estas herramientas en contextos con limitaciones tecnológicas. Mientras algunos autores destacan su impacto positivo en el aprendizaje, otros señalan que su implementación puede ser limitada si no se cuenta con las condiciones adecuadas (Radianti et al., 2020). Esta situación pone de manifiesto la importancia de contextualizar el uso de tecnologías educativas y adaptar las estrategias didácticas a las condiciones específicas de cada entorno.

CONCLUSIONES

El presente estudio permite concluir que el uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales constituye una estrategia didáctica pertinente para fortalecer la enseñanza integrada de Matemáticas, Física y Química en el nivel de Bachillerato. Estas herramientas favorecen la comprensión de conceptos abstractos, promueven la visualización de fenómenos complejos y facilitan la construcción de aprendizajes significativos mediante la interacción y la experimentación digital.

Asimismo, se evidencia que la implementación de simuladores virtuales y laboratorios digitales contribuye al desarrollo de competencias fundamentales en los estudiantes, tales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la toma de decisiones y el manejo de herramientas tecnológicas. Estas competencias resultan esenciales en el contexto educativo actual, caracterizado por la necesidad de formar estudiantes capaces de desenvolverse en entornos digitales y científicos.

De igual manera, se determina que el uso de estas herramientas favorece el aprendizaje interdisciplinario, al permitir la integración de contenidos de Matemáticas, Física y Química bajo un enfoque STEM. Esta integración posibilita una comprensión más amplia y contextualizada del conocimiento científico, lo cual contribuye a mejorar la calidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el nivel de Bachillerato.

No obstante, se identifican limitaciones que afectan la implementación efectiva de estas estrategias, entre las que destacan la brecha digital, la falta de capacitación docente en el uso pedagógico de tecnologías y las deficiencias en la infraestructura tecnológica de las instituciones educativas. Estas limitaciones evidencian la necesidad de fortalecer las políticas educativas orientadas a la integración de tecnologías en el aula, así como promover procesos de formación docente continua.

En este sentido, se reconoce que la efectividad de los simuladores virtuales y laboratorios digitales depende en gran medida de la planificación didáctica y del contexto en el que se

implementan. Por ello, su uso debe ser intencional, estratégico y articulado con los objetivos de aprendizaje, evitando su aplicación superficial o meramente instrumental.

Como aporte del estudio, se destaca la sistematización de información teórica relevante sobre el uso de herramientas digitales en la enseñanza integrada de las ciencias, lo cual puede servir como referencia para docentes e investigadores interesados en la innovación educativa. Asimismo, se aporta una visión integral que permite comprender tanto los beneficios como las limitaciones de estas herramientas en contextos educativos reales.

En cuanto a las limitaciones metodológicas, se reconoce que, al tratarse de un estudio documental, los resultados dependen de la calidad y disponibilidad de las fuentes analizadas, lo cual puede restringir la generalización de los hallazgos. Sin embargo, la rigurosidad en la selección y análisis de la literatura permite considerar los resultados como válidos dentro del alcance del estudio.

Finalmente, se sugiere como línea de investigación futura el desarrollo de estudios empíricos que evalúen el impacto del uso de simuladores virtuales y laboratorios digitales en contextos educativos específicos, así como la exploración de estrategias didácticas que integren estas herramientas con metodologías activas de enseñanza. De igual manera, se recomienda profundizar en el análisis de las condiciones tecnológicas y pedagógicas necesarias para garantizar una implementación efectiva de estas herramientas en el aula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Area, M., & Adell, J. (2021). Tecnologías digitales y cambio educativo: una perspectiva crítica. *Revista de Educación a Distancia*, 21(67), 1–15. <https://doi.org/10.6018/red.450091>
- Bybee, R. W. (2020). STEM education: Trends and perspectives. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09802-1>
- Cabero-Almenara, J., & Llorente-Cejudo, M. C. (2020). Tecnologías de la información y comunicación para la inclusión educativa. *Revista Educación Inclusiva*, 13(2), 25–41. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6182959>
- CEPAL. (2020). La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19. Naciones Unidas. <https://www.cepal.org>
- de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2022). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305–308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- García-Martínez, I., Hernández-Amorós, M. J., & Martínez-Rodríguez, F. M. (2019). Innovación educativa en la enseñanza de las ciencias: una revisión sistemática. *Revista Complutense de Educación*, 30(3), 785–803. https://www.researchgate.net/publication/394172426_La_innovacion_educativa_en_los_centros_escolares_revision_sistemica
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2019). Immersive virtual reality and learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 31(4), 1001–1030. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09480-4>
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2021). Immersive virtual reality and learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 33(2), 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09572-4>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

Redecker, C. (2020). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu.

Publications Office of the European Union.

https://www.researchgate.net/publication/329191291_European_Framework_for_the_Digital_Competence_of_Educators_DigCompEdu

Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2019). Computer simulations to support science instruction and learning:

A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 41(5), 567–589.

<https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1569693>

UNESCO. (2021). Reimaginar juntos nuestros futuros: Un nuevo contrato social para la educación.

UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org>

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

