

Efectividad de la realidad virtual, aumentada y mixta en procesos de enseñanza-aprendizaje: Una revisión sistemática de la literatura
Effectiveness of virtual, augmented, and mixed reality in teaching-learning processes: A systematic literature review

Tito Rubén Barreiro Linzán¹

Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador
tito.barreiro@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7446-819X>

Mónica Daniela Barreiro Linzán²

Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador
monica.barreiro@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8904-9921>

Yasmina Lizetty Zambrano Loo³

Calceta, Ecuador
yasmi_zambranolor@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-3619-8649>

José Luis Moreano Terán⁴

Latacunga, Ecuador
luismoreano94@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-6142-971X>

Augusto Rodrigo Palacios Villacrés⁴

Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca. Guayaquil, Ecuador
apalacios@institutopesca.gob.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2450-0360>

Como citar:

Barreiro Linzán, T. R., Barreiro Linzán, M. D., Zambrano Loo, Y. L., Moreano Terán, J. L., & Palacios Villacrés, A. R. (2026). Efectividad de la realidad virtual, aumentada y mixta en procesos de enseñanza-aprendizaje: Una revisión sistemática de la literatura. *Revista Pulso Científico*, 4(2), 105–116.
<https://doi.org/10.70577/rps.v4i2.207>

Fecha de recepción: 2026-03-16

Fecha de aceptación: 2026-04-03

Fecha de publicación: 2026-05-28

RESUMEN

La presente revisión sistemática de literatura examina la efectividad de las tecnologías de Realidad Virtual (RV), Realidad Aumentada (RA) y Realidad Mixta (RM) en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Siguiendo las directrices PRISMA 2020, se analizaron 25 estudios empíricos y de revisión publicados entre 2020 y 2025, obtenidos de bases de datos como Scopus, Web of Science, IEEE Xplore y ScienceDirect. Los resultados indican de manera consistente que las tecnologías inmersivas producen efectos positivos significativos sobre los resultados de aprendizaje, la motivación académica, el compromiso estudiantil y el desarrollo del pensamiento de orden superior. La RV muestra el mayor impacto en habilidades prácticas y procedimentales ($g = 0.477$), la RA mejora significativamente actitudes y rendimiento académico, y la RM demuestra ventajas en resultados cognitivos ($d = 0.84$) y conductuales ($d = 0.40$) en contextos de formación profesional. A pesar de estos beneficios, persisten barreras como los altos costos de implementación, la insuficiente capacitación docente y la escasez de investigación longitudinal. Esta revisión aporta una base de evidencia sintetizada para orientar políticas de tecnología educativa y práctica pedagógica.

Palabras clave: Enseñanza-aprendizaje, revisión sistemática, resultados de aprendizaje, tecnología educativa, entornos inmersivos.

ABSTRACT

This systematic literature review examines the effectiveness of Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), and Mixed Reality (MR) technologies in teaching and learning processes. Following the PRISMA 2020 guidelines, 25 empirical and review studies published between 2020 and 2025 were analyzed, obtained from databases such as Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, and ScienceDirect. The results consistently indicate that immersive technologies produce significant positive effects on learning outcomes, academic motivation, student engagement, and the development of higher-order thinking. VR shows the greatest impact on practical and procedural skills ($g = 0.477$), AR significantly improves attitudes and academic performance, and MR demonstrates advantages in cognitive ($d = 0.84$) and behavioral ($d = 0.40$) outcomes in vocational training contexts. Despite these benefits, barriers persist, such as high implementation costs, insufficient teacher training, and a lack of longitudinal research. This review provides a synthesized evidence base to guide educational technology policies and pedagogical practice.

Keywords: Teaching and learning, systematic review, learning outcomes, educational technology, immersive environments.

INTRODUCCIÓN

El vertiginoso avance de las tecnologías digitales ha transformado los paradigmas educativos del siglo XXI, en este contexto, las tecnologías inmersivas han adquirido una relevancia significativa dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Entre las innovaciones más prometedoras se encuentran la Realidad Virtual (RV), la Realidad Aumentada (RA) y la Realidad Mixta (RM), las cuales han captado creciente atención por su capacidad para generar entornos de aprendizaje interactivos, inmersivos y contextualizados. Al respecto,

Zekeik et al. (2025) destacan que estas tecnologías favorecen experiencias educativas más dinámicas y centradas en el estudiante. De igual manera, Bödding et al. (2025) sostienen que la integración de entornos inmersivos contribuye al desarrollo de competencias cognitivas, conductuales y afectivas en diversos contextos formativos.

Por otra parte, la RV genera entornos completamente digitales en los que el usuario puede interactuar en tiempo real mediante dispositivos especializados de visualización. También, la RA permite superponer elementos virtuales sobre el entorno físico, enriqueciendo la experiencia perceptiva del estudiante. En contraste, la RM combina características de ambas tecnologías, facilitando la interacción simultánea entre objetos reales y virtuales. Según Balalle (2025), estas modalidades representan diferentes niveles de inmersión tecnológica dentro de los escenarios educativos. Del mismo modo, Chang et al. (2022) señalan que la convergencia de estas tecnologías conforma el denominado ecosistema de Realidad Extendida (XR), considerado una de las principales innovaciones educativas contemporáneas.

Además, estas tecnologías pueden generar mejoras sustanciales en los niveles de motivación, participación y rendimiento académico de los estudiantes. En este sentido, Huang et al. (2025) encontraron que la implementación de entornos de realidad mixta favorece significativamente la efectividad del aprendizaje. De manera complementaria, Radiani et al. (2020) concluyen que la realidad virtual inmersiva promueve una mayor comprensión conceptual y una participación activa de los estudiantes durante el proceso educativo.

Sin embargo, la evidencia científica no es completamente uniforme respecto a sus beneficios. Mientras algunos estudios reportan resultados positivos consistentes, otros identifican limitaciones relacionadas con aspectos metodológicos, tecnológicos y contextuales. Por ejemplo, Cao y Yu (2023) señalaron inicialmente efectos favorables sobre la motivación y el aprendizaje; no obstante, dicho estudio fue posteriormente retractado, por lo que sus resultados deben interpretarse con cautela. De esta forma, Sakr y Abdullah (2024) indican que la efectividad de estas tecnologías depende de múltiples factores, entre ellos el diseño instruccional, la accesibilidad tecnológica y las características de los estudiantes.

Posteriormente, la pandemia de COVID-19 aceleró considerablemente la incorporación de recursos digitales en los sistemas educativos a nivel mundial. Como consecuencia, se incrementó el interés por desarrollar plataformas de aprendizaje virtual apoyadas en tecnologías inmersivas. En concordancia con ello, Prieto (2025) destaca que los entornos colaborativos basados en RV, RA y RM experimentaron una expansión significativa durante y después de la emergencia sanitaria. De igual forma, Yang et al. (2024) evidencian que la utilización de realidad virtual contribuyó al fortalecimiento de habilidades prácticas en áreas científicas y de ingeniería durante los periodos de educación remota.

De manera paralela, este escenario impulsó un crecimiento sostenido de la producción científica relacionada con tecnologías inmersivas en educación. Según Tene et al. (2024), la integración de tecnologías inmersivas en la educación STEM ha experimentado una expansión notable en los últimos años. Desde el punto de vista de Samala et al. (2025) afirman que el interés académico por la realidad virtual y aumentada continúa aumentando debido a su potencial transformador en los procesos educativos.

No obstante, a pesar del crecimiento exponencial de la investigación, aún persisten importantes vacíos de conocimiento. En particular, la mayoría de los estudios se concentran en una sola tecnología y son escasas las investigaciones que comparan simultáneamente los efectos de la RV, la RA y la RM. En este sentido, Jiang et al. (2025) señalan la necesidad de realizar análisis integradores que permitan comprender mejor las ventajas y limitaciones de cada modalidad tecnológica. De igual manera, Stracke et al. (2025) destacan la importancia de desarrollar revisiones sistemáticas que sinteticen la evidencia disponible sobre resultados de aprendizaje, motivación y desarrollo de competencias de orden superior.

Ante esta problemática, la presente revisión sistemática de literatura busca responder las siguientes preguntas de investigación:

PI1. ¿Cuál es la efectividad de la RV, RA y RM en los resultados de aprendizaje de los estudiantes?

PI2. ¿Qué factores moderan la efectividad de estas tecnologías en contextos educativos?

PI3. ¿Cuáles son las principales barreras y oportunidades para la implementación de estas tecnologías en la educación?

De esta manera el objetivo general de este artículo es sintetizar la evidencia científica disponible sobre la efectividad de la RV, la RA y la RM en los procesos de enseñanza-aprendizaje, publicada entre 2020 y 2025, con la finalidad de aportar orientaciones teóricas y prácticas que sirvan de apoyo para investigadores, docentes y responsables de la toma de decisiones en el ámbito educativo.

Definiciones

El continuum de realidad extendida (XR) comprende un espectro que abarca desde el mundo completamente real hasta el completamente virtual. Aunque el modelo conceptual de «Reality-Virtuality Continuum» fue propuesto inicialmente por Milgram y Kishino (1994), investigaciones recientes continúan utilizándolo como referente teórico para comprender las tecnologías inmersivas. En este sentido, Villena et al. (2022) sostienen que dicho continuum permite diferenciar los distintos niveles de inmersión y presencia digital.

La Realidad Virtual crea entornos completamente simulados por computadora en los que el usuario experimenta una sensación de presencia e inmersión, aislado temporalmente del entorno físico mediante dispositivos especializados. Por su parte, la Realidad Aumentada superpone información digital sobre el entorno real, enriqueciendo la experiencia perceptiva sin reemplazar completamente la realidad. De manera complementaria, Balalle (2025) señala que estas tecnologías representan diferentes grados de interacción entre elementos físicos y virtuales. Del mismo modo, Stracke et al. (2025) explican que la Realidad Mixta integra objetos reales y virtuales que interactúan simultáneamente en tiempo real, generando experiencias más avanzadas de aprendizaje mediante dispositivos como Microsoft HoloLens o Magic Leap.

Fundamentos pedagógicos

La integración de estas tecnologías en los procesos educativos encuentra sustento en diversas teorías del aprendizaje que destacan el papel de la experiencia, la contextualización y la construcción activa del

conocimiento. Desde esta perspectiva, la teoría del aprendizaje experiencial de Kolb enfatiza la importancia de la experiencia concreta como base para la generación de nuevos conocimientos. En concordancia con este enfoque, Elme et al. (2022) evidencian que los entornos inmersivos favorecen la participación activa de los estudiantes y potencian los procesos de comprensión conceptual mediante experiencias interactivas.

Por otra parte, la teoría del aprendizaje situado plantea que el conocimiento se construye de manera más efectiva cuando se desarrolla en contextos auténticos y significativos. En este sentido, Prasetya et al. (2024) destacan que las experiencias de aprendizaje apoyadas en realidad aumentada incrementan la motivación y favorecen la contextualización de los contenidos académicos. Estos autores señalan que la combinación de elementos visuales, interactivos y contextuales fortalece los procesos cognitivos relacionados con la retención y transferencia del conocimiento.

Desde la perspectiva del aprendizaje encarnado (*embodied learning*), los entornos inmersivos permiten que el conocimiento se construya mediante la interacción corporal y la experimentación directa. Al respecto, Yang et al. (2024) concluyen que la realidad virtual contribuye significativamente al desarrollo de habilidades prácticas y procedimentales en áreas como la ingeniería y las ciencias aplicadas. De igual manera, Tene et al. (2024) sostienen que la integración de tecnologías inmersivas en la educación STEM favorece la comprensión de fenómenos complejos mediante experiencias prácticas difíciles de reproducir en entornos tradicionales.

Evolución histórica y estado actual

El interés académico por las tecnologías inmersivas en educación ha experimentado un crecimiento sostenido durante los últimos años. Particularmente, tras la pandemia de COVID-19, la necesidad de implementar modalidades educativas digitales impulsó la expansión de investigaciones relacionadas con la RV, la RA y la RM. En este contexto, Samala et al. (2025) afirman que el período posterior a 2020 marcó un punto de inflexión en la adopción y evaluación de tecnologías inmersivas dentro de los sistemas educativos a nivel mundial.

La producción científica registrada en bases de datos internacionales como *Scopus* y *Web of Science* evidencia una tendencia creciente en el número de publicaciones relacionadas con estas tecnologías. En concordancia con ello, Jiang et al. (2025) destacan que el incremento de investigaciones durante los últimos años refleja el interés de la comunidad científica por comprender los beneficios, desafíos y oportunidades de las tecnologías inmersivas en diferentes niveles educativos.

Por último, los principales campos de aplicación identificados en la literatura incluyen la educación médica, las disciplinas STEM, las ciencias sociales y la formación profesional. En este sentido, Radianti et al. (2020) señalan que la educación superior constituye uno de los ámbitos donde la realidad virtual ha mostrado mayores niveles de implementación y desarrollo. De manera similar, Prieto (2025) destaca que las experiencias colaborativas mediadas por realidad virtual, aumentada y mixta están adquiriendo una creciente relevancia en diversos contextos educativos debido a su capacidad para fortalecer el aprendizaje activo y la interacción social.

MATERIALES Y MÉTODOS

Protocolo de revisión

La presente revisión sistemática fue conducida siguiendo las directrices del protocolo PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), que establece estándares de transparencia y rigor para la selección, evaluación y síntesis de la evidencia científica.

Bases de datos y estrategia de búsqueda

Se realizaron búsquedas sistemáticas en seis bases de datos académicas internacionales: *Scopus*, *Web of Science (WoS)*, *IEEE Xplore*, *ScienceDirect*, *ERIC* y *ACM Digital Library*. Los términos de búsqueda empleados fueron combinaciones de: ("virtual reality" OR "augmented reality" OR "mixed reality" OR "extended reality" OR "immersive technology") AND ("education" OR "teaching" OR "learning" OR "instruction") AND ("effectiveness" OR "learning outcomes" OR "academic performance" OR "motivation").

Criterios de inclusión y exclusión

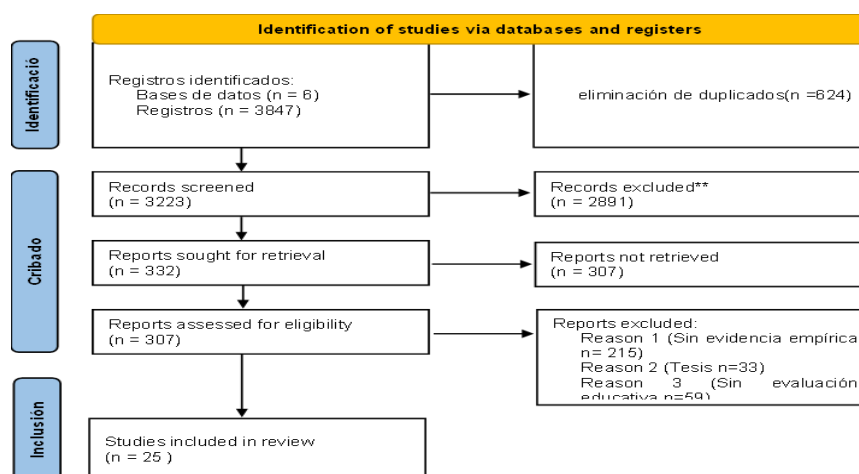
Criterios de inclusión: (1) estudios publicados entre enero de 2020 y abril de 2025; (2) escritos en español o inglés; (3) publicados en revistas arbitradas o actas de congresos indexados; (4) que aborden al menos una de las tres tecnologías (RV, RA, RM) en contextos educativos formales; (5) con acceso al texto completo. Criterios de exclusión: (1) estudios de opinión sin evidencia empírica; (2) tesis de grado o postgrado; (3) estudios centrados únicamente en desarrollo tecnológico sin evaluación educativa; (4) artículos duplicados.

Proceso de selección

La búsqueda inicial arrojó un total de 3.847 registros. Tras la eliminación de duplicados ($n = 624$), se procedió al cribado por título y resumen ($n = 3.223$), descartando 2.891 registros. Los 332 artículos restantes fueron sometidos a lectura de texto completo, de los cuales se seleccionaron finalmente 25 estudios que cumplían todos los criterios de inclusión. La Figura 1 (diagrama de flujo PRISMA) ilustra este proceso.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA



Extracción y síntesis de datos

Para cada artículo seleccionado se extrajeron: autores, año, país, tecnología evaluada, nivel educativo, tamaño muestral, diseño metodológico, variables dependientes medidas y principales hallazgos. La síntesis fue tanto cualitativa (análisis temático) como cuantitativa, reportando tamaños del efecto cuando estaban disponibles. La calidad metodológica de los estudios fue evaluada mediante la herramienta NHLBI (*National Heart, Lung, and Blood Institute*) y los criterios GRADE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los estudios incluidos

Los 25 estudios analizados abarcan el período 2020-2025, con un notable incremento de publicaciones a partir de 2022. Por tecnología evaluada, el 44% de los estudios se centran en RA, el 36% en RV y el 20% en RM. Los niveles educativos predominantes son la educación superior (52%) y la educación secundaria (28%). Las metodologías más frecuentes son los metaanálisis (32%), las revisiones sistemáticas (40%) y los estudios cuasi-experimentales (28%).

Los países con mayor producción científica en este campo son China, Estados Unidos, España, Corea del Sur y Taiwán. Las áreas disciplinares más frecuentemente investigadas son las ciencias STEM (36%), la formación profesional (24%), la educación médica (20%) y las ciencias sociales (20%) (Bödding et al., 2025; además, Radianti et al., 2020; asimismo, Jiang et al., 2025).

Efectividad de la realidad virtual

La evidencia sobre la efectividad de la RV en educación es consistentemente positiva. Un metaanálisis de 37 estudios empíricos reportó un efecto positivo moderado significativo de la RV sobre las habilidades prácticas ($g = 0.477$), siendo mayor el efecto en estudiantes de medicina (Yang et al., 2024). En educación K-6, otro metaanálisis encontró que la RV promueve mayor aprendizaje en comparación con condiciones control ($ES = 0.64$), con efectos moderadores significativos del nivel de inmersión y la duración de la intervención (Villena-Taranilla et al., 2022).

En educación superior, la revisión sistemática de entornos de RV inmersiva (IVR) identificó beneficios consistentes en presencia, motivación intrínseca y autoeficacia, aunque señaló la falta de marcos de investigación estandarizados y de estudios comparativos replicados (Stracke et al., 2025). Además, un estudio experimental con 79 estudiantes de biología de pregrado demostró que el aprendizaje en IVR incrementó significativamente la autoeficacia y la motivación intrínseca respecto a medios menos inmersivos (Elme et al., 2022).

La RV evidencia especial efectividad en educación médica (simulaciones quirúrgicas y de reanimación), ingeniería (visualización de sistemas complejos) y ciencias (laboratorios virtuales). Asimismo, las tendencias de publicación revelan un interés creciente en la evaluación del impacto a largo plazo y en la comparación con métodos de enseñanza tradicionales (Samala et al., 2025).

Efectividad de la realidad aumentada

La RA es la tecnología con mayor volumen de investigación educativa. En este sentido, un metaanálisis que sintetizó 10 años de estudios experimentales encontró efectos positivos generales sobre el aprendizaje, aunque con alta heterogeneidad entre estudios (Chang et al., 2022; además, Liu et al., 2016). Los análisis de moderadores indican que el nivel educativo y el área disciplinar influyen en los tamaños del efecto, siendo mayores en educación superior para ciencias e ingeniería.

En cuanto a motivación, un metaanálisis basado en el modelo ARCS reportó que la RA mejora significativamente las actitudes de los estudiantes y su rendimiento académico, aunque no encontró diferencias significativas en motivación global frente a métodos convencionales (Cao & Yu, 2023; asimismo, Mystakidis et al., 2021). Sin embargo, estudios individuales sí reportan incrementos motivacionales, especialmente cuando la RA se implementa con estrategias de diseño instruccional estructuradas (Prasetya et al., 2024; además, Amores-Valencia et al., 2023).

Respecto al pensamiento de orden superior, un metaanálisis reciente de 21 tamaños del efecto encontró que la RA tiene efectos positivos sobre el pensamiento crítico y la resolución de problemas, moderados por el tipo de actividad y el nivel educativo (Lu et al., 2025). En aprendizaje de idiomas, además, un estudio con estudiantes de primer grado demostró mejoras significativas en vocabulario y motivación mediante aplicaciones de RA móvil (Lai & Chang, 2021).

La RA basada en dispositivos móviles (smartphones y tablets) es la modalidad más ampliamente utilizada en K-12, lo que facilita su escalabilidad e implementación sin grandes inversiones en infraestructura (Pellas et al., 2021; asimismo, Jiang et al., 2025). Los estudios en STEM, además, reportan mejoras en comprensión de conceptos abstractos, habilidades espaciales y representación fluida (Tene et al., 2024).

Efectividad de la realidad mixta

La RM representa la tecnología menos estudiada de las tres, aunque la evidencia disponible es prometedora. En este contexto, un metaanálisis de 53 estudios en formación profesional (VET) encontró efectos positivos significativos para resultados conductuales ($d = 0.40$), cognitivos ($d = 0.84$) y afectivos ($d = 0.65$) en comparación con grupos control (Bödding et al., 2025). Estos efectos se mantuvieron comparables al controlar el contenido de formación.

Una revisión sistemática y metaanálisis reciente sobre RM en entornos educativos identificó que la efectividad depende de factores como la duración del curso, el tiempo de uso del dispositivo, el agrupamiento de estudiantes y el nivel de guía docente (Garzón, 2021; además, Huang et al., 2025). Estudios individuales confirman que la RM mejora la motivación estudiantil y los resultados de aprendizaje, aunque el uso prolongado puede generar malestar físico que afecta negativamente el rendimiento (Hamilton et al., 2021).

Factores moderadores identificados

El análisis transversal de los 25 estudios permite identificar los siguientes factores moderadores de la efectividad:

1. **Nivel de inmersión:** a mayor inmersión, mayores efectos sobre presencia, motivación y habilidades procedimentales (Yang et al., 2024; además, Elme et al., 2022).
2. **Tipo de conocimiento:** la RV e IVR resultan más efectivas para conocimiento procedimental; mientras que la RA muestra mejores resultados para conocimiento declarativo y conceptual (Yang et al., 2024; asimismo, Stracke et al., 2025).
3. **Área disciplinar:** las ciencias, la ingeniería y la medicina exhiben los mayores beneficios; por el contrario, las humanidades y ciencias sociales muestran efectos menores (Chang et al., 2022; además, Samala et al., 2025).
4. **Duración de la intervención:** intervenciones de mediano plazo (2-8 semanas) muestran efectos más robustos que sesiones únicas (Huang et al., 2025; asimismo, Villena-Taranilla et al., 2022).
5. **Diseño instruccional:** la integración de principios pedagógicos (aprendizaje activo, retroalimentación, andamiaje) amplifica los efectos de las tecnologías XR (Prasetya et al., 2024; además, Amores-Valencia et al., 2023).

Discusión

Los hallazgos de esta revisión sistemática confirman que las tecnologías de RV, RA y RM tienen efectos positivos consistentes sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje, aunque la magnitud y la naturaleza de estos efectos varían en función de la tecnología, el contexto y el diseño instruccional. Este patrón es coherente con revisiones previas al período analizado, pero la evidencia acumulada entre 2020 y 2025 aporta mayor precisión metodológica y evidencia más robusta sobre factores moderadores (Zekeik et al., 2025; Bödding et al., 2025).

Un hallazgo relevante es la superioridad de la RV para el desarrollo de habilidades procedimentales, lo cual se explica por su capacidad de simular entornos de práctica auténticos y seguros, especialmente en medicina e ingeniería (Yang et al., 2024). En contraste, la RA demuestra mayor versatilidad para el aprendizaje de conceptos abstractos en contextos escolares cotidianos, dada su menor exigencia tecnológica e infraestructura (Chang et al., 2022; Jiang et al., 2025).

La discrepancia observada en los efectos sobre la motivación merece atención especial. Aunque algunos metaanálisis no encuentran diferencias significativas en motivación global entre RA y métodos tradicionales (Cao & Yu, 2023), estudios con marcos teóricos motivacionales específicos (modelo ARCS) sí reportan incrementos sustanciales (Prasetya et al., 2024; Amores-Valencia et al., 2023). Esto sugiere que la motivación es un constructo multidimensional cuya medición requiere instrumentos específicos y contextualizados.

Los estudios sobre RM representan todavía una minoría del corpus, pero sus resultados son prometedores, especialmente en formación profesional (Bödding et al., 2025; Huang et al., 2025). La mayor efectividad cognitiva de la RM sobre la RV en ciertos contextos podría explicarse por su capacidad de mantener el anclaje en el entorno real mientras se incorporan elementos virtuales informativos, reduciendo así la carga cognitiva extrínseca.

Las barreras identificadas incluyen los altos costos de los dispositivos XR, la insuficiente formación docente, la escasez de contenidos educativos de calidad y las limitaciones de infraestructura tecnológica, especialmente en países en desarrollo (Zekeik et al., 2025; Prieto, 2025). Estas barreras son consistentes con investigaciones previas y sugieren que la efectividad técnica de las tecnologías no se traduce automáticamente en impacto educativo sin un marco institucional y pedagógico adecuado.

Implicaciones Prácticas

Para docentes e instituciones educativas, los resultados de esta revisión sugieren: (1) priorizar la RA basada en móviles para contextos con recursos limitados, dada su accesibilidad y evidencia positiva en STEM; (2) emplear la RV en simulaciones de habilidades prácticas de alto riesgo o difícil acceso (cirugía, manejo de maquinaria, trabajo en espacios peligrosos); (3) invertir en formación docente continua sobre diseño instruccional con XR; y (4) diseñar intervenciones de mediano plazo con integración curricular explícita (Radianti et al., 2020; Tene et al., 2024).

Limitaciones

Esta revisión presenta las siguientes limitaciones: (1) la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos dificulta las comparaciones directas; (2) el predominio de estudios de países de altos ingresos limita la generalización de los hallazgos a contextos latinoamericanos y africanos; (3) la mayoría de estudios miden efectos a corto plazo, con escasez de datos longitudinales; y (4) el sesgo de publicación favorece resultados positivos.

CONCLUSIONES

La evidencia científica acumulada entre 2020 y 2025 confirma que la RV, RA y RM constituyen herramientas pedagógicas con potencial significativo para enriquecer los procesos de enseñanza-aprendizaje. Los efectos son más robustos cuando las tecnologías se integran con principios pedagógicos sólidos, en intervenciones de mediano plazo y en disciplinas con alta demanda de visualización espacial y práctica procedimental.

La RV destaca en formación de habilidades prácticas y procedimentales ($g = 0.477$); la RA, en motivación, actitudes y aprendizaje de conceptos en entornos K-12 y universitarios; y la RM muestra resultados cognitivos y conductuales superiores en formación profesional (d hasta 0.84). Sin embargo, la efectividad de estas tecnologías no es inherente: depende críticamente del diseño instruccional, la capacitación docente y el soporte institucional.

Se necesitan investigaciones futuras que: realicen comparaciones directas entre las tres tecnologías bajo condiciones controladas; evalúen efectos longitudinales (más de 6 meses); incluyan muestras de países en desarrollo; desarrollen marcos de evaluación estandarizados; y exploren el potencial educativo del metaverso y la convergencia de XR con inteligencia artificial.

En definitiva, la integración educativa de la RV, RA y RM no es una moda tecnológica pasajera, sino una transformación pedagógica que requiere inversión sostenida en infraestructura, formación docente e investigación rigurosa para alcanzar su pleno potencial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amores-Valencia, A., Burgos, D., & Branch-Bedoya, J. W. (2023). The influence of augmented reality (AR) on the motivation of high school students. *Electronics*, *12*(22), 4715. <https://doi.org/10.3390/electronics12224715>
- Balalle, H. (2025). Learning beyond realities: Exploring virtual reality, augmented reality, and mixed reality in higher education—a systematic literature review. *Discover Education*, *4*(1), Article 151. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00559-7>
- Bödding, R., Schriek, S. A., & Maier, G. W. (2025). A systematic review and meta-analysis of mixed reality in vocational education and training: Examining behavioral, cognitive, and affective training outcomes and possible moderators. *Virtual Reality*, *29*(1), Article 44. <https://doi.org/10.1007/s10055-025-01118-z>
- Cao, W., & Yu, Z. (2023). *RETRACTED ARTICLE: The impact of augmented reality on student attitudes, motivation, and learning achievements—a meta-analysis (2016–2023)*. *Humanities and Social Sciences Communications*, *10*(1), Article 352. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01852-2>
- Chang, H.-Y., Chen, P.-Y., Hou, H.-T., Sung, Y.-T., Lin, C.-Y., & Chang, K.-E. (2022). Ten years of augmented reality in education: A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact. *Computers & Education*, *191*, 104641. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104641>
- Elme, L., Jørgensen, M. L. M., Dandanell, G., Mottelson, A., & Makransky, G. (2022). Immersive virtual reality in STEM: Is IVR an effective learning medium and does adding self-explanation after a lesson improve learning outcomes? *Educational Technology Research and Development*, *70*(5), 1601–1626. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10139-3>
- Garzón, J. (2021). An overview of twenty-five years of augmented reality in education. *Multimodal Technologies and Interaction*, *5*(7), 37. <https://doi.org/10.3390/mti5070037>
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: A systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, *8*(1), 1–32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>
- Huang, T.-C., Chen, C.-H., & Tseng, C.-Y. (2025). Exploring learning effectiveness of integrating mixed reality in educational settings: A systematic review and meta-analysis. *Computers & Education*, *234*, 105327. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105327>
- Jiang, H., Zhu, D., Chugh, R., Turnbull, D., & Jin, W. (2025). Virtual reality and augmented reality-supported K-12 STEM learning: Trends, advantages and challenges. *Education and Information Technologies*, *30*(9), 12827–12863. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13210-z>

- Lai, J.-Y., & Chang, L.-T. (2021). Impacts of augmented reality apps on first graders' motivation and performance in English vocabulary learning. *SAGE Open*, 11(4). <https://doi.org/10.1177/21582440211047549>
- Liu, Y., Holden, D., & Zheng, D. (2016). Analyzing students' language learning experience in an augmented reality mobile game: An exploration of an emergent learning environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 228, 369–374. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.055>
- Lu, Z., Chiu, M. M., Wang, S., Mao, W., & Lei, H. (2025). Effects of augmented reality on students' higher-order thinking: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 63(3), 728–747. <https://doi.org/10.1177/07356331241309644>
- Mystakidis, S., Berki, E., & Valtanen, J.-P. (2021). Deep and meaningful e-learning with social virtual reality environments in higher education: A systematic literature review. *Applied Sciences*, 11(5), 2412. <https://doi.org/10.3390/app11052412>
- Pellas, N., Mystakidis, S., & Kazanidis, I. (2021). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A systematic review of the last decade scientific literature. *Virtual Reality*, 25(3), 835–861. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00489-9>
- Prasetya, F., Putra, R. A., Sari, D. P., Nugroho, A., & Wibowo, S. (2024). The impact of augmented reality learning experiences based on the motivational design model: A meta-analysis. *Social Sciences & Humanities Open*, 10, 100926. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100926>
- Prieto Andreu, J. M. (2025). Revisión sistemática sobre aprendizaje colaborativo mediante realidad virtual, realidad aumentada y realidad mixta. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 37(1), 151–186. <https://doi.org/10.14201/teri.31921>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Sakr, A., & Abdullah, T. (2024). Virtual, augmented reality and learning analytics impact on learners, and educators: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 29(15), 19913–19962. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12602-5>
- Samala, A. D., Rawas, S., Rahmadika, S., Criollo-C, S., Fikri, R., & Sandra, R. P. (2025). Virtual reality in education: Global trends, challenges, and impacts—game changer or passing trend? *Discover Education*, 4(1), Article 229. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00650-z>
- Stracke, C. M., Burgos, D., Santos-Hermosa, G., Bozkurt, A., Sharma, R. C., Swiatek Cassafieres, C., & Truong, V. (2025). Immersive virtual reality in higher education: A systematic review of the scientific literature. *Virtual Reality*, 29(2), Article 64. <https://doi.org/10.1007/s10055-025-01136-x>

- Tene, T., Marcatoma Tixi, J. A., Palacios Robalino, M. de L., Mendoza Salazar, M. J., Vacacela Gomez, C., & Bellucci, S. (2024). Integrating immersive technologies with STEM education: A systematic review. *Frontiers in Education, 9*, Article 1410163. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1410163>
- Villena-Taranilla, R., Tirado-Olivares, S., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2022). Effects of virtual reality on learning outcomes in K-6 education: A meta-analysis. *Educational Research Review, 35*, 100434. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100434>
- Yang, C., Wang, Y., Liu, X., Zhang, H., & Li, J. (2024). The impact of virtual reality on practical skills for students in science and engineering education: A meta-analysis. *International Journal of STEM Education, 11*(1), Article 28. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00487-2>
- Zekeik, H., Chahbi, M., Lamarti Sefian, M., & Bakkali, I. (2025). Augmented reality and virtual reality in education: A systematic narrative review on benefits, challenges, and applications. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 21*(9), Article em2699. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16830>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.