

Explorando las fronteras del aula: una revisión sistemática sobre el impacto de la realidad mixta en la educación

Exploring the boundaries of the classroom: a systematic review on the impact of mixed reality in education

John Fredy González Torres¹

Email: johnfredygonzalez@yahoo.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8553-2908>

Ana María González Reina²

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2309-0347>

Email: docsanama@gmail.com

Resumen

Introducción: La Realidad Mixta se ha convertido en un componente relevante en diversos ámbitos, especialmente en la educación, donde plantea nuevas posibilidades para mejorar la experiencia de enseñanza y aprendizaje. Ante la ineficacia de algunos métodos tradicionales para las generaciones actuales, surge la necesidad de adaptar los procesos pedagógicos a través del uso de tecnologías emergentes. **Objetivo:** Esta revisión sistemática de la literatura tiene como propósito ofrecer una visión integral sobre los sistemas de Realidad Mixta en la educación, analizando su implementación, uso y evaluación de efectividad. **Metodología:** Para ello, se empleó la metodología de Kitchenham, formulando siete preguntas de investigación y recolectando un total de 99 artículos publicados entre enero de 2021 y diciembre de 2025, de los cuales se seleccionaron 40 tras aplicar criterios de inclusión y exclusión. **Resultados y discusión:** Los hallazgos indican que la Realidad Mixta mejora significativamente el proceso de aprendizaje al crear entornos más inmersivos e interactivos, incrementando la motivación y el rendimiento de los estudiantes. Además, se observaron diversas formas de aplicación educativa y métricas de evaluación que respaldan su eficacia. **Conclusiones:** En síntesis, la integración de la Realidad Mixta en la educación representa una innovación tecnológica y una necesidad pedagógica para responder a las demandas de las nuevas generaciones, lo que requiere continuar profundizando en su estudio y aplicación práctica.

Palabras clave: Aprendizaje, educación, enseñanza, Realidad Mixta.

¹ Doctor en Ciencias de la Educación. Universidad Cuauhtémoc, Aguascalientes (México).

² Maestrante en Estudios Culturales Latinoamericanos. Universidad Javeriana (Colombia).

Abstract

Introduction: Mixed reality has become a relevant component in various fields, especially in education, where it poses new possibilities to improve the teaching and learning experience. Given the ineffectiveness of some traditional methods for current generations, there is a need to adapt pedagogical processes through the use of emerging technologies. **Objective:** This systematic literature review aims to offer a comprehensive view of mixed reality systems in education, analyzing their implementation, use, and effectiveness evaluation. **Methodology:** To this end, the Kitchenham methodology was used, formulating seven research questions and collecting a total of 99 articles published between January 2021 and December 2025, of which 40 were selected after applying inclusion and exclusion criteria. **Results and discussion:** The findings indicate that mixed reality significantly improves the learning process by creating more immersive and interactive environments, increasing student motivation and performance. In addition, various forms of educational application and evaluation metrics were observed that support its effectiveness. **Conclusions:** In summary, the integration of mixed reality into education represents a technological innovation and a pedagogical necessity to respond to the demands of new generations, which requires continued study and practical application.

Keywords: Learning, education, teaching, mixed reality.

Introducción

La educación ha estado históricamente ligada a las aspiraciones de un futuro mejor especialmente desde la perspectiva de las familias, que consideran la formación académica como una herramienta clave para el progreso personal y social (Ade et al., 2022). En este sentido, muchos padres están dispuestos a realizar importantes esfuerzos económicos con el fin de asegurar que sus hijos accedan a instituciones educativas de calidad, capaces de brindarles las competencias necesarias para afrontar los desafíos del mundo actual (Birt et al., 2018). Es fundamental entender que a través del paso generacional de estudiantes se diversifica el estilo de aprendizaje, evidenciado esto en la necesidad de construir enfoques pedagógicos que superen la perspectiva tradicional y asuman el compromiso de generar prácticas educativas que se adapten a las tendencias actuales, por lo que los docentes y las instituciones deben promover metodologías que estén más centradas en las nuevas

tendencias formativas y en los estilos de los estudiantes (Murphy et al., 2021).

Por tanto, es clave considerar a la tecnología educativa dentro de esas tendencias como un componente esencial que hace parte incluso de la vida cotidiana del estudiante, siendo posible articular una perspectiva del entorno social y el educativo bajo un modelo en el cual la humanidad ha evolucionado como parte de la conocida sociedad de la información y de la comunicación, en el que la tecnología se orienta a optimizar procesos humanos y a generar innovaciones en función de la aplicabilidad que esta tiene en diferentes escenarios y dimensiones del ser humano (Bakator et al., 2024).

Nace entonces un nuevo paradigma basado en el avance generacional de la tecnología y de los recursos tecnológicos, dentro de un modelo social que se anida en el escenario formativo para que el proceso de enseñanza y aprendizaje tome una reconfiguración activa y personalizada (Trentini et al., 2025). Dicha integración obliga a que docentes y estudiantes

requieren una apropiación del proceso para facilitar una experiencia significativa de aprendizaje que tenga en cuenta la potencialidad cognitiva del estudiante, la facilitación actitudinal mediada por el docente y las capacidades procedimentales que otorga la tecnología (Wijnen et al., 2022). De acuerdo con Passarelli y Kolb (2023), dicho aprendizaje basado en la experiencia influye positivamente en diferentes dimensiones del desempeño de los estudiantes, incluyendo la posibilidad de adquirir conocimientos y habilidades que ayudan a la construcción de la autoeficacia como parte de esa transición exitosa del contexto real al contexto escolar dentro de los programas de formación en diferentes niveles educativos.

En este contexto, profundizar en el soporte instrumental y cognitivo que promueve la tecnología en el entorno educativo hace posible entender que la experiencia de aprendizaje debe estar conectada con un modelo inmersivo y dinámico, razón por la cual determinadas herramientas asociadas a la realidad virtual adquiere una especial relevancia porque permiten entregar contenidos y simular escenarios educativos auténticos, lo que en esencia favorece la vivencia directa y el aprendizaje significativo, siendo este un avance que representa un paso esencial dentro de una nueva tendencia educativa que incorpora tecnologías disruptivas para que la educación pueda estar al alcance de los estudiantes y acorde con las exigencias actuales educativas.

De acuerdo con Pittara et al. (2020), la Realidad Virtual es un entorno en el que se experimentan estímulos sensoriales como imágenes y sonidos proporcionados por una computadora, en el que las acciones del sujeto determinan parcialmente lo que sucede en el entorno, por lo que innumerables empresas están produciendo auriculares de realidad virtual; entre los más populares se encuentran PSVR de Sony, Oculus Quest, Valve Index y HTC Vive, además de cascos de realidad virtual en los que la interfaz de usuario ofrece una

experiencia digital en la que es posible sumergirse en cualquier entorno 3D creado, o entornos multiproyectados para generar imágenes y sonidos realistas (Laato et al., 2024), donde por lo general se utiliza principalmente para juegos, pero ahora otros campos están comenzando a incorporar la realidad virtual, como la educación, la capacitación médica, la atención médica y las fuerzas militares (Tanwar et al., 2024).

En contraste con la realidad virtual, la RA es una versión mejorada de la realidad creada por el uso de la tecnología para superponer información digital en una imagen de algo que se está viendo a través de un dispositivo (como la cámara de un teléfono inteligente) (Jingen y Elliot, 2021), la cual tiene tres características básicas: 1) combinar el mundo real y el virtual; 2) interactividad en tiempo real; y 3) generar registro 3D de objetos virtuales y reales con precisión. En este sentido, la RA altera la percepción del mundo real a diferencia de la RV que sustituye por completo el entorno del mundo real del usuario por uno simulado. Ejemplos de aplicaciones de realidad aumentada son la aplicación de medición para iPhone, que permite al usuario medir rápidamente el tamaño de objetos reales, o la aplicación de IKEA Place, que permite colocar muebles virtuales en su casa simplemente tomando una fotografía del espacio físico.

Ahora bien, la RM es el proceso de combinar el mundo real con el mundo virtual para crear nuevos paisajes y representaciones en los que los elementos digitales y físicos coexisten e interactúan en tiempo real (Kim et al., 2021), donde a diferencia de la realidad virtual, en la que el mundo físico está excluido, la Realidad Mixta abarca el mundo real en combinación con la realidad virtual para crear nuevas experiencias fascinantes; por lo que la RM no tiene lugar exclusivamente en el mundo físico o virtual, sino que es un híbrido de ambos. Esto en relación con el sistema educativo va a beneficiar mucho los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que muy pronto los estudiantes

podrían tomar clases interactivas con un amplio componente de tecnología híbrida.

En este sentido, la Realidad Mixta (RM) resulta ser una tecnología emergente ubicada bajo el concepto de Realidad Extendida (RE), que integra elementos de Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA) (Gaol y Prasolova, 2022), la cual se presenta como una herramienta pedagógica altamente compatible con los estilos de aprendizaje actuales (Zhang et al., 2022), mientras que, a diferencia de la realidad virtual, tiende a aislar al usuario del entorno físico limitando la movilidad y la superposición de elementos interactivos, facilitando experiencias educativas más inmersivas (Maas y Hughes, 2020).

De esta manera, hacer una distinción entre RM y RA implica tener en cuenta la capacidad de interacción a través de la calidad de la inmersión (Volioti et al., 2022), pues mientras la RA se encarga de traer del mundo real aspectos digitalizables, la RM efectúa una amplificación de la experiencia a través de diferentes sensores y cámaras que llevan a que el usuario tenga una experiencia fluida y continua entre el mundo físico y digital (Gaol y Prasolova, 2022), cuestión que desde luego mejora el nivel de percepción del usuario y una comprensión más amplia del contenido, qué significativamente en el entorno pedagógico significa un mayor grado de interacción con el entorno virtual (Aguayo y Eames, 2023).

En consecuencia, teniendo en cuenta las propiedades que hacen parte de la característica inmersiva de la realidad mixta viene representando un modelo tecnológico para la educación que es adaptable bajo una perspectiva de innovación en la enseñanza, en contexto donde los estudiantes puedan ser partícipes de un proceso complejo de incorporación de este tipo de tecnologías que requieren de parte de las instituciones educativas y de los docentes una inversión de recursos y tiempo considerables (Aguayo y Eames, 2023). En la actualidad, este tipo de

perspectivas participativas e inmersivas llevan a una mejora en la comunicación del docente con el estudiante en la exploración de diferentes contenidos y temáticas (Volioti et al., 2022). No obstante, circunscribe una serie de limitantes ya que no todas las temáticas han sido configuradas para un entorno inmersivo de realidad mixta y las instituciones educativas no siempre tienen los recursos para poder implementarlas (Zhang et al., 2022).

En forma conclusiva, el uso de la realidad mixta tiene la capacidad de llevar al estudiante por una diversidad de escenarios simulados que contribuyen a una formación integral y creativa, por lo que se reconoce su potencialidad como producto tecnológico al servicio de la educación que facilita las experiencias de aprendizaje (Ewais et al., 2025). En cierta medida, múltiples investigaciones han abordado el uso de la RM (Zhang et al., 2022; Aguayo y Eames, 2023; Ewais et al., 2025), evidenciando que en diferentes niveles educativos el propósito formativo llega a ser más significativo que tecnologías tradicionales utilizando este tipo de metodologías inmersivas con beneficios altamente representativos, pero a un alto costo.

En consideración de la anterior, resulta pertinente el objetivo de la realización de una revisión sistemática que permita ofrecer una visión comprensiva del estado actual de la Realidad Mixta en el ámbito educativo, atendiendo a las metodologías empleadas en la actualidad académica, los retos enfrentados y los criterios utilizados para evaluar su eficacia. A través de esta perspectiva, es posible comprender mejor el desarrollo, implementación y potencial de los sistemas de RM como catalizadores de innovación educativa en la era digital.

Metodología

En este estudio se utilizó el enfoque de cuatro pasos de revisiones sistemáticas de la literatura de Kitchenham (2007), siendo el primer paso de este plantear las preguntas de

investigación denominadas RQ, a partir de las cuales se desarrolla el segundo paso que es estructurar una estrategia de búsqueda. En consecuencia, este artículo se centra en la RM para todos los niveles de educación y responde a las siguientes preguntas de investigación:

RQ1: ¿Cuáles son las tendencias de investigación de sistemas de Realidad Mixta en educación?

RQ2: ¿En qué niveles educativos se utilizan los sistemas de Realidad Mixta?

RQ3: ¿Cuál es el propósito de usar un sistema de Realidad Mixta?

RQ4: ¿Cuáles son los desafíos de implementar o desarrollar un sistema de Realidad Mixta?

RQ5: ¿Cómo medir la eficacia del uso de un sistema de Realidad Mixta para la enseñanza y el aprendizaje?

En cuanto al segundo paso de la revisión sistemática de la literatura comenzó decidiendo las bases de datos Scopus, ACM Digital Library, IEEE Xplore y Springer, donde se buscó artículos desde enero de 2010 hasta diciembre de 2024 y las palabras clave que conformaron la cadena de búsqueda fueron: [“mixed reality” AND “school or vocational school or education” AND “teaching or learning”].

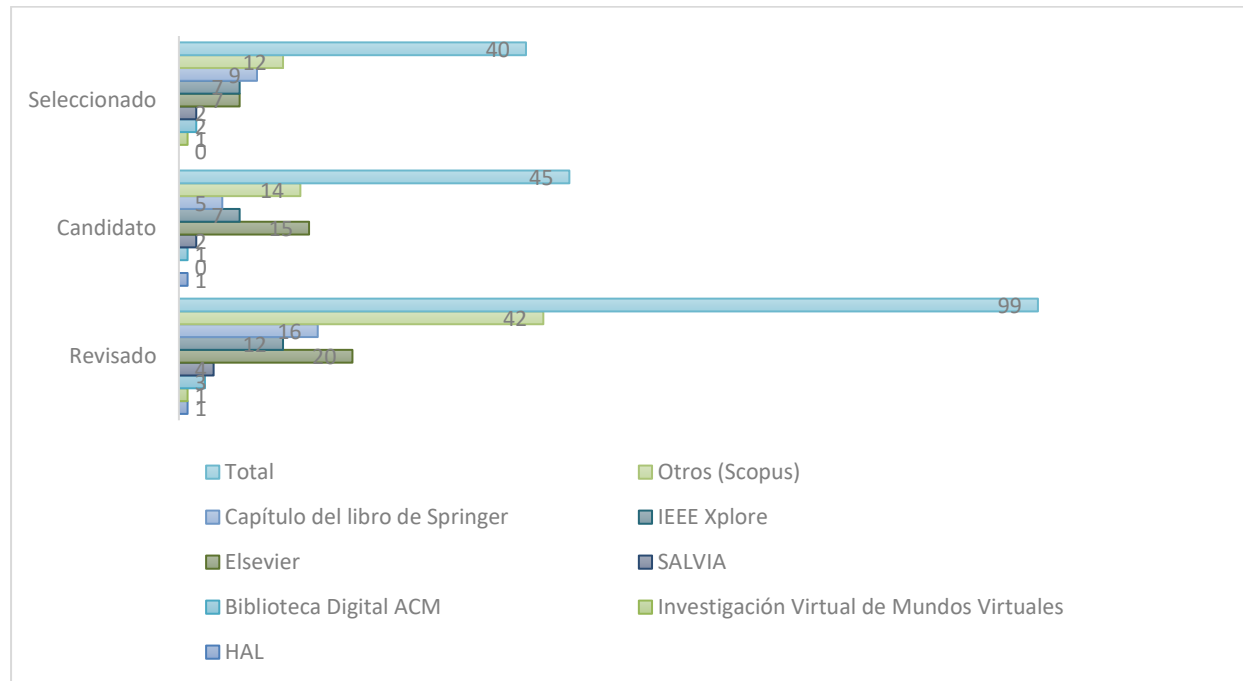
Los criterios de inclusión establecidos para este estudio fueron:

1. Publicaciones en idioma inglés desde 2014 hasta 2024.
2. Uso del sistema de Realidad Mixta como herramienta de enseñanza y aprendizaje.
3. Proporciona resultados pertinentes sobre el uso de la Realidad Mixta en contextos educativos.

Los criterios de exclusión establecidos para este estudio fueron:

1. El sistema de Realidad Mixta no es utilizado con fines de enseñanza y aprendizaje.
2. No se utiliza el sistema de Realidad Mixta para apoyar procesos de aprendizaje.
3. Documentos que no son accesibles en su totalidad.

Con la estrategia de búsqueda empleada se recopilaron 99 artículos como se muestra en la Figura 1, los cuales fueron revisados y filtrados con los criterios de inclusión y exclusión para ver qué artículos eran apropiados para la investigación. Se muestra además el número de trabajos que se eligieron candidatos y finalmente se seleccionaron.

Figura 1.*Resultados de la búsqueda y selección de artículos*

Resultados

Realizado el proceso metodológico, los artículos seleccionados superaron el proceso de evaluación de calidad y de rigurosidad científica. De esta forma, se siguió el paso sistemático de extracción de información para la identificación y organización de la información de mayor relevancia contenida en cada estudio, siendo subsecuente la garantía de extraer los datos conforme a las preguntas de investigación definidas previamente, con lo que se facilita el análisis comparativo de los 40 artículos seleccionados.

La fiabilidad y validez del análisis se garantiza a través del procedimiento de sistematización fundamentado en los principios de revisión documental, y siguiendo cada una de las indicaciones de trazabilidad y pertinencia temática. Así pues, la extracción de información se organizó inicialmente en matrices con las que se clasificó categóricamente cada uno de los artículos frente

a los objetivos y diseño metodológico del estudio, la población que abordan y los modelos de análisis, y una tipificación de los principales hallazgos y aportes que hacen los estudios a la temática de la realidad mixta. Posterior al proceso de codificación, se realizó la integración de las evidencias bajo las preguntas de investigación que se formularon y haciendo una lectura crítica e interpretativa de los datos consolidados.

En cuanto a la primera pregunta ¿Cuáles son las tendencias de investigación de sistemas de Realidad Mixta en educación?, las tendencias dilucidadas sobre RM en la educación se han enfocado principalmente en la perspectiva inmersiva y el aprendizaje significativo, observándose un interés especial en la enseñanza de disciplinas asociadas a la tecnología informática, debido a que estas tienen la posibilidad de generar contenidos más rápido en este ambiente virtual y en donde la comprensión de conceptos abstractos y experiencias interactivas han resultado ser más significativas, tal y como lo han reportado Ade

et al. (2022), Aguayo y Eames (2023), Birt y Cowling (2017), Cole et al. (2019) y Ewais et al. (2025), estudios en los que se ha explorado aspectos clave como la motivación, la atención y el rendimiento académico dentro de los modelos de personalización del aprendizaje y adaptación a estilos cognitivos.

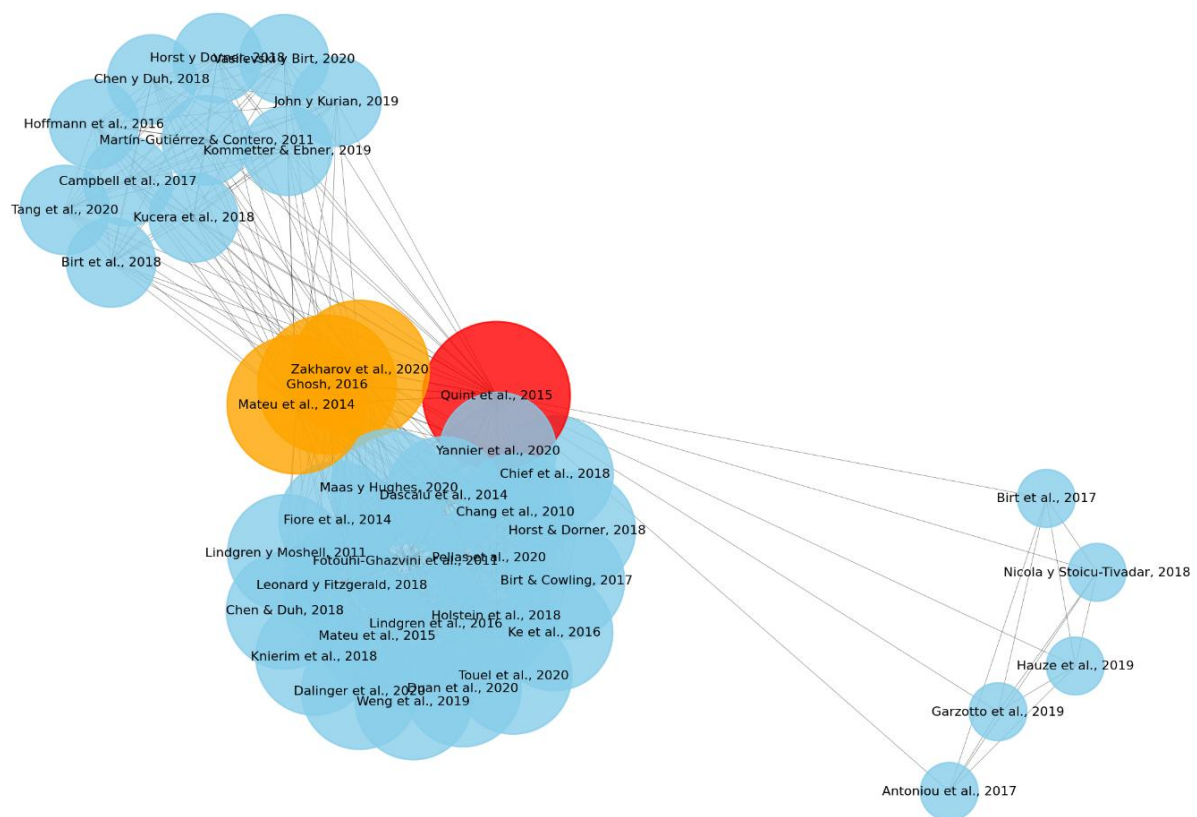
Otra tendencia relevante es la investigación sobre el uso de la RM como herramienta inclusiva y accesible en contextos educativos diversos. Se han desarrollado aplicaciones enfocadas en la atención a estudiantes con necesidades educativas especiales, así como en entornos rurales o con escaso acceso a recursos tecnológicos tradicionales. Asimismo, las investigaciones recientes han profundizado en los desafíos éticos, pedagógicos y técnicos de la implementación de la RM, destacando la necesidad de formación docente, la creación de

contenidos contextualizados y la evaluación de su efectividad a largo plazo.

En la Figura 2 se presenta una red de co-ocurrencia de autores realizada en Vosviewer donde se evidencian los nodos temáticos asociados a las fuentes consultadas por autores, de manera que se responde a la segunda pregunta ¿En qué niveles educativos se utilizan los sistemas de Realidad Mixta?, donde las escuelas de básica y media, el 55% tenían la mayoría de los sistemas de MR implementados, posiblemente debido a factores como las finanzas y el desarrollo de contenido más fácil. Las universidades fueron la siguiente categoría más alta (32%); donde la diversidad de las carreras profesionales dificulta el desarrollo continuo de la RM; y las escuelas de formación profesional (13%) tienen el menor número de sistemas asociados a RM.

Figura 2.

Nodos tendenciales por autores de Realidad Mixta que se están implementando

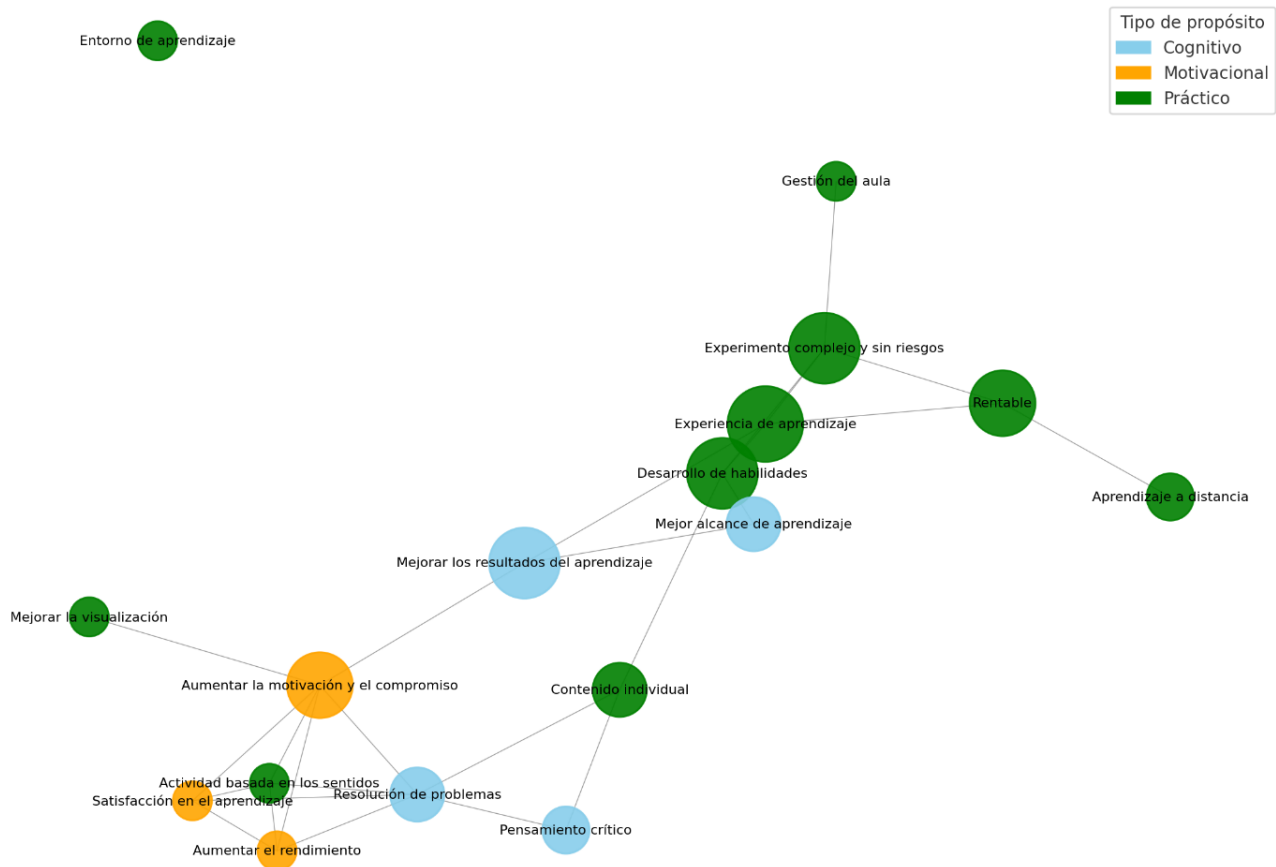


La respuesta a la tercera pregunta ¿Cuál es el propósito de usar un sistema de Realidad Mixta? se sintetizan los hallazgos en la Figura 3, donde los estudios reportan que el aprendizaje de la experiencia está en que los sistemas de RM para fusionar el mundo virtual y el real en uno solo para crear una mayor

experiencia para los estudiantes, para quienes aprenden haciendo consideran que es una de las formas más efectivas de entender, de mejorar los resultados del aprendizaje, de experimentar sin riesgo, de desarrollar habilidades, aumentar la motivación y el compromiso, entre otros propósitos.

Figura 3.

Propósitos de un sistema de Realidad Mixta



De los artículos seleccionados se expusieron los desafíos de usar un sistema de Realidad Mixta y respondieron a la pregunta ¿Cuáles son los desafíos de utilizar un sistema de Realidad Mixta en la educación?, asociados por lo general al desarrollo de contenidos como el que

más apareció entre otros desafíos, además del consumo excesivo de tiempo, los recursos para la creación de contenido complejo para utilizar la capacidad del sistema de RM, tal y como se muestra en la Figura 4.

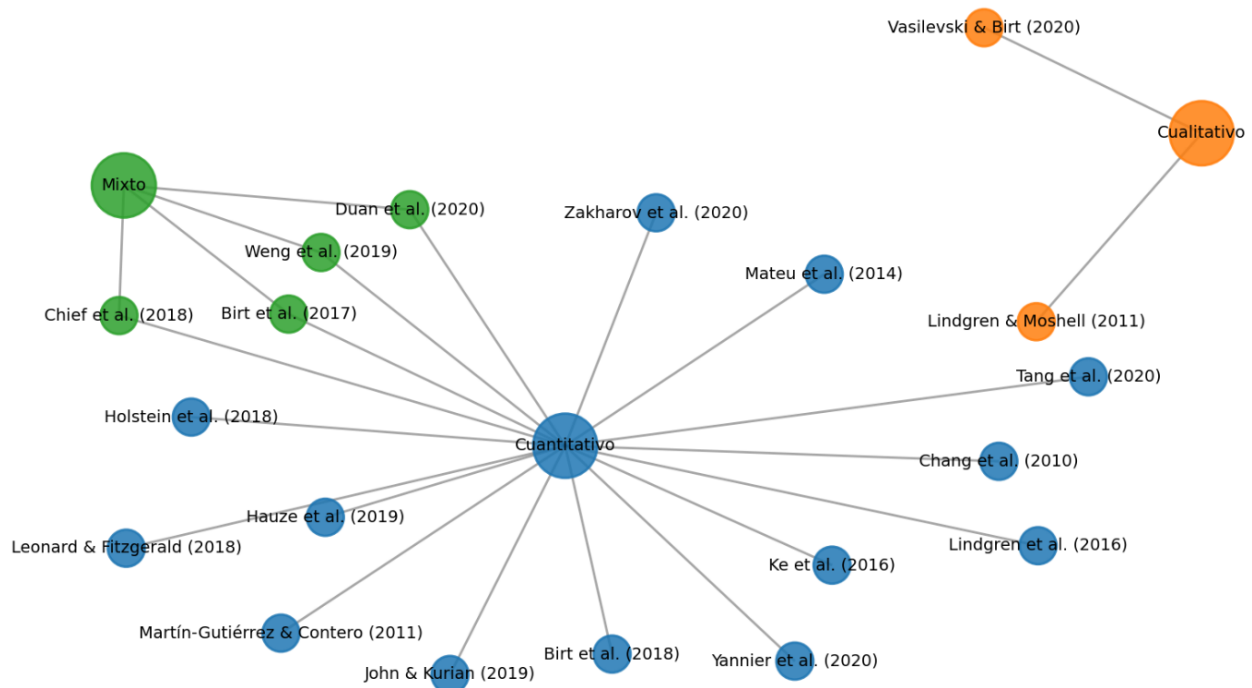
Figura 4.

Distribución de artículos que abordan desafíos de usar la RM en la educación



Los resultados de la extracción de datos para responder a la pregunta ¿Cómo medir la efectividad del uso de sistemas de Realidad Mixta para la enseñanza y el aprendizaje? se muestran en la Figura 5, donde se establecen tres métodos clásicos: cuantitativo, cualitativo y mixto. El 75% de los artículos utilizan el

análisis cuantitativo porque se centran en medir las diferencias entre grupos, relaciones, variables e hipótesis, mientras que, el 25% utilizó el análisis cualitativo o mixto con la finalidad de explorar las percepciones, ideas o sentimientos de las personas sobre el uso del sistema de RM.

Figura 5.*Método para medir el éxito de los sistemas de Realidad Mixta por autores*

Se evidencia una estructura dominada por el enfoque cuantitativo, que se configura como núcleo central y concentra la mayor parte de las referencias, orientadas a validar la eficacia de estas tecnologías mediante indicadores objetivos y métricas estadísticas. En contraste, el enfoque cualitativo aparece como un campo periférico con menor representatividad, limitado a dos estudios que enfatizan en la experiencia y la percepción subjetiva de los usuarios. Por su parte, el enfoque mixto cumple una función de articulación al integrar herramientas de evaluación cuantitativa con valoraciones cualitativas

Discusión

De acuerdo con los resultados los sistemas de Realidad Mixta se implementaron más en las escuelas ($n = 26$) que, en universidades, lo cual está en línea con los resultados de la investigación de Weng et al. (2019) que afirmaron que en las escuelas los sistemas de Realidad Mixta podrían ser utilizados por estudiantes de primaria y secundaria en muchas

materias, que puede involucrar a la ciencia general, la química, la biología y la física para dar mejores resultados de aprendizaje. También se hace un enfoque a la colaboración con fines educativos y de capacitación según Juraschek et al. (2018). Sin embargo, el uso de sistemas de Realidad Mixta en la formación profesional aún no se ha explorado para la expansión de la calidad de la educación superior (Quint et al., 2015).

En cuanto al propósito del uso de sistemas de Realidad Mixta el resultado principal fue que estos sistemas ofrecen aprendizaje experiencial a los estudiantes (Yardley et al., 2012; Suryodiningrat et al., 2021), a través de la cual los estudiantes podrán ampliar sus conocimientos existentes con una nueva comprensión o matices adicionales, fundamentado esto en la pedagogía tradicional que dicta que la forma más natural de aprendizaje es la experiencia y la reflexión, sobre todo, al basarse en el marco del ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb (2014).

Frente a los propósitos de la RM en la educación, esta ofrece múltiples beneficios que convergen en la mejora significativa de los resultados de aprendizaje, gracias al aumento en la motivación, la interacción y la personalización del proceso formativo, donde la posibilidad de realizar experimentos complejos fortalece el aprendizaje experiencial en contextos seguros (Birt et al., 2017; Antoniou et al., 2017; Chief et al., 2018). Estas herramientas tecnológicas permiten simular escenarios diversos, con un acceso más amplio a contenidos, instrumentos y situaciones que de otro modo serían inaccesibles por limitaciones económicas o geográficas, contribuyendo así al desarrollo de habilidades prácticas y resolución de problemas en ambientes de aprendizaje flexibles (Campbell et al., 2017; Mateu et al., 2014).

Además, la implementación de la RM resulta rentable permitiendo actualizaciones constantes del contenido sin inversiones adicionales significativas (Nicola y Stoicu-Tivadar, 2018), eficiencia económica que se combina con su capacidad de incrementar la motivación y el compromiso estudiantil, factores clave para potenciar la transferencia de conocimientos y el rendimiento académico (Chen y Duh, 2018). Además, la RM posibilita la personalización de los contenidos conforme a las metas de aprendizaje y estilos individuales, favoreciendo una formación práctica desde entornos controlados y dinámicos.

Por otro lado, la implementación de un sistema de RM lleva a que exista una perspectiva más amplia del alcance educativo basado en la experiencia, razón por la cual los proyectos tecnológicos de las instituciones educativas deben ser parte de un proyecto educativo institucional que lleve a disminuir las tasas de fracaso institucionales basadas en la limitación de presupuesto, a la vez que se debe tener en cuenta la forma en la que la definición de requerimientos técnicos y tecnológicos sean los que requieren los docentes en sus aulas (Astriani et al., 2010). Para evitar este tipo de

situaciones o para mitigarlas, es preciso que exista un diálogo y colaboración constante entre los directivos de las instituciones educativas y los docentes, para que la revisión y gestión de un proyecto tecnológico adecuado para el aula y los estudiantes se conciba desde la contribución estrecha entre el contenido para el conocimiento pedagógico y los requerimientos tecnológicos.

Esto deriva en un entendimiento del alcance y uso de la realidad mixta en el entorno educativo, pues el desarrollo curricular se articula con los contenidos propuestos dentro de la exigencia pedagógica e institucional, al tiempo que son pertinentes con el soporte técnico y tecnológico que requiere el desarrollo de la realidad mixta para determinados ejes curriculares (Antoniou et al., 2017). Desde luego el modelo TPACK ofrece una alternativa útil de integración tecnológica y pedagógica a la vista de un conocimiento disciplinar que exige una experiencia inmersiva y significativa para el aprendizaje (Niess, 2011), cuestión que desde luego tiene que ver no con la implementación masiva en todas las aulas de una institución y en todas las áreas de conocimiento, pero sí una medida pedagógica y tecnológica que sirva para potenciar áreas sensibles en las que los estudiantes presentan mayores dificultades como lo suelen ser el área de matemáticas y de lenguaje, taly como señala Ghosh (2016).

La evaluación de la eficacia de los sistemas de RM en la enseñanza combina enfoques cuantitativos y cualitativos, donde en el caso de los métodos cuantitativos predominan y utilizan técnicas estadísticas como ANOVA, ANCOVA y pruebas de Mann-Whitney para medir diferencias entre grupos y evaluar hipótesis (Neuman, 2012). Paralelamente, el análisis cualitativo basado en narrativas, entrevistas y observaciones permite comprender las percepciones, experiencias y significados construidos por los usuarios (Akçayır y Akçayır, 2017; Dede et al., 2017; Uhomoibhi et al., 2020). Finalmente, se puede señalar que la

investigación futura debe centrarse en el uso potencial de los sistemas de RM específicamente en las escuelas y en los entornos de formación profesional, identificando ciclos y temas particulares. Además de estos puntos, se puede examinar cómo cambiarán las pedagogías después de usar los sistemas de Realidad Mixta.

Conclusiones

Desde el ámbito académico esta revisión sistemática de literatura ofrece una alternativa metodológica para que los docentes e investigadores puedan obtener una visión Clara de lo que pueden ser las tecnologías inmersivas aplicadas a la educación, tal y como lo es la RM dentro de un modelo de formación escolar y profesional en la que la implementación de sistemas 5.0 lleven a profundizar las soluciones educativas desde el análisis de un impacto pedagógico y tecnológico, así como la precisión al adquirir este tipo de Educación experiencial relacionado con los costos que implica la adquisición de este tipo de tecnologías para potenciar modelos de enseñanza centrados en la inmersividad del estudiante.

Desde una perspectiva práctica, los hallazgos recopilados en los estudios analizados revelan la existencia de una serie de desafíos en la plegabilidad de sistemas de realidad mixta, los cuales radican en la gestión del tiempo y en la colaboración entre docentes y directivos institucionales para que la puesta en marcha y adquisición de tecnología inmersiva esté acorde a las necesidades de los estudiantes.

Se puede concluir también, que el andamiaje tecnológico avanza vertiginosamente y se presentan diferentes tipos de obstáculos técnicos que suelen ofrecer a las instituciones altos costos de financiación en cuanto a la actualización de este tipo de tecnologías. Teniendo en cuenta ello, en general literatura científica sugiere que este tipo de realidad mixta puede hacer adquirida En plataformas de uso libre y gratuito que implican pocos costos

para la realización de actividades concretas en el aula.

Referencias

- Ade, G. O., Markowski, M., Essex, R., Stiell, M., & Jameson, J. (2022). A systematic scoping review and textual narrative synthesis of physical and mixed-reality simulation in pre-service teacher training. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(3), 861–874. <https://doi.org/10.1111/jcal.12653>
- Aguayo, C., & Eames, C. (2023). Using mixed reality (XR) immersive learning to enhance environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 54(1), 58-71. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00958964.2022.2152410>
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Antoniou, P. E., Daffli, E., Arfaras, G., & Bamidis, P. D. (2017). Versatile Mixed Reality Educational Spaces; A Medical Education Implementation Case. *Proceedings - 2016 15th International Conference on Ubiquitous Computing and Communications and 2016 8th International Symposium on Cyberspace and Security, IUCC-CSS 2016*, 132–137. <https://doi.org/10.1109/IUCC-CSS.2016.026>
- Astriani, M. S., Pradono, S., & Saragih, H. (2010). IT blueprint for education institution. *Proceedings- 2010 2nd International Conference on Advances in Computing, Control and*

- Telecommunication Technologies, ACT 2010*, 180–184.
<https://doi.org/10.1109/ACT.2010.41>
- Bakator, M., Čočkaló, D., Makitan, V., Stanisavljev, S., & Nikolić, M. (2024). The three pillars of tomorrow: How Marketing 5.0 builds on Industry 5.0 and impacts Society 5.0? *Heliyon*, 10(17).
[https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)12574-1](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)12574-1)
- Birt, J., & Cowling, M. (2017). Toward future “mixed reality” learning spaces for steam education. *Inter- national Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 25(4), 1–16.
- Birt, J., Moore, E., & Cowling, M. (2017). Improving paramedic distance education through mobile mixed reality simulation. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(6), 69–83.
- Birt, J., Stromberga, Z., Cowling, M., & Moro, C. (2018). Mobile mixed reality for experiential learn- ing and simulation in medical and health sciences education. *Information (switzerland)*, 9(2), 1–14.
<https://doi.org/10.3390/info9020031>
- Campbell, A. G., Santiago, K., Hoo, D., & Mangina, E. (2017). Future mixed reality educational spaces. *FTC 2016 - Proceedings of Future Technologies Conference, December*, 1088–1093.
<https://doi.org/10.1109/FTC.2016.7821738>
- Chang, C. W., Lee, J. H., Wang, C. Y., & Chen, G. D. (2010). Improving the authentic learning expe- rience by integrating robots into the mixed-reality environment. *Computers and Education*, 55(4), 1572–1578.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.06.023>
- Chen, S. C., & Duh, H. (2018). Mixed reality in education: Recent developments and future trends. *Proceedings - IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2018*, 367–371.
<https://doi.org/10.1109/ICALT.2018.00092>
- Chief, E. I., Editors, I., Donovan, E., & Feng, M. (2018). *Mixed-Reality Teaching Experiences Improve Preservice Special Education Students’ Perceptions of their Ability to Manage a Class- room*. 11.
<http://jvwresearch.org>
- Cole, P., & Association, X. (2019). *Augmented and Virtual Reality Survey 2019 Report*. 3.
- Dalinger, T., Thomas, K. B., Stansberry, S., & Xiu, Y. (2020). A mixed reality simulation offers strategic practice for pre-service teachers. *Computers and Education*.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103696>
- Dascalu, M. I., Moldoveanu, A., & Shudayfat, E. A. (2014). Mixed reality to support new learning paradigms. *2014 18th International Conference on System Theory, Control and Computing, ICSTCC 2014*, 692–697.
<https://doi.org/10.1109/ICSTCC.2014.6982498>
- Dede, C. J., Jacobson, J., & Richards, J. (2017). *Introduction: Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education* (pp. 1–16).
https://doi.org/10.1007/978-981-10-5490-7_1
- Duan, X., Kang, S. J., Choi, J. I., & Kim, S. K. (2020). Mixed reality system for virtual chemistry lab. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, 14(4), 1673–1688.
<https://doi.org/10.3837/TIIS.2020.04.014>
- Ewais, A., Dalipi, F., & Abualrob, M. (2025). Assessing the Teachers’ Readiness for Integrating Augmented Reality in K-12 Education: A Comparative Analysis. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 19(5), 22–44.
<https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1944381>

- Fiore, A., Mainetti, L., & Vergallo, R. (2014). An Innovative Educational Format Based on a Mixed Reality Environment: A Case Study and Benefit Evaluation. In *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST* (Vol. 138, pp. 93–100). https://doi.org/10.1007/978-3-319-13293-8_12
- Fotouhi-Ghazvini, F., Earnshaw, R., Moeini, A., Robison, D., & Excell, P. (2011). From E-Learning to M-Learning - the use of mixed reality games as a new educational paradigm. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 5(2), 17. <https://doi.org/10.3991/ijim.v5i2.1463>
- Gaol, F. L., & Prasolova, E. (2022). Special section editorial: The frontiers of augmented and mixed reality in all levels of education. *Education and Information Technologies*, 1-13. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-021-10746-2>
- Garzotto, F., Torelli, E., Vona, F., & Aruanno, B. (2019). HoloLearn: Learning through mixed reality for people with cognitive disability. *Proceedings - 2018 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality, AIVR 2018*, 189–190. <https://doi.org/10.1109/AIVR.2018.00042>
- Ghosh, S. K. (2016). The Use of Virtual, Augmented and Mixed Reality in Anatomy Education. In *Academic Medicine* (Vol. 91, Issue 10). <https://doi.org/10.1097/acm.0000000000001339>
- Hauze, S. W., Hoyt, H. H., Frazee, J. P., Greiner, P. A., & Marshall, J. M. (2019). Enhancing nursing education through affordable and realistic holographic mixed reality: The virtual standardized patient for clinical simulation. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1120, 1–13. https://doi.org/10.1007/978-3-030-06070-1_1
- Herring, M. C., Koehler, M. J., & Mishra, P. (2016). Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for educators: Second edition. In: Mary C. Herring, Matthew J. Koehler, Punya Mishra (Eds) *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators: Second Edition* (Issue February). <https://doi.org/10.4324/9781315771328>
- Hoffmann, M., Meisen, T., & Jeschke, S. (2016). Shifting virtual reality education to the next level – experiencing remote laboratories through mixed reality. *Engineering Education*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46916-4>
- Holstein, K., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2018). Student learning benefits of a mixed-reality teacher awareness tool in AI-enhanced classrooms. In *Lecture Notes in Computer Science (including sub-series Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 10947 LNAI*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93843-1_12
- Horst, R., & Dorner, R. (2018). Opportunities for Virtual and Mixed Reality Knowledge Demonstration. *Adjunct Proceedings - 2018 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality. ISMAR-Adjunct*, 2018, 381–385. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct.2018.00110>
- Jingen, L., & Elliot, S. (2021). A systematic review of augmented reality tourism research: What is now and what is next? *Tourism and Hospitality Research*, 21(1), 15–30. <https://doi.org/10.1177/1467358420941913>

- John, B., & Kurian, J. (2019). Making the World a Better Place with Mixed Reality in Education. *Australasian Conference on Information Systems*, 344–354.
- Juraschek, M., Büth, L., Posselt, G., & Herrmann, C. (2018). Mixed Reality in Learning Factories. *Procedia Manufacturing*, 23(2017), 153–158. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.009>
- Ke, F., Lee, S., & Xu, X. (2016). Teaching training in a mixed-reality integrated learning environment. *Computers in Human Behavior*, 62, 212–220. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.03.094>
- Kim, K. J., Choi, M. J., & Kim, K. J. (2021). Effects of nursing simulation using mixed reality: A scoping review. In *Healthcare (Switzerland)* (Vol. 9, Issue 8). MDPI. <https://doi.org/10.3390/healthcare9080947>
- Kitchenham, B. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. <https://www.researchgate.net/publication/302924724>
- Knierim, P., Kosch, T., Hoppe, M., & Schmidt, A. (2018). Challenges and Opportunities of Mixed Reality Systems in Education. *Mensch Und Computer 2018 - Workshopband, September 2018*, 1–6.
- Kolb, D. A., Boyatzis, R. E., & Mainemelis, C. (2014). Experiential learning theory: Previous research and new directions. *Perspectives on Thinking, Learning, and Cognitive Styles*, 216, 227–247. <https://doi.org/10.4324/9781410605986-9>
- Kommetter, C., & Ebner, M. (2019). A Pedagogical Framework for Mixed Reality in Classrooms based on a Literature Review. *EdMedia + Innovate Learning 2019*, 901–911.
- Kucera, E., Haffner, O., & Leskovsky, R. (2018). Interactive and virtual/mixed reality applications for mechatronics education developed in unity engine. *Proceedings of the 29th International Conference on Cybernetics and Informatics, K and I 2018, 2018-Janua*(January), 1–5. <https://doi.org/10.1109/CYBERI.2018.8337533>
- Laato, S., Xi, N., Spors, V., Thibault, M., & Hamari, J. (2024). Making sense of reality: A mapping of terminology related to virtual reality, augmented reality, mixed reality, XR and the metaverse. In *Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 6625–6634). Hawaii International Conference on System Sciences. https://researchportal.tuni.fi/files/10837336/0/Making_Sense_of_Reality-1.pdf
- Leonard, S. N., & Fitzgerald, R. N. (2018). Holographic learning: A mixed reality trial of Microsoft Hololens in an Australian secondary school. *Research in Learning Technology*, 26(1063519), 1–12.
- Lindgren, R., & Moshell, J. M. (2011). Supporting children's learning with body-based metaphors in a mixed reality environment. *Proceedings of IDC 2011 - 10th International Conference on Interaction Design and Children*, 177–180. <https://doi.org/10.1145/1999030.1999055>
- Lindgren, R., Tscholl, M., Wang, S., & Johnson, E. (2016). Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation. *Computers and Education*, 95, 174–187. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.001>
- Listiawan, T., Purwanto, P., & As'Ari, A. R., & Muksar, M. (2018). Mathematics Teachers Technological Content Knowledge (TCK) in using Dynamic Geometry Software. *Journal of Physics: Conference Series*, 1114(1), 012121. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1114/1/012121>

- Maas, M. J., & Hughes, J. M. (2020). Virtual, augmented and mixed reality in K–12 education: A review of the literature. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(2), 231–249. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1737210>
- Machover, C., & Tice, S. E. (1997). Virtual reality - Virtual Reality. *IEEE Computer Graphics and Appli- cation*, 1, 15–16.
- Martín-Gutiérrez, J., & Contero, M. (2011). Mixed reality for learning standard mechanical elements. *Proceedings of the 2011 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2011*, 372–374. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2011.117>
- Mateu, J., Lasala, M. J., & Alamán, X. (2014). VirtualTouch: A tool for developing mixed reality educa- tional applications and an example of use for inclusive education. *International Journal of Human- Computer Interaction*, 30(10), 815–828. <https://doi.org/10.1080/10447318.2014.927278>
- Mateu, J., Lasala, M. J., & Alamán, X. (2015). Developing mixed reality educational applications: The virtual touch toolkit. *Sensors (switzerland)*, 15(9), 21760–21784. <https://doi.org/10.3390/s150921760>
- Microsoft Holoportation Team. (n.d.). *Holoportation™ - Microsoft Research*. Retrieved January 27, 2022, from <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/holoportation-3/>
- Ministry of Education Culture Research and Technology. (2021). *Program Sekolah Menengah Sekolah Kejuruan Pusat Keunggulan*. www.kemdikbud.go.id
- Murphy, L., Eduljee, N. B., & Croteau, K. (2021). Teacher-centered versus student-centered teaching: Preferences and differences across academic majors. *Journal of Effective teaching in Higher education*, 4(1), 18–39. <https://jethe.org/index.php/jethe/article/view/156>
- Neuman, L. W. (2012). *Basics of Social Research: Qualitative and Quantitative* (3rd ed.). Pearson. <https://www.pearson.com/store/p/basics-of-social-research-pearson-new-international-edition/P200000005112/9781292020341>
- Nicola, S., & Stoicu-Tivadar, L. (2018). Mixed reality supporting modern medical education. *Studies in Health Technology and Informatics*, 255, 242–246. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-921-8-242>
- Niess, M. L. (2011). Investigating TPACK: Knowledge growth in teaching with technology. *Journal of Educational Computing Research*, 44(3), 299–317. <https://doi.org/10.2190/EC.44.3.c>
- Pamungkas, S. F., Widiastuti, I., & Suharno. (2019). Kolb’s experiential learning for vocational education in mechanical engineering: A review. *AIP Conference Proceedings*, 2114. <https://doi.org/10.1063/1.5112427>
- Passarelli, A. M., & Kolb, D. A. (2023). Using experiential learning theory to promote student learning and development in programs of education abroad. In *Student learning abroad* (pp. 137–161). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003447184-8/using-experiential-learning-theory-promote-student-learning-development-programs-education-abroad-angela-passarelli-david-kolb>
- Pellas, N., Kazanidis, I., & Palaigeorgiou, G. (2020). A systematic literature review of mixed reality envi- ronments in K-12 education. *Education and Information Technologies*, 25(4), 2481–2520. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10076-4>
- Pittara, M., Matsangidou, M., Stylianides, K., Petkov, N., & Pattichis, C. S. (2020). Virtual

- Reality for Pain Management in Cancer: A Comprehensive Review. In *IEEE Access* (Vol. 8, pp. 225475– 225489). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3044233>
- Quint, F., Sebastian, K., & Gorecky, D. (2015). A Mixed-reality Learning Environment. *Procedia Computer Science*, 75(Vare), 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.199>
- Suryodiningrat, S. P., Prabowo, H., Meyliana, & Hidayanto, A. N. (2021). Mixed Reality System for Teaching and Learning: A Systematic Literature Review. *Proceedings - 2021 IEEE 5th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering: Applying Data Science and Artificial Intelligence Technologies for Global Challenges During Pandemic Era, ICITISEE 2021*. <https://doi.org/10.1109/ICITISEE53823.2021.9655922>
- Tang, Y. M., Au, K. M., Lau, H. C. W., Ho, G. T. S., & Wu, C. H. (2020). Evaluating the effectiveness of learning design with mixed reality (MR) in higher education. *Virtual Reality*, 24(4), 797–807. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00427-9>
- Tanwar, V., Anand, V., Aggarwal, P., Kumar, M., & Kumar, G. R. (2024). Revolutionizing Military Training: A Comprehensive Review of Tactical and Technical Training through Augmented Reality, Virtual Reality, and Haptics. In *2024 IEEE 9th International Conference for Convergence in Technology (I2CT)* (pp. 1-5). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10543615/>
- The Oculus Team. (n.d.). *Introducing Oculus Quest*. Retrieved December 24, 2022, from <https://www.oculus.com/blog/introducing-oculus-quest-our-first-6dof-all-in-one-vr-system-launching-spring-2019/>
- Touel, S., Marfisi-Schottman, I., & George, S. (2020). Analysis of Mixed Reality Tools for Learning Math in Primary and Secondary School. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12517 LNCS, 112–121. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63464-3_11
- Trentini, F., Fante, C., Manganello, F., Testa, M., & Battista, S. (2025). The Use of Digital Technologies in Physiotherapy Higher Education: a Mixed-Methods Study. *Archives of Physiotherapy*, 15, 49. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11897798/>
- Tseng, C.-Y., Shu, Y., Huang, T.-C., Hsu, W.-C., & Chien, P.-L. (2021). *Integration of Mixed Reality in Teaching and Learning Effectiveness: A Systematic Literature Review of the Analyses* (pp. 85–94). https://doi.org/10.1007/978-3-030-91540-7_10
- Uhomobhi, J., Onime, C., & Wang, H. (2020). A study of developments and applications of mixed reality cubicles and their impact on learning. *International Journal of Information and Learning Technology*, 37(1–2), 15–31. <https://doi.org/10.1108/IJILT-02-2019-0026>
- Vasilevski, N., & Birt, J. (2020). Analysing construction student experiences of mobile mixed reality enhanced learning in virtual and augmented reality environments. *Research in Learning Technology*, 28, 1–23.
- Volioti, C., Keramopoulos, E., Sapounidis, T., Melisidis, K., Zafeiropoulou, M., Sotiriou, C., & Spiridis, V. (2022). Using augmented reality in K-12 education: An indicative platform for teaching

- physics. *Information*, 13(7), 336.
<https://www.mdpi.com/2078-2489/13/7/336>
- Weng, C., Rathinasabapathi, A., Weng, A., & Zagita, C. (2019). Mixed Reality in Science Education as a Learning Support: A Revitalized Science Book. *Journal of Educational Computing Research*.
<https://doi.org/10.1177/0735633118757017>
- White, J. (n.d.). *Microsoft at MWC Barcelona: Introducing Microsoft HoloLens 2* -. Retrieved December 24, 2022, from
<https://blogs.microsoft.com/blog/2019/02/24/microsoft-at-mwc-barcelona-introducing-microsoft-hololens-2/>
- Wijnen, M., Brandhuber, T., Schneider, A., & Berberat, P. O. (2022). Implementing Kolb's experiential learning cycle by linking real experience, case-based discussion and simulation. *Journal of medical education and curricular development*, 9, 23821205221091511.
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/23821205221091511>
- Yannier, N., Hudson, S. E., & Koedinger, K. R. (2020). Active learning is about more than hands-on: a mixed-reality ai system to support STEM education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 30(1), 74–96.
<https://doi.org/10.1007/s40593-020-00194-3>
- Yardley, S., Teunissen, P. W., & Dornan, T. (2012). Experiential learning: Transforming theory into practice. *Medical Teacher*, 34(2), 161–164.
<https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.643264>
- Zakharov, P. V., Vdovin, R. S., Markidonov, A. V., Kochkin, A. S., & Vdovin, A. S. (2020). Virtual and mixed reality in the study of the geometry of the crystal lattice. *Journal of Physics: Conference Series*.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1515/2/022001>
- Zhang, J., Li, G., Huang, Q., Feng, Q., & Luo, H. (2022). Augmented reality in K–12 education: A systematic review and meta-analysis of the literature from 2000 to 2020. *Sustainability*, 14(15), 9725.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/15/9725>

