



REVISIÓN SISTEMÁTICA

Artificial Intelligence and Augmented Reality in Higher Education: a systematic review

Inteligencia Artificial y Realidad Aumentada en la Educación Superior: una revisión sistemática

William Joel Marín-Rodríguez^{1,2}  , Daniel Cristóbal Andrade-Girón¹  , Marcelo Zúñiga-Rojas¹  , Edgar Tito Susanibar-Ramírez¹  , Irina Patricia Calvo-Rivera¹  , Jose Luis Ausejo-Sanchez¹  , Felix Gil Caro-Soto¹  

¹Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Lima. Huacho, Perú.

²Universidad Tecnológica del Perú. Lima, Perú.

Citar como: Marín-Rodríguez WJ, Andrade-Girón DC, Zúñiga-Rojas M, Susanibar-Ramírez ET, Calvo-Rivera IP, Ausejo-Sanchez JL, et al. Artificial Intelligence and Augmented Reality in Higher Education: a systematic review. Data and Metadata 2023; 2:121. <https://doi.org/10.56294/dm2023121>.

Enviado: 31-07-2023

Revisado: 07-10-2023

Aceptado: 21-11-2023

Publicado: 22-11-2023

Editor: Prof. Dr. Javier González Argote 

ABSTRACT

Augmented reality is a technology that combines elements of the real and virtual world to enhance the user experience by providing additional information and enriching interaction. In education, AR has been used to enhance the teaching of complex concepts by providing interactive content and immersive experiences. This review examines various aspects related to the implementation of AR in higher education, including its educational benefits, impact on student motivation and engagement, and its effectiveness in achieving learning objectives. Associated challenges and limitations, such as device availability and effective experience design, are also explored. The results indicate that AR can improve content comprehension and retention, encourage active student participation, and enhance collaborative learning. However, significant challenges are identified, such as the initial investment in technology and the need for adequate teacher training. In addition, diversity in institutional infrastructure and resources may limit the widespread adoption of AR in higher education. In conclusion, augmented reality in higher education offers promising potential to enhance teaching and learning, but its successful implementation requires careful considerations of pedagogy, accessibility, and overcoming technological barriers. It highlights the need for further research to thoroughly understand its impact and maximize its benefits in academic training.

Keywords: Educational Applications; Interactivity; Higher Education; Augmented Reality; Educational Technology.

RESUMEN

La realidad aumentada es una tecnología que combina elementos del mundo real y virtual para mejorar la experiencia del usuario, ofreciendo información adicional y enriqueciendo la interacción. En el ámbito educativo, la RA se ha utilizado para mejorar la enseñanza de conceptos complejos al proporcionar contenido interactivo y experiencias inmersivas. Esta revisión examina diversos aspectos relacionados con la implementación de la RA en la educación superior, incluyendo sus beneficios educativos, impacto en la motivación y participación de los estudiantes, y su efectividad en el logro de los objetivos de aprendizaje. Se exploran también los desafíos y limitaciones asociados, como la disponibilidad de dispositivos y el diseño efectivo de experiencias. Los resultados indican que la RA puede mejorar la comprensión y retención del contenido, fomentar la participación activa de los estudiantes y potenciar el aprendizaje colaborativo. Sin embargo, se identifican desafíos significativos, como la inversión inicial en tecnología y la necesidad de

formación docente adecuada. Además, la diversidad en la infraestructura y recursos de las instituciones puede limitar la adopción generalizada de la RA en la educación superior. En conclusión, la realidad aumentada en la educación superior ofrece un potencial prometedor para mejorar la enseñanza y el aprendizaje, pero su implementación exitosa requiere consideraciones cuidadosas sobre pedagogía, accesibilidad y superación de barreras tecnológicas. Se destaca la necesidad de más investigaciones para comprender a fondo su impacto y maximizar sus beneficios en la formación académica.

Palabras clave: Aplicaciones Educativas; Interactividad; Enseñanza Superior; Realidad Aumentada; Tecnología Educativa.

INTRODUCCIÓN

La pandemia del COVID-19 ha obligado a las instituciones de educación superior a implementar actividades de aprendizaje en línea basadas en plataformas virtuales, lo que ha dejado poco tiempo para preparar y capacitar a los profesores para familiarizar a los estudiantes con las tecnologías digitales. Si bien estudios anteriores han analizado cómo los estudiantes interactúan con las tecnologías digitales en sus actividades de aprendizaje, las características de la participación de los estudiantes en el aprendizaje en línea aún no se han explorado lo suficiente.⁽¹⁾

La realidad aumentada (RA) adquiere presencia en el mundo científico a principios de los años

90 cuando la tecnología basada en ordenadores de procesamiento rápido, técnicas de renderizado de gráficos en tiempo real, y sistemas de seguimiento de precisión portables, permiten implementar la combinación de imágenes generadas por el ordenador sobre la visión del mundo real que tiene el usuario. En muchas aplicaciones industriales y domésticas se disponen de una gran cantidad de información que están asociadas a objetos del mundo real, y la realidad aumentada se presenta como el medio que une y combina dicha información. Así, muchos de los diseños que realizan los arquitectos, ingenieros, diseñadores pueden ser visualizados en el mismo lugar físico del mundo real para donde han sido diseñados. La RA ha emergido como una tecnología innovadora y disruptiva con un potencial significativo para transformar la educación superior universitaria. Al combinar el mundo físico con elementos virtuales, la RA ofrece nuevas oportunidades para mejorar de forma significativa la enseñanza, el aprendizaje y a la vez proporciona una experiencia enriquecedora que puede mejorar la forma en que los estudiantes interactúan con la información y adquieren conocimientos.

La integración de la RA en la educación superior ha sido objeto de análisis en numerosos estudios. La RA se define como "un entorno que combina elementos virtuales generados por computadora con el entorno real".

⁽²⁾ Esta combinación puede tener un impacto sustancial en la manera en que los estudiantes interactúan con la información y el conocimiento. La tecnología de RA ofrece una nueva dimensión para la visualización de datos y la presentación de contenido educativo, lo que permite una comprensión más profunda y efectiva.

⁽³⁾ La RA está siendo desarrollada por diferentes grupos de investigación del mundo entero en las diversas tecnologías involucradas como son entre otras, el seguimiento de la posición del usuario, procesamiento de señales, visualización de información, visión por computador, generación de imágenes virtuales, renderizado de gráficos, estructuración de la información, y computación distribuida. Otro aspecto que está influyendo en las aplicaciones de la RA es la tendencia a dirigirse hacia entornos donde se requiera la movilidad del usuario, estas nuevas aplicaciones basadas en la computación móvil requieren acceder a servicios independientemente del lugar o del tiempo. Este nuevo concepto de RA móvil requiere el diseño y desarrollo de nuevas tecnologías, nuevas arquitecturas tecnológicas y nuevos dispositivos móviles.

En el ámbito de la educación superior, la RA se ha aplicado en diversas disciplinas, desde ciencias de la salud, ingeniería y humanidades. Un estudio⁽⁴⁾ exploró cómo la RA puede emplearse para mejorar la enseñanza de la anatomía, proporcionando una experiencia de aprendizaje tridimensional y contextualizada. En una investigación⁽⁵⁾ analizaron el uso de la RA en la enseñanza de la física, destacando su capacidad para fomentar la participación activa de los estudiantes y mejorar la comprensión de conceptos abstractos. La RA se ha aplicado de diversas formas para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje. La realidad aumentada puede mejorar la comprensión de conceptos abstractos al representarlos de una manera más tangible y accesible.

⁽⁶⁾ Los estudiantes pueden interactuar con modelos tridimensionales y visualizar conceptos abstractos de una manera más concreta, lo que puede impulsar la comprensión y retención del material educativo.⁽⁷⁾ Además, la RA puede fomentar la colaboración y el aprendizaje activo, permitiendo a los estudiantes trabajar juntos para resolver problemas y explorar contenido de manera interactiva.⁽⁸⁾

Esta revisión sistemática tiene como objetivo analizar y sintetizar la evidencia disponible sobre el impacto y las aplicaciones de la realidad aumentada en la educación superior universitaria, busca analizar las diversas formas en que la RA se ha implementado en la enseñanza superior, identificando sus beneficios, desafíos y áreas de desarrollo futuro. A través de este análisis, se pretende brindar una visión integral de cómo la realidad

aumentada está transformando la educación superior y su potencial para optimizar la experiencia educativa en el siglo XXI. Al comprender el estado actual de la investigación en este campo, se busca proporcionar perspectivas valiosas para informar futuras estrategias de implementación, así como su potencial desarrollo en el entorno educativo superior.

MÉTODOS

La investigación ha sido desarrollada mediante la aplicación de la metodología de revisión sistemática,^(9,10) fundamentada en las pautas establecidas por PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*).^(11,12,13)

Para lo cual se ha realizado las siguientes fases:

Planificación de la revisión

Se realizó una revisión estructurada, para analizar las más recientes publicaciones en los últimos (2017-2023), para lo cual se requiere una adecuada planificación.⁽¹⁴⁾ La planificación se inicia por la formulación de la pregunta de investigación que es un paso determinante en el proceso, tener la claridad de las preguntas y sus componentes es fundamental.⁽¹⁵⁾

Criterios	Detalle
Población	Instituciones de educación superior
Intervención	Realidad aumentada (RA)
Resultado	Mejora los estándares e indicadores de la enseñanza, aprendizaje en la educación superior

Fuente: Elaboración propia.

En base a los criterios expuestos se formuló la siguiente pregunta: ¿Cuál es el impacto de la realidad aumentada en la enseñanza y el aprendizaje en la educación superior universitaria??

Ejecución de la revisión

Se elaboró un protocolo de investigación que delineó exhaustivamente el diseño de la revisión sistemática, abarcando los parámetros para la selección de los estudios, las fuentes de información empleadas en la búsqueda, las estrategias de investigación y los procedimientos de recopilación y análisis de datos.

IDE	Base de Datos	Cantidad
DB1	Scopus	66
DB2	Web of Science	47
DB3	PubMed	12

Fuente: Elaboración propia.

Estrategia de Búsqueda

Con el propósito de llevar a cabo esta revisión sistemática, se realizó una búsqueda minuciosa en bases de datos especializadas, para localizar información pertinente que respaldara nuestra investigación. Se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas, incluyendo PubMed, Scopus, Web of Science. Se utilizaron las siguientes palabras clave y sus combinaciones: "realidad aumentada", "educación superior", "enseñanza", "aprendizaje", "universidad", "impacto", "efectividad", entre otras. La búsqueda se limitó a artículos publicados desde el año 2017 hasta la actualidad para asegurar la relevancia de los estudios.

Criterios de inclusión y exclusión

Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para identificar estudios pertinentes. Los criterios de inclusión abarcaron investigaciones empíricas que evalúan el uso de la realidad aumentada en contextos de educación superior universitaria. Se excluyeron estudios no relacionados, revisiones narrativas y aquellos que no estaban disponibles en texto completo.

Los criterios de inclusión y exclusión en el contexto de la presente investigación aluden a los patrones y directrices predefinidos que se aplican con el propósito de discernir qué estudios o artículos serán incorporados

en la revisión sistemática y cuáles quedarán excluidos. Estas pautas encuentran su fundamento en los objetivos mismos de la investigación y en la cuestión de estudio que se está abordando.⁽¹⁵⁾

Base de datos	Sintaxis de búsqueda
Scopus	TITLE-ABS-KEY (("systematic review" OR "literature review" OR "integrative review") AND ("augmented reality" OR "AR") AND ("higher education" OR "higher learning" OR "post-secondary education" OR "university education" OR "college education" OR "tertiary education"))
Web of Science	("systematic review" OR "systematic literature review" OR "systematic scoping review") AND ("augmented reality" OR "virtual reality") AND ("higher education" OR "higher learning")
PubMed	((“Augmented Reality” OR “AR”) AND (“Higher Education” OR “Postsecondary Education”)) AND “Systematic Review”

Fuente: Elaboración propia.

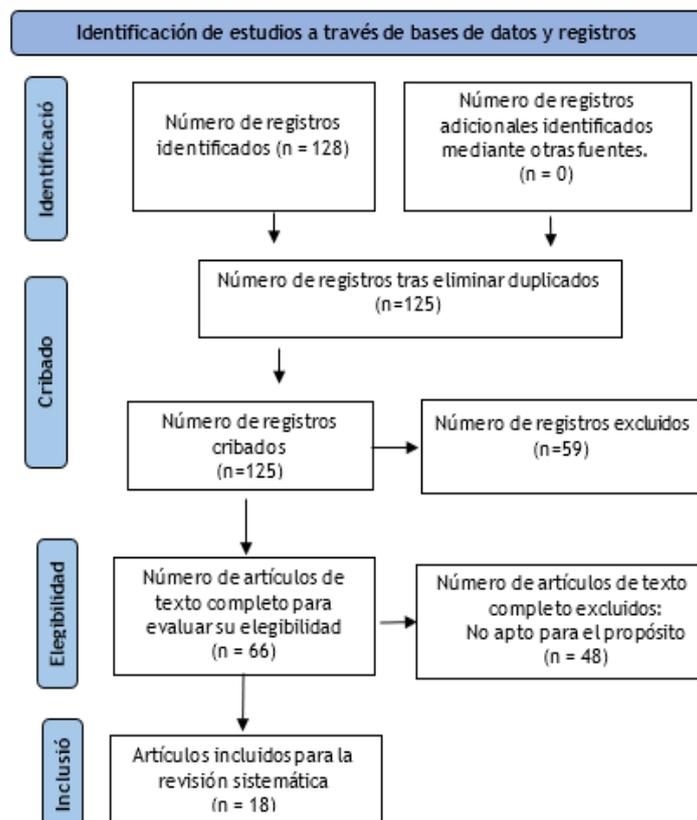
Proceso de selección de la muestra

Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se ha realizado una restricción en la muestra con el objetivo de analizar únicamente aquellos artículos que proporcionen información relevante para el objetivo planteado. En el diagrama de flujo adjunto se detalla que inicialmente se identificaron 125 artículos en las tres bases de datos. Luego de eliminar los artículos duplicados y al aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se obtuvieron un total de 66 artículos. A partir de esta selección, se realizaron exclusiones adicionales por diversas razones. Al final, se incluyeron un total de 18 artículos en el análisis.

Extracción de Datos

Se registraron datos esenciales de los estudios seleccionados, incluyendo autor, año de publicación, objetivo de la investigación, método, hallazgos clave y limitaciones. Se utilizó una hoja de extracción de datos estandarizada para mantener uniformidad en la recopilación de información.

Figura 1. Diagrama de flujo del método de búsqueda y selección de referencias de la revisión sistemática



Fuente: Elaboración propia.

Análisis y Síntesis

Se realizó un análisis temático de los estudios incluidos para identificar patrones y tendencias en los resultados. Se sintetizaron los hallazgos clave y se evaluó la calidad de la evidencia disponible. La metodología utilizada en esta revisión sistemática sigue pautas rigurosas y está diseñada para garantizar la calidad y transparencia del proceso de revisión. Las siguientes secciones del artículo detallarán los resultados de la revisión y proporcionarán conclusiones y recomendaciones basadas en los hallazgos obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión sistemática presenta un análisis de la frecuencia de las publicaciones en relación al año de su publicación. Los resultados de este análisis se exponen de manera detallada en la tabla 4.

Intervalo de años	N° de artículos	Porcentaje (%)
2017-2020	6	33
2021-2023	12	67
Total	18	100

Fuente: Elaboración propia.

Descripción de los Estudios Incluidos.

Se identificaron un total de 18 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión. Estos estudios abarcan un período de publicación desde el año 2017 hasta el 2023, lo que refleja la creciente atención que la realidad aumentada ha recibido en la educación superior en los últimos años.

Áreas de Aplicación de la RA.

En un estudio⁽²⁸⁾ se identificaron 18 dominios de aplicación, lo que indica una mejor recepción de esta tecnología en muchas disciplinas. Los estudios incluidos en la revisión exploran una variedad de áreas de aplicación de la realidad aumentada en la educación superior. Estas áreas incluyen, pero no se limitan a:

Enseñanza de Ciencias: Varios estudios se centran en la enseñanza de materias de ciencias como biología, química y física, utilizando la realidad aumentada para visualizar modelos tridimensionales y procesos complejos.

Educación Médica: La realidad aumentada se ha empleado para mejorar la formación médica, permitiendo a los estudiantes interactuar con modelos anatómicos y practicar procedimientos médicos en entornos virtuales.

Arquitectura y Diseño: En programas de arquitectura y diseño, la realidad aumentada se ha utilizado para crear experiencias inmersivas de diseño y visualización de proyectos.

Idiomas y Cultura: Algunos estudios han explorado el uso de la realidad aumentada en la enseñanza de idiomas y la exposición a la cultura a través de experiencias enriquecidas.

Beneficios de la RA.

La RA se aplica cada vez más y se utilizan un mayor número de dispositivos inmersivos.⁽²⁴⁾ En tales circunstancias, la educación superior es el principio de la investigación, hablar/expresarse y las palabras siguen siendo los objetivos de aprendizaje más importantes. La revisión reveló una serie de beneficios asociados con el uso de la realidad aumentada en la educación superior, incluyendo:

Mejora de la Comprensión y Retención: Muchos estudios informaron que la realidad aumentada facilita una comprensión más profunda y una mayor retención de los contenidos.

Aumento de la Motivación: Los estudiantes mostraron un mayor nivel de motivación y compromiso cuando se utilizaron aplicaciones de realidad aumentada en el proceso de aprendizaje.

Aprendizaje Activo: La realidad aumentada promovió el aprendizaje activo y participativo, permitiendo a los estudiantes interactuar con conceptos de manera más práctica.

Limitaciones y Desafíos.

A pesar de los beneficios, los estudios también identificaron limitaciones y desafíos en la implementación de la realidad aumentada en la educación superior. Estos incluyen:

Limitaciones Tecnológicas: La disponibilidad de dispositivos y recursos tecnológicos sigue siendo un obstáculo en algunas instituciones.

Formación Docente: La capacitación adecuada para los profesores en la integración efectiva de la realidad aumentada es esencial.

Heterogeneidad de Resultados: Se observó una variabilidad en los resultados de los estudios, lo que sugiere que la efectividad de la realidad aumentada puede depender de múltiples factores.

A pesar de los beneficios evidentes de la realidad aumentada, se identificaron desafíos y limitaciones en los estudios revisados.⁽¹⁶⁾ Señalan que la disponibilidad de dispositivos y la conectividad pueden ser obstáculos para la implementación generalizada de la realidad aumentada. El diseño efectivo de experiencias de realidad aumentada requiere una planificación y desarrollo significativos, la capacitación del profesorado también fue citada como un desafío importante para la adopción exitosa en el aula.⁽²²⁾

Impacto en el Aprendizaje.

Varios estudios destacaron el impacto positivo de la realidad aumentada en la mejora del aprendizaje en la educación superior. Por ejemplo, Nesenbergs et al.⁽¹⁷⁾ encontraron 24 intervenciones que tuvieron un efecto medido sobre el desempeño de los estudiantes entre positivas y negativas, estas últimas sin impacto. En otro estudio⁽¹⁹⁾ observaron que el uso de la RA facilitó a los estudiantes la adquisición de habilidades, especialmente en cursos con un alto componente de visualización tridimensional, e influyó positivamente en diversos aspectos del proceso de aprendizaje como la motivación, la satisfacción o el aprendizaje autónomo, con mejoras sustanciales en el rendimiento académico y la participación de los estudiantes utilizando una aplicación de RA. En otra investigación⁽²⁰⁾ encontraron resultados no concluyentes en términos de satisfacción con el aprendizaje y rendimiento académico, lo que demuestra que los modelos de enseñanza basados en VR/AR son igualmente efectivos que los métodos tradicionales para enseñar una asignatura.

Motivación y Participación de los Estudiantes.

Varios estudios resaltaron el impacto de la realidad aumentada en la motivación y la participación de los estudiantes. Bermejo et al.⁽²¹⁾ concluyeron que la aplicación de AR/VR mejora la inmersión en el aprendizaje, sin embargo, también existen efectos negativos del uso de estas tecnologías, como el agotamiento visual y la fatiga mental. En el estudio de Xing-yue et al.⁽²⁵⁾ sus resultados revelan un aumento en el número de estudios de RA durante los últimos cuatro años. La ventaja más reportada es que promueve un mejor rendimiento del aprendizaje. A su vez Pellas et al.⁽²⁸⁾ revelaron tendencias en evolución en la literatura sobre realidad virtual en términos de patrones de publicación, supuestos pedagógicos, uso de equipos, metodologías de investigación y factores contextuales.

Los hallazgos de esta revisión sistemática sugieren que la realidad aumentada tiene un impacto positivo en la enseñanza y el aprendizaje en la educación superior. Mejora la comprensión y retención del contenido, fomenta la participación activa de los estudiantes y potencia el aprendizaje colaborativo. Sin embargo, existen desafíos significativos, como la disponibilidad de dispositivos, el diseño efectivo de experiencias de RA y la capacitación del profesorado, que requieren abordarse para maximizar los beneficios de la realidad aumentada en la educación superior. Una investigación⁽³²⁾ expuso algunos de los hallazgos más destacables como la mejora de las habilidades espaciales de los estudiantes mediante la inclusión de la RA en entornos educativos, la necesidad de formación del profesorado, la falta de personalización en las aplicaciones desarrolladas y la escasez de materiales aumentados en forma de Recursos Educativos Abiertos. En otro estudio⁽²⁶⁾ identificaron brechas que apuntan hacia regiones inexploradas del diseño de realidad virtual para la educación, lo que podría motivar trabajos futuros en este campo. Se destaca que la realidad aumentada tiene el potencial de mejorar la enseñanza y el aprendizaje en la educación superior, pero su adopción exitosa requiere un enfoque cuidadoso y consideración de los desafíos involucrados.

El estudio realizado presenta las características de mayor trascendencia en el contexto de la revisión sistemática llevada a cabo. Para ello, se han considerado los siguientes atributos: autoría, ubicación geográfica, enfoque de investigación, metodología y resultados. La tabla 5 presenta los resultados de la revisión, incluyendo una descripción detallada de los hallazgos y su relevancia en el contexto de la educación superior universitaria.

Tabla 5. Características descriptivas de los estudios incluidos

Autor	País	Enfoque	Método	Resultados
⁽¹⁷⁾ (Nesenbergs, Abolins, Ormanis & Mednis, 2020)	Letonia	Cuantitativo	Revisión sistemática	24 intervenciones describieron un impacto medido en el desempeño (de ellas, 11 tuvieron un impacto positivo, 7 tuvieron un impacto negativo y 6 no tuvieron ningún efecto) y 6 intervenciones describieron un impacto medido en el compromiso y las 6 informaron un impacto positivo.
⁽¹⁸⁾ (López, Moreno-Guerrero, López & Pozo, 2019)	España	Cuantitativo	Análisis bibliométrico	Se muestran que las producciones científicas sobre ARHE no son abundantes, remontando sus inicios al año 1997, iniciando su periodo más productivo en 2015. Los estudios más abundantes son comunicaciones y artículos (generalmente en inglés), con una amplia variedad temática en los que destacan los indicadores bibliométricos “entornos virtuales” y “educación superior”.
⁽¹⁹⁾ (Rodríguez-Abad, Fernández-de-la-Iglesia, Martínez-Santos & Rodríguez-González, 2021)	España	Mixto	Revisión sistemática de método mixto	El uso de la RA facilitó a los estudiantes la adquisición de habilidades, especialmente en cursos con un alto componente de visualización tridimensional, e influyó positivamente en diversos aspectos del proceso de aprendizaje como la motivación, la satisfacción o el aprendizaje autónomo.
⁽²⁰⁾ (Lucena-Anton, Fernandez-Lopez, Pacheco-Serrano, Garcia-Munoz & Moral-Munoz, 2022)	España	Cuantitativo	Revisión sistemática	Se encontraron resultados no concluyentes en términos de satisfacción con el aprendizaje y rendimiento académico, lo que demuestra que los modelos de enseñanza basados en VR/AR son igualmente efectivos que los métodos tradicionales.
⁽²¹⁾ (Bermejo, Juiz, Cortes, Oskam, Moilanen & Loijas, 2023)	España	Cuantitativo	Análisis bibliométrico	Se analizaron 129 artículos. Los estudios concluyeron que la aplicación de AR/VR mejora la inmersión en el aprendizaje. Sin embargo, también existen efectos negativos del uso de estas tecnologías, como el agotamiento visual y la fatiga mental.
⁽²²⁾ (Olasina, 2022)	Sudáfrica	Cualitativo	Revisión de literatura	Los resultados muestran una alta fragmentación entre diversas herramientas, software y aplicaciones de RA, lo que lleva a una mayor complejidad para adaptar y mejorar los sistemas a la enseñanza y el aprendizaje.
⁽²³⁾ (Ryan, Callaghan, Rafferty, Higgins, Mangina & McAuliffe, 2022)	Irlanda	Cuantitativo	Revisión sistemática según las directrices de la Colaboración Cochrane	De 15.627 estudios, se incluyeron y evaluaron 29 (0,19%) ensayos controlados aleatorios (N = 2722 estudiantes) utilizando la herramienta MERSQI. Se encontró que la ganancia de conocimiento era igual cuando se comparaban las tecnologías inmersivas con las modalidades de aprendizaje tradicionales.
⁽²⁴⁾ (Xing-yue, Chuang-Kai, Lu-Lu, Cai-Feng & Shu-jie, 2023)	China	Cuantitativo	Revisión sistemática	Se ha demostrado que los estudios empíricos se encuentran en su período pico; La VR/AR se aplica cada vez más y se utilizan un mayor número de dispositivos inmersivos. En tales circunstancias, la educación superior es el principio de la investigación, y hablar/expresarse y las palabras siguen siendo los objetivos de aprendizaje más importantes.
⁽²⁵⁾ (Akçayır & Akçayır, 2017)	Turquía	Cuantitativo	Revisión sistemática	Se seleccionaron un total de 68 artículos de investigación para su análisis. Los hallazgos revelan un aumento en el número de estudios de RA durante los últimos cuatro años. La ventaja más reportada de la RA es que promueve un mejor rendimiento del aprendizaje.

(26) (Radianti , Majchrzak, Fromm & Wohlgenannt, 2020)	Noruega	Cuantitativo	Mapeo sistemático de literatura	El estudio identifica 18 dominios de aplicación, lo que indica una mejor recepción de esta tecnología en muchas disciplinas. Las brechas identificadas apuntan hacia regiones inexploradas del diseño de realidad virtual para la educación, lo que podría motivar trabajos futuros en este campo.
(27) (Pellas, Mystakidis & Kazanidis, 2021)	Grecia	Mixto	Revisión sistemática de método mixto	La mayoría de los estudios se centraron en describir y evaluar la idoneidad o la eficacia de los procesos de diseño instruccional aplicados utilizando diversas aplicaciones de realidad virtual para difundir sus hallazgos sobre la experiencia del usuario, problemas de usabilidad, resultados de los estudiantes y/o rendimiento del aprendizaje.
(28) (Luo, Li, Feng, Yang & Zuo, 2021)	China	Cuantitativo	Revisión de literatura	Se revelaron tendencias en evolución en la literatura sobre realidad virtual en términos de patrones de publicación, supuestos pedagógicos, uso de equipos y metodologías de investigación, así como los factores contextuales detrás de la adopción de la realidad virtual en la educación superior.
(29) (Mystakidis, Berki & Valtanen, 2021)	Grecia	Cuantitativo	Revisión sistemática de literatura	Los hallazgos indican que los educadores y diseñadores de SVRE deben poner más énfasis en la semiótica sociocultural y los aspectos emocionales del aprendizaje electrónico y en cuestiones éticas como la privacidad y la seguridad.
(30) (Di Natale, Repetto, Riva & Villani, 2020)	Italia	Cuantitativo	Revisión sistemática	La síntesis de los estudios revisados (n = 18) muestra que IVR puede respaldar una serie de actividades y experiencias que a su vez mejoran el aprendizaje y motivan a los estudiantes a cumplir objetivos educativos al despertar su interés y compromiso con los materiales de aprendizaje.
(31) (Stretton, Cochrane & Narayan, 2018)	Nueva Zelanda	Cuantitativo	Revisión sistemática	La búsqueda generó 1484 estudios, de los cuales 18 cumplieron los criterios de inclusión. La mayoría de los estudios utilizaron realidad mixta móvil (mMR) para enseñar habilidades procedimentales con plataformas móviles establecidas demostró beneficios en las puntuaciones de habilidades y conocimientos en comparación con el control. Los usuarios se mostraron favorables al uso futuro de mMR.
(32) (del Cerro Velázquez & Morales Méndez, 2021)	España	Cuantitativo	Revisión sistemática de literatura	Los resultados revelan un aumento en el número de investigaciones en los últimos años. Algunos de los hallazgos más destacables son la mejora de las habilidades espaciales de los estudiantes mediante la inclusión de la RA en entornos educativos, la necesidad de formación del profesorado, la falta de personalización en las aplicaciones desarrolladas y la escasez de materiales aumentados en forma de Recursos Educativos Abiertos (REA).
(33) (Salas-Pilco, Yang & Zhang, 2022)	China	Cuantitativo	Revisión sistemática de literatura	Luego de revisar los estudios sobre actividades de aprendizaje en línea, se examina la participación de los estudiantes desde dimensiones conductuales, cognitivas y afectivas e identifica las principales características de la participación de los estudiantes. Las implicaciones de los hallazgos para el aprendizaje en línea en la educación superior latinoamericana son las siguientes: (a) transformar la educación superior, (b) proporcionar una formación profesional adecuada, (c) mejorar la conectividad a Internet, (d) garantizar un aprendizaje en línea de calidad en la educación superior y (e) brindar apoyo emocional.
(34) (Shadiev & Liang, 2023)	China	Cuantitativo	Revisión sistemática	La mayoría de los estudios emplearon dispositivos móviles para actividades de aprendizaje de RA, centrándose en el idioma inglés y la adquisición de vocabulario como el componente lingüístico más frecuentemente entrenado. Los académicos aprovecharon predominantemente la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia junto con enfoques de aprendizaje basados en juegos y tareas en sus estudios.

La revisión sistemática aporta una perspicacia exhaustiva en la implementación de la realidad aumentada (RA) en instituciones de educación superior, al identificar elementos esenciales que ejercen influencia tanto en su promoción como en sus limitaciones. La revisión sistemática sobre el uso de la realidad aumentada en la educación superior ha proporcionado una visión completa de la literatura disponible, revelando una serie de conclusiones significativas, entre los que se pueden destacar los siguientes hallazgos y conclusiones clave:

Impacto Positivo en la Enseñanza y el Aprendizaje.

La realidad aumentada ha demostrado tener un impacto positivo en la enseñanza y el aprendizaje en la educación superior. Los estudios encontrados reportaron mejoras en la comprensión y retención de los contenidos, lo que sugiere que la tecnología puede facilitar un aprendizaje más profundo y significativo. Además, se encontró que la realidad aumentada aumenta la motivación y el compromiso de los estudiantes, fomentando el aprendizaje activo y participativo.

Diversidad de Aplicaciones.

La revisión sistemática destacó la diversidad de aplicaciones de la realidad aumentada en la educación superior. Desde la enseñanza de ciencias, educación y medicina hasta la formación en diseño y lenguas extranjeras, la tecnología ha demostrado ser versátil y adaptable a una variedad de disciplinas y contextos educativos.^(35,36)

Desafíos y Limitaciones

A pesar de los beneficios, existen desafíos y limitaciones que deben abordarse en la implementación de la realidad aumentada en la educación superior. La disponibilidad de dispositivos y recursos tecnológicos sigue siendo un obstáculo en algunas instituciones, y se necesita una inversión significativa en infraestructura. La formación adecuada para los docentes es esencial para aprovechar al máximo esta tecnología. Además, la heterogeneidad en los resultados sugiere que la efectividad de la realidad aumentada puede depender de múltiples factores, como el diseño pedagógico y el contexto de la aplicación.

Recomendaciones

Basadas en los hallazgos de esta revisión, se formulan las siguientes recomendaciones:

Las instituciones de educación superior deben considerar la inversión en tecnología y recursos para facilitar la adopción de la realidad aumentada, especialmente en disciplinas donde se ha demostrado su eficacia.

Se debe ofrecer capacitación y apoyo a los docentes para que puedan integrar de manera efectiva la realidad aumentada en sus prácticas pedagógicas.

Se recomienda llevar a cabo investigaciones adicionales que aborden la heterogeneidad en los resultados y exploren en mayor profundidad los factores que influyen en la efectividad de la realidad aumentada en la educación superior.

CONCLUSIONES

La realidad aumentada representa una oportunidad emocionante en la educación superior, capaz de enriquecer la experiencia de enseñanza y aprendizaje con el uso de esta tecnología. Siendo la aplicación de las Tics en la educación beneficiosa ya que ayuda en la mejora del logro de capacidades cognitivas de los estudiantes, la aplicación de la tecnología celular es la más adecuada y aceptada por los estudiantes para el uso de este sistema en la mejora del logro de sus capacidades. Sin embargo, su implementación exitosa requerirá un enfoque cuidadoso y la superación de desafíos. Esta revisión sistemática proporciona una base sólida para futuras investigaciones y decisiones institucionales relacionadas con la integración de la realidad aumentada en la educación superior universitaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Salas-Pilco, S. Z., Yang, Y., & Zhang, Z. (2022). Student engagement in online learning in Latin American higher education during the COVID-19 pandemic: A systematic review. *British Journal of Educational Technology*, 53:593- 619. <https://doi.org/10.1111/bjet.13190>
2. Ronald T. Azuma; A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 1997; 6 (4): 355-385. doi: <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
3. M. Billinghurst, A. Duenser. *Augmented Reality in the Classroom*. *Computer* 2012; 45(7):56-63. doi: 10.1109/MC.2012.111.
4. Huang H-M, Rauch U, Liaw S-S. Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments:

Based on a constructivist approach. *Comput Educ* [Internet]. 2010;55(3):1171-82. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.014>

5. Kamarainen AM, Metcalf S, Grotzer T, Browne A, Mazzuca D, Tutwiler MS, et al. EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Comput Educ* [Internet]. 2013;68:545-56. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>

6. Prakash A, Haque A, Islam F, Sonal D. Exploring the Potential of Metaverse for Higher Education: Opportunities, Challenges, and Implications. *Metaverse Basic and Applied Research* 2023;2:40-40. <https://doi.org/10.56294/mr202340>

7. Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S. et al. "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality* 10, 163-174 (2006). <https://doi.org/10.1007/s10055-006-0036-4>

8. Bacca Acosta JL, Baldiris Navarro SM, Fabregat Gesa R, Graf S, Kinshuk. Augmented Reality trends in education: A systematic review of research and applications. *J Educ Techno Soc* [Internet]. 2014; Disponible en: <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/17763>

9. Sánchez, M. J. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula Abierta*, 38(2), 53-64. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11162/5126>

10. Pigott, T. D., & Polanin, J. R. (2020). Methodological guidance paper: High-quality meta-analysis in a systematic review. *Review of Educational Research*, 90(1), 24-46. Doi: 10.3102/0034654319877153

11. Serrano, S. S., Navarro, I. P., & González, M. D. (2022). ¿Cómo hacer una revisión sistemática siguiendo el protocolo PRISMA?: Usos y estrategias fundamentales para su aplicación en el ámbito educativo a través de un caso práctico. *Bordón: Revista de pedagogía*, 74(3), 51-66. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8583045>

12. Schwarzer, G., Carpenter, J. R., & Rücker, G. (2015). *Meta-analysis with R* (ISBN: 978-3-319-21416-0 ed., Vol. 4784). Cham: springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-21416-0>

13. Alexander, P. A. (2020). Methodological guidance paper: The art and science of quality systematic reviews. *Review of Educational Research*, 90(1), 6-23. <https://doi.org/10.3102/0034654319854352>

14. Brereton, K. B., Budgen, O. P., Turner, D., Bailey, J., & Linkmen, S. (2009). Systematic reviews of the software engineering literature: a systematic review of the literature. *Information technology and computer software*, 51(1), 7-15. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>

15. Gonzalez-Argote J, Gonzalez-Argote D. 10 Best practices in Immersive Learning Design and 10 points of connection with the Metaverse: a point of view. *Metaverse Basic and Applied Research* 2023;2:7-7. <https://doi.org/10.56294/mr20237>

16. García Aretio L. Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. *RIED Rev Iberoam Educ Distancia* [Internet]. 2017;20(2):9. Disponible en: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/141223>

17. Nesenbergs K, Abolins V, Ormanis J, Mednis A. Use of Augmented and Virtual Reality in Remote Higher Education: A Systematic Umbrella Review. *Education Sciences* 2020;11:8. <https://doi.org/10.3390/educsci11010008>.

18. López Belmonte J, Moreno-Guerrero A-J, López Núñez JA, Pozo Sánchez S. Analysis of the Productive, Structural, and Dynamic Development of Augmented Reality in Higher Education Research on the Web of Science. *Applied Sciences* 2019;9:5306. <https://doi.org/10.3390/app9245306>.

19. Rodríguez-Abad C, Fernández-de-la-Iglesia J-C, Martínez-Santos A-E, Rodríguez-González R. A Systematic Review of Augmented Reality in Health Sciences: A Guide to Decision-Making in Higher Education. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021;18:4262. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084262>.

20. Lucena-Anton D, Fernandez-Lopez JC, Pacheco-Serrano AI, Garcia-Munoz C, Moral-Munoz JA. Virtual and Augmented Reality versus Traditional Methods for Teaching Physiotherapy: A Systematic Review. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education* 2022;12:1780-92. <https://doi.org/10.3390/ejihpe12120125>.

21. Bermejo B, Juiz C, Cortes D, Oskam J, Moilanen T, Loijas J, et al. AR/VR Teaching-Learning Experiences in Higher Education Institutions (HEI): A Systematic Literature Review. *Informatics* 2023;10:45. <https://doi.org/10.3390/informatics10020045>.

22. Olasina, Gbolahan . 2022. "Augmented Reality in Higher Education: The New Reality of Teaching and Learning during and Post-COVID-19." *Ubiquitous Learning: An International Journal* 16 (1): 31-54. doi:10.18848/1835-9795/CGP/v16i01/31-54

23. Inastrilla CRA. Big Data in Health Information Systems. *Seminars in Medical Writing and Education* 2022;1:6-6. <https://doi.org/10.56294/mw20226>

24. Ryan GV, Callaghan S, Rafferty A, Higgins MF, Mangina E, McAuliffe F. Learning outcomes of immersive technologies in health care student education: Systematic review of the literature. *J Med Internet Res*. 2022;24(2):e30082. <http://dx.doi.org/10.2196/30082>

25. Xing-yue Qiu, Chuang-Kai Chiu, Lu-Lu Zhao, Cai-Feng Sun & Shu-jie Chen (2023) Trends in VR/AR technology-supporting language learning from 2008 to 2019: a research perspective, *Interactive Learning Environments*, 31:4, 2090-2113, DOI: 10.1080/10494820.2021.1874999

26. Akçayır M, Akçayır G. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educ Res Rev [Internet]*. 2017;20:1-11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>

27. Radianti J, Majchrzak TA, Fromm J, Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Comput Educ [Internet]*. 2020;147(103778):103778. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

28. Pellas, N., Mystakidis, S. & Kazanidis, I. Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A systematic review of the last decade scientific literature. *Virtual Reality* 25, 835-861 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00489-9>

29. Luo H, Li G, Feng Q, Yang Y, Zuo M. Virtual reality in K - 12 and higher education: A systematic review of the literature from 2000 to 2019. *J Comput Assist Learn [Internet]*. 2021;37(3):887-901. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/jcal.12538>

30. Mystakidis, S.; Berki, E.; Valtanen, J.-P. Deep and Meaningful E-Learning with Social Virtual Reality Environments in Higher Education: A Systematic Literature Review. *Appl. Sci.* 2021, 11, 2412. <https://doi.org/10.3390/app11052412>

31. Di Natale AF, Repetto C, Riva G, Villani D. Immersive virtual reality in K - 12 and higher education: A 10 - year systematic review of empirical research. *Br J Educ Technol [Internet]*. 2020;51(6):2006-33. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/bjet.13030>

32. Stretton T, Cochrane T, Narayan V. Exploring mobile mixed reality in healthcare higher education: A systematic review. *Res Learn Technol [Internet]*. 2018;26(0). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.25304/rlt.v26.2131>

33. Pregowska A, Osial M, Gajda A. What will the education of the future look like? How have Metaverse and Extended Reality affected the higher education systems? *Metaverse Basic and Applied Research* 2024;3:57-57. <https://doi.org/10.56294/mr202457>

34. Bermejo B, Juiz C, Cortes D, Oskam J, Moilanen T, Loijas J, et al. AR/VR Teaching-Learning Experiences in Higher Education Institutions (HEI): A Systematic Literature Review. *Informatics* 2023;10:45. <https://doi.org/10.3390/informatics10020045>

org/10.3390/informatics10020045

35. Canova-Barrios C, Machuca-Contreras F. Interoperability standards in Health Information Systems: systematic review. *Seminars in Medical Writing and Education* 2022;1:7-7. <https://doi.org/10.56294/mw20227>

36. Rustam Shadiev & Qiwei Liang. A review of research on AR-supported language learning, *Innovation in Language Learning and Teaching*. 2023. DOI: 10.1080/17501229.2023.2229804

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: William Joel Marín-Rodríguez, Daniel Cristóbal Andrade-Girón.

Curación de datos: William Joel Marín-Rodríguez, Daniel Cristóbal Andrade-Girón.

Análisis formal: William Joel Marín-Rodríguez, Daniel Cristóbal Andrade-Girón.

Adquisición de fondos: William Joel Marín-Rodríguez, Daniel Cristóbal Andrade-Girón, Marcelo Zúñiga-Rojas, Edgar Tito Susanibar-Ramirez, Irina Patricia Calvo-Rivera, Jose Luis Ausejo-Sanchez, Felix Gil Caro-Soto.

Investigación: William Joel Marín-Rodríguez.

Metodología: William Joel Marín-Rodríguez, Daniel Cristóbal Andrade-Girón.

Administración del proyecto: William Joel Marín-Rodríguez, Daniel Cristóbal Andrade-Girón.

Recursos: William Joel Marín-Rodríguez, Daniel Cristóbal Andrade-Girón, Marcelo Zúñiga-Rojas, Edgar Tito Susanibar-Ramirez, Irina Patricia Calvo-Rivera, Jose Luis Ausejo-Sanchez, Felix Gil Caro-Soto.

Software: William Joel Marín-Rodríguez, Daniel Cristóbal Andrade-Girón.

Supervisión: William Joel Marín-Rodríguez, Daniel Cristóbal Andrade-Girón.

Validación: Marcelo Zúñiga-Rojas, Edgar Tito Susanibar-Ramirez, Irina Patricia Calvo-Rivera, Jose Luis Ausejo-Sanchez, Felix Gil Caro-Soto.

Visualización: Marcelo Zúñiga-Rojas, Edgar Tito Susanibar-Ramirez, Irina Patricia Calvo-Rivera, Jose Luis Ausejo-Sanchez, Felix Gil Caro-Soto.

Redacción - borrador original: William Joel Marín-Rodríguez, Daniel Cristóbal Andrade-Girón

Redacción - revisión y edición: Daniel Cristóbal Andrade-Girón, William Joel Marín-Rodríguez, Marcelo Zúñiga-Rojas, Edgar Tito Susanibar-Ramirez, Irina Patricia Calvo-Rivera, Jose Luis Ausejo-Sanchez, Felix Gil Caro-Soto.