

<https://doi.org/10.23913/ride.v16i31.2663>

Artículos científicos

**Beneficios reportados de la realidad virtual y la realidad
aumentada en la educación superior: una revisión sistemática**

*Reported benefits of virtual reality and augmented reality in higher
education: a systematic review*

*Benefícios relatados da realidade virtual e da realidade aumentada no
ensino superior: uma revisão sistemática*

Jesús Antonio Zepeda Llamas

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., México

jzepeda423@estudiantes.ciad.mx

<https://orcid.org/0009-0009-7775-5958>

Jorge Inés León Balderrama*

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., México

jleon@ciad.mx

<https://orcid.org/0000-0001-5550-6162>

Beatriz Arellano Grajales

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., México

barellano424@estudiantes.ciad.mx

<http://orcid.org/0009-0008-2326-1584>

*Autor para correspondencia

Resumen

Las tecnologías inmersivas (TI) como la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA) han cobrado creciente importancia como herramientas que pueden potenciar los procesos de enseñanza-aprendizaje en la educación superior. Su capacidad de recrear escenarios complejos a través de simulaciones apoya la formación práctica y fomenta la motivación del alumnado, especialmente en áreas como la medicina, las ingenierías y las ciencias naturales. El objetivo de este artículo es analizar de qué manera las aplicaciones de RV y RA influyen en las distintas dimensiones del aprendizaje en educación superior, identificando sus beneficios, limitaciones y perspectivas de aplicación. Dado el carácter heterogéneo de la evidencia empírica sobre el tema, se realizó una revisión sistemática (PRISMA 2020) de 21 estudios experimentales y cuasi experimentales publicados entre 2017 y 2024, consultando las bases de datos Scopus, Web of Science y EBSCOhost. Los resultados muestran que los estudiantes registran una mejora sustancial en el aprendizaje conceptual, la retención de información, la transferencia de habilidades, el compromiso estudiantil, así como beneficios en el trabajo colaborativo y la empatía, particularmente en contextos médicos y de ciencias sociales. Aunque persisten limitaciones provenientes de la corta duración de los estudios y su concentración en países desarrollados, se concluye que la RV y la RA presentan un alto potencial transformador para la educación superior, siempre que su implementación se base en investigación longitudinal, métricas comunes y una adecuada formación docente.

Palabras clave: tecnologías de RV y RA, educación superior, aprendizaje, revisión.

Abstract

Immersive technologies (ITs) such as Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) have gained increasing importance as tools that can enhance teaching-learning processes in higher education. Their ability to recreate complex scenarios through simulations supports practical training and fosters student motivation, especially in areas such as medicine, engineering, and natural sciences. The objective of this article is to analyze how VR and AR applications influence different dimensions of learning in higher education, identifying their benefits, limitations, and application prospects. Given the heterogeneous nature of the empirical evidence on the subject, a systematic review (PRISMA 2020) of 21 experimental and quasi-experimental studies published between 2017 and 2024 was conducted, consulting

the Scopus, Web of Science, and EBSCOhost databases. The results show that students report substantial improvements in conceptual learning, information retention, skill transfer, student engagement, as well as benefits in collaborative work and empathy, particularly in medical and social science contexts. Although limitations persist due to the short duration of studies and their concentration in developed countries, it is concluded that VR and AR have significant transformative potential for higher education, as long as their implementation is based on longitudinal research, common metrics, and adequate teacher training.

Keywords: VR and AR technologies, higher education, learning, literature review.

Resumo

Tecnologias imersivas (TIs), como Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA), têm ganhado crescente importância como ferramentas que podem aprimorar os processos de ensino e aprendizagem no ensino superior. Sua capacidade de recriar cenários complexos por meio de simulações apoia o treinamento prático e fomenta a motivação dos alunos, especialmente em áreas como medicina, engenharia e ciências naturais. O objetivo deste artigo é analisar como as aplicações de RV e RA influenciam diferentes dimensões da aprendizagem no ensino superior, identificando seus benefícios, limitações e perspectivas de aplicação. Dada a natureza heterogênea das evidências empíricas sobre o tema, foi realizada uma revisão sistemática (PRISMA 2020) de 21 estudos experimentais e quase experimentais publicados entre 2017 e 2024, consultando as bases de dados Scopus, Web of Science e EBSCOhost. Os resultados mostram que os alunos relatam melhorias substanciais na aprendizagem conceitual, retenção de informações, transferência de habilidades, engajamento estudantil, bem como benefícios no trabalho colaborativo e na empatia, particularmente em contextos médicos e de ciências sociais. Embora persistam limitações devido à curta duração dos estudos e à sua concentração em países desenvolvidos, conclui-se que a RV e a RA têm um potencial transformador significativo para o ensino superior, desde que sua implementação seja baseada em pesquisa longitudinal, métricas comuns e treinamento adequado dos professores.

Palavras-chave: tecnologias de RV e RA, ensino superior, aprendizagem, revisão.

Fecha Recepción: Julio 2025

Fecha Aceptación: Octubre 2025

Introducción

En los últimos años, la expansión de las TI compuestas por la RV y la RA ha supuesto un crecimiento exponencial de oportunidades en el ámbito de la educación superior. Los diferentes dispositivos actuales permiten crear escenarios simulados, mostrar visualmente los procesos más complejos, enriquecer la experiencia en tiempo real y superponer elementos digitales a la realidad (Radianti *et al.*, 2020). Gracias a esta polivalencia han surgido las estrategias didácticas encauzadas para, por una parte, elevar la comprensión conceptual y; por otra, mejorar la motivación y la actitud del alumnado (Ciloglu y Ustun, 2023).

Numerosos informes científicos han documentado los beneficios de la RV y la RA en disciplinas como la medicina, las ingenierías, las ciencias naturales y la arquitectura, donde los estudiantes dependen de la representación espacial, la simulación práctica y la visualización detallada (Kalemkus y Kalemkus, 2023).

Por otra parte, el estado actual de la cuestión, a partir de las últimas revisiones sistemáticas, señala que esta serie de tecnologías puede aumentar la motivación, la atención y la retención de contenidos, incrementar la interacción social o disminuir los riesgos inherentes a ciertos escenarios de trabajo presencial (Garzón *et al.*, 2019).

Aunque la adopción de tecnologías digitales en las aulas se presenta de manera general como un gran avance, la información rigurosa sobre su verdadero impacto sigue siendo dispersa e inconsistente, e incluso con resultados contradictorios. En efecto, hay informes que reportan incrementos significativos en calificaciones y comprensión conceptual (Dilling y Witzke, 2024), pero también estudios que solo detectan cambios positivos en la motivación, las actitudes o el sentido de pertenencia de los alumnos (Fabris *et al.*, 2019). Esta misma mezcla de resultados sugiere que una revisión sistemática que agrupe y clasifique las intervenciones publicadas podría aportar orden, claridad y un mapa de evidencias accesibles. Al centrar la revisión en análisis experimentales y cuasi experimentales mayoritariamente, se busca identificar tendencias metodológicas, áreas disciplinares, tipos de efecto (cognitivo, emocional o actitudinal) y los huecos de información que aún persisten.

Este trabajo realiza una revisión sistemática de la literatura empírica relacionada con la RV y la RA en entornos universitarios, y describe cada experiencia de acuerdo con el dispositivo, la duración, el número de participantes y las métricas utilizadas para medir cambios cognitivos, emocionales, sociales y actitudinales. A partir de este análisis se plantean recomendaciones justificadas sobre la selección de tecnologías, la formación docente y la reconfiguración de los modelos didácticos. Así mismo, se identifican vacíos en la

investigación y se propone la dirección de futuras líneas de investigación, así como acciones estratégicas institucionales.

El documento está organizado en cinco secciones. Después de la introducción, se exponen las cuestiones metodológicas del estudio, particularmente la forma en que se definió la muestra de estudios a revisar y los procedimientos del análisis. A continuación, se presentan los resultados de la revisión de la literatura, de acuerdo con el tipo de impacto, la disciplina y el procedimiento de evaluación. La sección de discusión contrapone las principales tendencias, brechas y oportunidades señaladas por los artículos revisados y la literatura más reciente. A su vez, las conclusiones ofrecen un resumen de aportaciones, además de posibles vías para la investigación y las implicaciones prácticas para el uso de las TI en la educación superior.

Metodología

El principal objetivo del estudio radica en la elaboración de una revisión de la literatura reciente sobre los efectos o beneficios que se derivan del uso de la RA y de la RV en el área de educación superior. Para ello, se siguió el conjunto de criterios que propone el protocolo PRISMA 2020, que para Page et al. (2021) es uno de los estándares mínimos que debe cumplir una revisión sistemática para extraer e interpretar la ciencia basada en la evidencia. La decisión de llevar a cabo una revisión sistemática cualitativa se debe principalmente a la necesidad de interpretar, en lugar de simplemente generalizar, los resultados con respecto a los efectos de estas herramientas sobre varias características del aprendizaje. Todos los estudios incluidos en el análisis fueron sujetos a varios criterios preestablecidos que garantizaron su relevancia y estándares metodológicos, y estuvieron alineados con los objetivos de investigación (Tabla 1).

La revisión de la literatura estuvo sustentada en artículos académicos obtenidos en búsquedas llevadas a cabo entre el 16 de abril y el 12 de mayo desde tres bases de datos académicas: Scopus, Web of Science y EBSCOhost/Academic Search Ultimate. Las cadenas de búsqueda se configuraron en los términos que se explicitan a continuación:

("virtual reality" OR "augmented reality") AND (education OR "higher education" OR "tertiary education") AND (impact OR evaluation OR assessment) AND ("post-intervention" OR "learning outcomes" OR "educational effects")

A la vez que se realizaban las búsquedas, se establecieron los siguientes dos filtros principales: 1) se incluyeron solo artículos científicos escritos en inglés y español y 2) se restringió el rango de tiempo para solo tomar en cuenta aquellos publicados entre el 2017 y 2024. Para finalizar todos los registros obtenidos se organizaron y limpiaron en hojas de cálculo y gestores bibliográficos, de modo que se eliminaron duplicados y se estructuraron las referencias.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
1. Intervenciones educativas con uso de realidad aumentada/virtual y prácticas basadas en la evidencia	1. Trabajo teórico, revisiones sistemáticas, ensayos, informes técnicos u opiniones sin soporte empírico.
2. Estudios realizados en centros de educación superior o formación profesional (nivel 5—8 ISCED)	2. Artículos anteriores a 2017
3. Artículos de 2017 a 2024 que han pasado por revisiones por pares	3. Artículos en lenguas distintas al inglés o español
4. Evaluación de variables relacionadas con aprendizaje, en relación a dimensiones cognitivas, actitudinales, emocionales o de rendimiento	4. Estudios desarrollados en educación básica obligatoria
5. Artículos en texto completo en inglés o español	5. Estudios que no contienen evaluación posintervención explícita
	6. Artículos duplicados, inalcanzables, o con acceso restringido (pago)

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de cribado y selección se dividió en tres etapas consecutivas: a) una primera revisión de títulos y resúmenes, en la que se eliminaron de inmediato los trabajos evidentemente irrelevantes; b) una lectura exhaustiva de los textos que pasaron ese primer filtro que confirmó que los textos seleccionados cumplían los criterios de inclusión; y c) una valoración metodológica de los estudios finalmente admitidos, que se hizo con una rúbrica adaptada a diseños cualitativos, cuantitativos y mixtos, inspirada en el marco propuesto por Gough *et al.* (2017). Dicha rúbrica contempló tres dimensiones: (1) claridad metodológica, entendida como la precisión en la descripción del diseño, la muestra y las técnicas empleadas; (2) rigor y validez, referidos a la consistencia interna y a la adecuación de los instrumentos de medición; y (3) coherencia con los objetivos del estudio, que valoró la correspondencia entre la metodología y las preguntas de investigación. Cada dimensión se calificó en una escala ordinal de tres puntos (1 = débil, 2 = moderada, 3 = fuerte), y solo se mantuvieron para

el análisis los estudios con una puntuación promedio igual o superior a dos. Todo este procedimiento quedó registrado de acuerdo con el diagrama de flujo PRISMA, el cual puede consultarse en la sección de resultados. De este modo se localizaron 21 estudios que satisfacen todos los requisitos previstos para el análisis.

De cada estudio seleccionado se extrajeron datos sobre: a) autor, año y lugar; b) nivel educacional y disciplina; c) tecnología empleada; d) diseño, tamaño muestral e instrumentos; y e) variables examinadas y hallazgos sobre el impacto educativo. La revisión fue apoyada en una codificación temática cualitativa mediante el cual se buscó patrones, coincidencias, discrepancias y vacíos en la evidencia. Este proceso fue realizado por dos revisores independientes, alcanzándose un acuerdo interevaluador satisfactorio ($\kappa = 0.86$); los casos de discrepancia fueron resueltos mediante consenso. La síntesis de los hallazgos se efectuó mediante un enfoque temático-narrativo, y el análisis de los datos se gestionó con el programa ATLAS.ti versión 23.0, que permitió ordenar, comparar y triangular la información procedente de los estudios incluidos.

En concordancia con las directrices del PRISMA 2020, se documentaron de manera transparente todas las etapas del proceso de revisión, desde la identificación y cribado de los registros hasta la inclusión final de los estudios analizados. Además del diagrama de flujo presentado en la sección de resultados, se elaboró el *Checklist* PRISMA 2020, que resume el cumplimiento de los 27 ítems recomendados para revisiones sistemáticas. Este instrumento (incluido como Anexo complementario) detalla la ubicación de cada elemento en el manuscrito y permite verificar la coherencia metodológica, la trazabilidad de la búsqueda y la exhaustividad del reporte, conforme a las normas propuestas por Page *et al.* (2021).

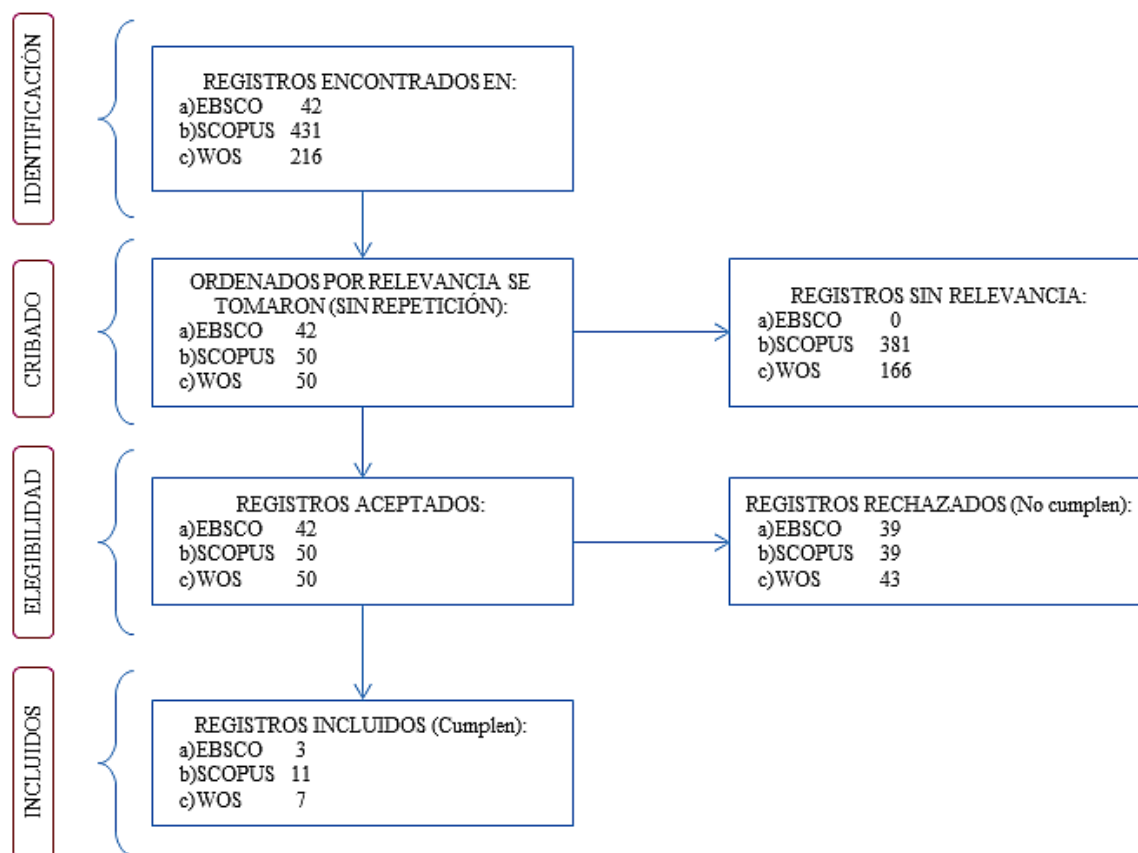
Una de las limitaciones que tiene este trabajo, hay que reconocerlo, es que sólo se revisaron fuentes que se encuentran en bases de datos indexadas y de acceso abierto. Si bien este tipo de revisión puede garantizar un estándar de calidad científica elevado, es probable que se hayan quedado aportes relevantes publicados en revistas no indexadas o de acceso restringido.

Resultados

Características generales de los estudios incluidos y matriz de extracción de datos

La Figura 1 contiene el diagrama de flujo del proceso de búsqueda, selección y depuración de estudios. La búsqueda inicial arrojó 689 referencias de tres bases de datos académicas reconocidas: Scopus (431), Web of Science (216) y EBSCOhost/Academic Search Ultimate (42). Tras aplicar filtros de relevancia, periodo de publicación (2017–2024), formato (artículo) e idioma (inglés o español), quedaron 142 registros. Tras la revisión del texto completo y la aplicación de los criterios de inclusión, se retuvieron 21 artículos, en tanto que 121 fueron descartados por carecer de evaluaciones posintervención, no disponer del texto completo o referirse a otros niveles educativos distintos a educación superior.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de búsqueda, selección y depuración de estudios según el protocolo PRISMA 2020.



Fuente: Elaboración propia.

Efectos de la RV y la RA en la experiencia de aprendizaje en educación superior

A partir de los 21 estudios seleccionados se elaboró una matriz de extracción (Tabla 2) con datos sobre autoría, país, disciplina, tipo de tecnología empleada, diseño metodológico, muestra, instrumentos, variables examinadas y hallazgos clave.

En el plano cognitivo, los resultados muestran que la RV y la RA apoyan la comprensión de contenidos densos y técnicos, favorecen la memoria y mejoran la confianza del alumnado. Por ejemplo, Andersen *et al.* (2021) concluyen que los estudiantes de medicina que practican la colocación de catéteres con el simulador de RV presentan más habilidades, mientras que Ruan (2022) encuentran que los alumnos de ciencias ambientales que utilizan plataformas de RV aprenden mejor las relaciones de causa-efecto de la crisis ecológica. En matemáticas, los estudios de Mumtaz *et al.* (2017) constatan que los alumnos que trabajaban con RA recuerdan mejor las fórmulas en comparación con quienes usan materiales tradicionales.

Los beneficios también se extienden a la motivación y al compromiso, que son dos de los aspectos centrales que presenta el aprendizaje activo. Peixoto *et al.* (2023) encuentran que las mejoras en aprendizaje de idiomas (comprensión del inglés) que derivan del uso de plataformas de RV son estadísticamente significativas. De igual forma, Abdullah *et al.* (2018) muestran que, en el ámbito de ciencias sociales, las mejoras en aprendizaje están ligadas a una mayor interactividad (virtual) en escenarios de TI. Del mismo modo, De Back *et al.* (2020) señalan que los mundos inmersivos favorecen la colaboración y la resolución de problemas en grupo. En la medicina, Mansoor *et al.* (2021) subrayan que la RV incrementa gradualmente la confianza de los cirujanos menos experimentados a la vez que está directamente asociada a la preparación para enfrentar situaciones críticas, como puede ser el manejo de pacientes en coma. El impacto emocional es otro de los aspectos que aparece en una cantidad significativa de estudios. Makransky y Lilleholt (2018) registran aumentos en las emociones de disfrute y satisfacción derivados de la utilización de R; mientras que Omlor *et al.* (2022) demuestran que los videos inmersivos disminuyen las emociones de estrés y ansiedad de los estudiantes, especialmente durante la pandemia. Estas tecnologías también potencian la empatía, Zare-Bidaki *et al.* (2022) comprueban que estudiantes de medicina disminuyen el estigma hacia la psicosis tras las experiencias inmersivas, y Yang y Liu (2022) evidencian que la RV facilita mejores dinámicas en equipos clínicos. En conjunto, los

resultados muestran que la RV y la RA no solo enriquecen la cognición, sino que influyen positivamente en actitudes, emociones y relaciones sociales.

Tabla 2. Matriz de extracción de datos de los estudios incluidos en la revisión.

<i>Estudio/ país</i>	<i>Área o disciplina</i>	<i>T</i>	<i>Diseño del estudio</i>	<i>n</i>	<i>Instrumentos principales</i>	<i>Variables evaluadas</i>	<i>Resultados clave</i>
Abdullah <i>et al.</i> (2018) / Malasia	Ciencias Sociales	RV	Cuasi experimental (pre/posprueba)	45	Cuestionario pre y pos intervención	Percepción; interacción VR	↑ Percepción de aprendizaje; ↑ interacción vs. métodos trad.
Abuhamma <i>d et al.</i> (2021) / Jordania	Química medicinal	RV	Cuasi experimental	41	Encuestas pos uso	Visualización 3D; satisfacción	↑ comprensión molecular; alta aceptación
Allcoat <i>et al.</i> (2021) / R. Unido	Multi-disciplinar	RV/ RA	Experimental comparativo (3 cond.)	75	Casco VR y RA; cuestionarios; prueba	Rendimiento; emociones; usabilidad	Rendimiento similar; RV ↑ presencia; ↑ aceptación
Andersen <i>et al.</i> (2021) / Dinamarca	Medicina	RV	Controlado aleatorizado	19	Simulación RV; evaluación práctica	Éxito; punciones; tiempo	RV ↑ éxito; ↓ punciones; tiempo similar
Cho y Park (2023) / Corea-Sur	Ciencias Ambientales	RV	Experimental	30	Cuestionarios; pruebas de conocimiento	Conocimiento; inmersión; motivación	↑ conocimiento; alta inmersión y satisfacción
Dandil <i>et al.</i> (2022) / Turquía	Cs. Médicas (Anatomía)	RV/ RA	Desarrollo y evaluación	30	App móvil; cuestionarios; pruebas	Precisión anatómica; usabilidad; satisfacción	↑ precisión; ↑ aceptación; útil para formación médica
De Back <i>et al.</i> (2020) / Países Bajos	Educación	RV	Experimental comparativo	40	Escenarios CAVE-VR y escritorio; cuestionarios	Colaboración; comprensión; satisfacción	↑ colaboración y comprensión en CAVE-VR
Frøland <i>et al.</i> (2020) / Noruega	Ciencias biomédicas	RV	Experimental comparativo	63	Juegos VR, web y móviles; cuestionarios	Motivación; facilidad de uso; preferencia	↑ motivación y percepción en VR; retos técnicos
Kim y Ahn (2021) / Corea-Sur	Enfermería	RV	Correlacional (regresión múltiple)	121	Cuestionarios estructurados	Presencia; ansiedad; autoeficacia; motivación	Presencia y motivación ↑ actitud positiva; ansiedad negativa
Lee <i>et al.</i> (2023) / Países Bajos	Medicina	RV	Piloto cuasi experimental	14	Simulación VR; rastreo ocular; cuestionarios	Carga cognitiva; desempeño	Pupilometría valida carga; diferencias objetiva-subjetiva
Lin <i>et al.</i> (2023) / China	Ciencias interactivas	RV	Experimental	50	HMD; sensores; cuestionario concentración	Concentración; rendimiento; postura	Modelo de concentración preciso; correlación con rendimiento
Makransky y Lilleholt (2018) / Dinamarca	Educación general	RV	Cuantitativo (SEM)	104	Cuestionarios estandarizados	Presencia; disfrute; ansiedad; motivación	↑ presencia, disfrute e interés; emociones ↑ aprendizaje
Mansoor <i>y et al.</i> (2021) / Irán	Medicina	RV	Cuasi experimental comparativo	50	Simulación VR; pruebas; cuestionarios	Conocimiento; satisfacción	↑ conocimiento y satisfacción con VR

Mumtaz <i>et al.</i> (2017) / Pakistán	Ingeniería y ciencias de la computación	RA	Experimental	45	Plataforma RA; cuestionarios	Rendimiento; participación; utilidad	↑ rendimiento y participación; percepción positiva
Omlor <i>et al.</i> (2022) / Alemania	Medicina	RV	Comparativo	101	Videos inmersivos; cuestionario	Realismo; facilidad; preferencia	↑ realismo y motivación en VR inmersiva
Peixoto <i>et al.</i> (2023) / Brasil	Idiomas	RV	Cuasi experimental comparativo	27	Plataforma VR listening; pruebas	Comprensión auditiva; motivación	↑ comprensión auditiva; ↑ motivación y satisfacción
Peters <i>et al.</i> (2023) / Alemania	Cs. Médicas (Cirugía)	RV	Ensayo controlado aleatorizado	150	Simulación VR; rúbrica de evaluación	Habilidad práctica; satisfacción	Habilidad VR similar a tutoría; mejor que e-learning; alta motivación
Ruan (2022) / China	Medio ambiente	RV	Cuasi experimental con control	100	Plataforma VR; pruebas; encuestas	Conocimiento; motivación; participación	↑ conocimiento y motivación; eficaz para conciencia ambiental
Thompson <i>et al.</i> (2020) / EE.UU.	Ciencias de la salud	RV	Exploratorio descriptivo	46	Simulación VR; observación; encuestas	Participación; utilidad; satisfacción	Alta satisfacción; útil para visualizar conceptos complejos
Yang y Liu (2022) / China	Varias disciplinas	RV	Regresión jerárquica	30	Escalas compromiso y transferencia	Transferencia; engagement; eficacia	↑ transferencia; engagement moderada eficacia
Zare-Bidaki <i>et al.</i> (2022) / Irán	Cs. Médicas (psiquiatría)	RV	Cuasi experimental	144	Simulación; escalas; encuestas	Estigma; empatía; conocimiento	↓ estigma; ↑ empatía; ↑ conocimiento clínico

Nota. T = tecnología; n = muestra; RV = Realidad Virtual; RA = Realidad Aumentada; CAVE = Entorno automático de realidad virtual; HMD = Head-Mounted Display (casco).

Fuente: Elaboración propia.

Bases metodológicas de la evidencia empírica

En la literatura revisada existe una amplia diversidad metodológica, pero la mayoría de los estudios emplea diseños experimentales o cuasi experimentales, lo que permite contrastar con metodologías tradicionales y documentar mejoras significativas en rendimiento (Andersen *et al.*, 2021; Abdullah *et al.*, 2018). También se incluyen estudios de caso, como el de Abuhammad *et al.* (2021), centrado en química medicinal mediante videojuegos en RV.

Los instrumentos más frecuentes son los cuestionarios, que se utilizan para medir percepciones, satisfacción y actitudes (Kim y Ahn, 2021; Peixoto *et al.*, 2023). Para mediciones del rendimiento académico se utilizan pruebas estandarizadas (Ruan, 2022), mientras que otros aplican observación estructurada (De Back *et al.*, 2020), entrevistas o grupos focales (Mumtaz *et al.*, 2017). Algunos estudios emplean métodos innovadores, como

la pupilometría, empleada por ejemplo por Lee *et al.* (2023) para medir carga cognitiva en entornos inmersivos.

Las muestras oscilan entre 30 y 120 participantes, siendo los grupos más pequeños parte de estudios piloto (Andersen *et al.*, 2021). El tiempo que duran las intervenciones es en su mayoría de una a cuatro semanas, con algunos casos de hasta ocho (Abdullah *et al.*, 2018; Makransky y Lilleholt, 2018).

Los constructos más explorados son el rendimiento académico, la retención, la motivación y la satisfacción (Mansoor *et al.*, 2021; Peixoto *et al.*, 2023). Aunque menos frecuentes, también se analizan variables emocionales (Makransky y Lilleholt, 2018) y sociales (De Back *et al.*, 2020). Tecnológicamente, la mayoría de los entornos inmersivos se desarrollaron con lentes de RV, que son dispositivos que se coloca en la cabeza y que proyecta imágenes generadas por computadora en dos pantallas, una para cada ojo, creando una sensación de inmersión en un mundo digital; mientras que la RA se implementó mayormente en dispositivos móviles, ofreciendo menor inmersión, pero mayor accesibilidad.

Disciplinas y modelos de enseñanza estudiados

Las disciplinas más representadas son la medicina y las ciencias de la salud, donde la RV se usa tanto para procedimientos clínicos (Andersen *et al.*, 2021; Peters *et al.*, 2023) como para fomentar empatía en salud mental (Zare-Bidaki *et al.*, 2022). En ciencias ambientales y biológicas, las simulaciones 3D permiten observar fenómenos difíciles de captar en la realidad (Ruan, 2022; Cho y Park, 2023). En ciencias sociales, Abdullah *et al.* (2018) muestran que los entornos inmersivos facilitan la comprensión espacial de dinámicas sociales, mientras que en idiomas se documenta evidencia de mejoras en motivación y participación (Peixoto *et al.*, 2023).

Los modelos pedagógicos más utilizados son consistentes con el aprendizaje experiencial, colaborativo y basado en problemas. Abdullah *et al.* (2018) ejemplifican el aprendizaje experiencial en ciencias sociales, De Back *et al.* (2020) muestran mejoras en habilidades socio-colaborativas con entornos CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*), y Mansoor *et al.* (2021) o Mumtaz *et al.* (2017) evidencian cómo la RV y la RA reducen la curva de aprendizaje en maniobras complejas. Peixoto *et al.* (2023) destacan el potencial de estas tecnologías para promover autorregulación en contextos mediados por LMS (*Learning Management Systems*).

Vacíos y líneas de investigación futura de los estudios

Pese al crecimiento del campo, se observan limitaciones importantes. La mayoría de los estudios son de corta duración, lo que impide evaluar efectos longitudinales y la transferencia de aprendizajes a contextos reales. También prevalece un sesgo hacia estudiantes de universidades de países desarrollados, lo que limita la generalización. Se requieren estudios que incluyan diversidad cultural, lingüística y económica, así como escenarios de menor infraestructura tecnológica.

Otra carencia es la falta de análisis exhaustivos sobre los efectos de estas tecnologías en motivación y actitud a largo plazo, así como en disciplinas poco exploradas como artes, filosofía o educación cívica. Además, persisten barreras como el alto costo, la falta de estandarización en las métricas y la necesidad de capacitar al profesorado. Superar estas limitaciones permitirá construir un cuerpo empírico más sólido y una implementación educativa más equitativa y sostenible.

Discusión

La aplicación de las tecnologías inmersivas en el área cognitiva se asocia con mejor comprensión de los contenidos, mayor rendimiento en las evaluaciones finales y mayor retención del aprendizaje. Estos efectos se comprenden mejor a partir de marcos pedagógicos que valoran la inmersión activa como medio principal para diseñar y reconstruir saberes, una idea que retoma las bases del constructivismo y del aprendizaje experiencial postuladas por autores clásicos en el área como Kolb (2014), y que continúa recibiendo respaldo en estudios empíricos recientes que matizan, amplían y actualizan su ámbito de aplicación.

La aplicación de las tecnologías inmersivas en el área cognitiva se asocia con la mejor comprensión de los contenidos, el mayor rendimiento en las evaluaciones finales y la mayor retención del aprendizaje. Estos beneficios se describen como múltiples porque las tareas en mundos tridimensionales y simulaciones interactivas hacen que las ideas abstractas se vuelvan concretas al convertirlas en un objeto físico con el que los estudiantes pueden interactuar, ver y examinar, con lo que se promueve un aprendizaje más significativo (Radianti *et al.*, 2020). De manera similar, la literatura constata que tales experiencias son muy útiles para ayudar a aquellos que aprenden a pasar de la teoría a la práctica, especialmente en dominios más técnicos como la medicina (McInerney *et al.*, 2022).

Desde el punto de vista de las actitudes, diferentes estudios reportan un gran incremento de la tasa de motivación, el compromiso y la satisfacción entre los estudiantes, todos ellos son indicadores muy relevantes para la participación auténtica durante el aprendizaje. La innovatividad, la relevancia y el control de esta experiencia en la clase parecen ser valoradas en las áreas de idiomas, así como en las ciencias sociales (Lan, 2020).

En lo que respecta a la dimensión emocional, la RV y la RA representan un canal para disminuir la ansiedad asociada al estudio, ya que el alumnado puede practicar y equivocarse sin tener que sufrir una consecuencia real. Tal afirmación tiene aún más relevancia en los campos de responsabilidad crítica, como lo son la salud y la medicina, donde un error menor podría tener consecuencias catastróficas (Camara y Hicks, 2020). Las estructuras de apoyo para reducir la ansiedad, que podrían mejorar el estado de salud mental, influyen a su vez en la autoeficacia y el autoconcepto del estudiante, los cuales propician el aprendizaje de tipo duradero (Turner *et al.*, 2023).

A partir de la perspectiva social, los espacios colaborativos enriquecidos por la realidad virtual optimizan también las interacciones entre iguales y las competencias sociales de los estudiantes, lo que ha ocasionado que algunos autores, como Cakmakci *et al.* (2020), señalen que son el ejemplo ideal de lo que en la teoría se ha denominado “aprendizaje situado”. De tal manera, ese espacio “colocalizado” mejora la comunicación, la alineación del grupo y la cooperación en la búsqueda de soluciones (Paulsen *et al.*, 2024).

Hasta ahora, gran parte de la investigación se ha llevado a cabo en la medicina, en las ciencias ambientales y en la enseñanza de segundas lenguas. En estos ámbitos, la capacidad de modelar situaciones complejas y la posibilidad de práctica repetitiva dentro de ambientes controlados tienen ventajas evidentes para el desarrollo de habilidades necesarias y de carácter técnico. Aun así, se han documentado también aplicaciones en disciplinas como las ciencias sociales y las artes, lo que empieza a indicar una expansión gradual hacia contextos más variados (González-Zamar y Abad-Segura, 2020).

A pesar de estos avances, la literatura sigue mostrando varios vacíos significativos. Uno de los más pertinentes es el de la escasez de estudios longitudinales que den cuenta de la duración de los aprendizajes y de la manera en que se transforman las competencias a partir de esta tecnología (Pande *et al.*, 2021). Además, la heterogeneidad geográfica y social de las muestras se sigue considerando muy limitada, ya que la mayoría de los estudios que se recogen en estas revisiones tienen lugar en universidades de países desarrollados; se reduce con ello la capacidad para generalizar los resultados obtenidos. La inclusión de contextos con

menor acceso a la tecnología y de contextos socioculturales diferentes ayudaría a ofrecer una comprensión más compleja del impacto de estas herramientas en el aprendizaje (Adetunla *et al.*, 2024).

Otro de los problemas raramente abordados es la carga cognitiva que puede suscitarse a partir del uso de estas tecnologías. Las investigaciones más recientes como las de Lee *et al.* (2023) que utilizan pupilometría sugieren que el empleo prolongado de tecnologías inmersivas en los procesos educativos puede suscitar una especie de sobrecarga cognitiva que obstaculiza el aprendizaje, especialmente en actividades que requieren un alto grado de concentración. De acuerdo con lo expuesto, el diseño instruccional debe cumplir con una equilibrada relación del nivel de inmersión y la complejidad del objeto de estudio (Sweller *et al.*, 2019).

Conclusiones

En esta revisión sistemática se destaca el estado del arte sobre el impacto de la RV y la RA en la educación superior. Todos los estudios revisados coinciden en que existen efectos beneficiosos en diversos aspectos del aprendizaje, en particular los sociales, emocionales, cognitivos y actitudinales. Un hallazgo recurrente en la literatura actualizada es que estas tecnologías contribuyen a la comprensión y retención de conceptos complejos, la motivación y el compromiso estudiantil, y la creación de aulas emocionalmente seguras que fomentan la colaboración.

Investigaciones previas proporcionan ejemplos convergentes de aplicaciones profesionales en ámbitos como la medicina, las ciencias ambientales y la enseñanza de idiomas, donde la simulación y la práctica controlada han demostrado su eficacia. En conjunto, estos hallazgos respaldan teórica y conceptualmente los principios del aprendizaje experiencial, y sustentan empíricamente el diseño de cursos basados en la experiencia que incorporan la inmersión. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones están basadas en muestras pequeñas y han sido desarrolladas en universidades de países desarrollados, además de estar fundamentadas en experiencias llevadas a cabo a corto plazo, por lo que estas limitaciones dificultan generalizar los resultados y empeoran la evaluación de su sostenibilidad a mediano y largo plazo, así como de los efectos relacionados con la carga cognitiva.

Desde un punto de vista aplicado, las conclusiones sugieren la necesidad de incorporar gradualmente la RV y la RA en el diseño curricular, como complemento del conocimiento

conceptual y de las competencias profesionales. Desde la perspectiva tecnológica, las recomendaciones giran hacia promover la interoperabilidad de plataformas y determinar sobre qué contenidos pueden ser de calidad y accesibles para ayudar a mitigar la sobrecarga cognitiva. En lo que se refiere a las políticas públicas se presentan oportunidades para potenciar programas de inversión e incentivos que ayuden a reducir las brechas tecnológicas entre las instituciones. Finalmente, la formación del profesorado es un prerrequisito: la capacitación en el diseño, la adaptación y la evaluación de experiencias inmersivas es un aspecto muy importante para aprovechar estas tecnologías en la educación superior.

Futuras líneas de investigación

Por ello, se necesitan estudios longitudinales que permitan identificar qué habilidades se desarrollan y cómo se transfieren del contexto inicial al académico, y de este al ámbito laboral. Asimismo, resulta necesario profundizar en la relación entre el grado de inmersión al que se está expuesto, la carga cognitiva que se experimenta y la motivación del estudiante. De igual modo, sería pertinente explorar cómo generar sinergias entre los modelos pedagógicos consolidados y las técnicas de enseñanza basadas en realidad virtual y aumentada, con el propósito de construir un sistema común de métricas que permita evaluar de manera rigurosa el impacto educativo de estas tecnologías. Solo así podrá aprovecharse plenamente su potencial transformador, siempre que cada implementación vaya acompañada de un diseño educativo deliberado, riguroso y sostenible.

Referencias

- Abdullah, R. N., Azman, M. N. A., Kamal, M. F. M., Riu, T. J. y Yaacob, R. A. I. R. (2018). Experiential learning: The effective application of virtual reality in teaching and learning. *The Journal of Social Sciences Research*, 2018, 1208-1212. <https://doi.org/10.32861/jssr.spi6.1208.1212>
- Abuhammad, A., Falah, J., Alfalah, S. F., Abu-Tarboush, M., Tarawneh, R. T., Drikakis, D. y Charissis, V. (2021). "MedChemVR": a virtual reality game to enhance medicinal chemistry education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(3), 10. <https://doi.org/10.3390/mti5030010>
- Adetunla, A., Akinlabi, E., Jen, T. C., Okokpujie, I. P. y Ajibade, S. S. (2024). A review on the challenges and prospects in harnessing virtual reality in education. En *2024 International Conference on Science, Engineering and Business for Driving Sustainable Development Goals*. 1-5. IEEE. <https://doi.org/10.1109/SEB4SDG60871.2024.10630094>
- Allcoat, D., Hatchard, T., Azmat, F., Stansfield, K., Watson, D. y von Mühlenen, A. (2021). Education in the digital age: Learning experience in virtual and mixed realities. *Journal of Educational Computing Research*, 59(5), 795-816. <https://doi.org/10.1177/0735633120985120>
- Andersen, N. L., Jensen, R. O., Posth, S., Laursen, C. B., Jørgensen, R. y Graumann, O. (2021). Teaching ultrasound-guided peripheral venous catheter placement through immersive virtual reality: An explorative pilot study. *Medicine*, 100(27), e26394. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000026394>
- Cakmakci, G., Aydeniz, M., Brown, A., y Makokha, J. M. (2020). Situated cognition and cognitive apprenticeship learning. En B. Akpan y T. J. Kennedy (Eds.), *Science education in theory and practice*. 255-270. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9_20
- Camara, D. R. y Hicks, R. E. (2020). Using virtual reality to reduce state anxiety and stress in university students: An experiment. *GSTF Journal of Psychology*, 4(2), 15. https://doi.org/10.5176/2345-7929_4.2.100
- Cho, Y. y Park, K. S. (2023). Designing immersive virtual reality simulation for environmental science education. *Electronics*, 12(2), 315. <https://doi.org/10.3390/electronics12020315>

- Ciloglu, T. y Ustun, A. B. (2023). The effects of mobile AR-based biology learning experience on students' motivation, self-efficacy, and attitudes in online learning. *Journal of Science Education and Technology*, 32(3), 309-337. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10030-7>
- Dandil, E., Serin, Z. y Şenol, Y. (2022). SABAS: A smartphone-aided training simulator based on virtual and augmented reality for brain anatomy assessment. *BRAIN: Broad Research in Artificial Intelligence & Neuroscience*, 13(3), 252–276. <https://doi.org/10.18662/brain/13.3/366>.
- De Back, T. T., Tinga, A. M., Nguyen, P. y Louwrese, M. M. (2020). Benefits of immersive collaborative learning in CAVE-based virtual reality. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 51. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00228-9>
- Dilling, F. y Witzke, I. (2024). *Augmented and virtual reality in mathematics education*. Wiesbaden, Alemania: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-45271-1>
- Fabris, C. P., Rathner, J. A., Fong, A. Y. y Sevigny, C. P. (2019). Virtual reality in higher education. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 27(8), 69-80. <https://doi.org/10.30722/IJISME.27.08.006>
- Frøland, T. H., Heldal, I., Sjøholt, G. y Ersvør, E. (2020). Games on mobiles via web or virtual reality technologies: How to support learning for biomedical laboratory science education. *Information*, 11(4), 195. <https://doi.org/10.3390/info11040195>
- Garzón, J., Pavón, J. y Baldiris, S. (2019). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality* 23, 447–459. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>
- González-Zamar, M. D. y Abad-Segura, E. (2020). Implications of virtual reality in arts education: Research analysis in the context of higher education. *Education Sciences*, 10(9), 225. <https://doi.org/10.3390/educsci10090225>
- Gough, D., Oliver, S. y Thomas, J. (2017). *An introduction to systematic reviews* (Second edition). Londres: Sage.
- Kalemkus, J. y Kalemkus, F. (2023). Effect of the use of augmented reality applications on academic achievement of student in science education: meta analysis review. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 6017-6034. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2027458>.

- Kim, Y. J. y Ahn, S. Y. (2021). Factors influencing nursing students' immersive virtual reality media technology-based learning. *Sensors*, 21(23), 8088. <https://doi.org/10.3390/s21238088>
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. (Second edition). Nueva Jersey: Pearson.
- Lan, Y. J. (2020). Immersion, interaction and experience-oriented learning: Bringing virtual reality into FL learning. *Language Learning & Technology*, 24(1), 1–15. <http://hdl.handle.net/10125/44704>
- Lee, J. Y., de Jong, N., Donkers, J., Jarodzka, H. y van Merriënboer, J. J. (2023). Measuring cognitive load in virtual reality training via pupillometry. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 704-710. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3326473>
- Lin, Y., Lan, Y. y Wang, S. (2023). A method for evaluating the learning concentration in head-mounted virtual reality interaction. *Virtual Reality*, 27(2), 863-885. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00689-5>
- Makransky, G. y Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research & Development*, 66(5), 1141–1164. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>
- Mansoori, M. S., Khazaei, M. R., Azizi, S. M. y Niromand, E. (2021). Comparison of the effectiveness of lecture instruction and virtual reality-based serious gaming instruction on the medical students' learning outcome about approach to coma. *BMC medical education*, 21(1), 347. <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02771-z>
- McInerney, N., Nally, D., Khan, M. F., Heneghan, H. y Cahill, R. A. (2022). Performance effects of simulation training for medical students—a systematic review. *GMS Journal for Medical Education*, 39(5), 10. <https://doi.org/10.3205/zma001572>
- Mumtaz, K., Iqbal, M. M., Khalid, S., Rafiq, T., Owais, S. M. y Al Achhab, M. (2017). An E-assessment framework for blended learning with augmented reality to enhance the student learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 4419-4436. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00938a>
- Omlor, A. J., Schwärzel, L. S., Bewarder, M., Casper, M., Damm, E., Danziger, G., Mahfoud, F., Rentz, K., Sester, U., Bals, R. y Lepper, P. M. (2022). Comparison of immersive and non-immersive virtual reality videos as substitute for in-hospital teaching during coronavirus lockdown: a survey with graduate medical students in

- Germany. *Medical Education Online*, 27(1), 1–7.
<https://doi.org/10.1080/10872981.2022.2101417>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... y Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *British Medical Journal (BMJ)*, 372(71), 1-9.
<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pande P., Thit A., Sørensen A. E., Mojsoska B., Moeller M. E. y Jepsen P. M. (2021). Long-term effectiveness of immersive VR simulations in undergraduate science learning: Lessons from a media-comparison study. *Research in Learning Technology*, 29. 1-24. <https://doi.org/10.25304/rlt.v29.2482>
- Paulsen, L., Dau, S. y Davidsen, J. (2024). Designing for collaborative learning in immersive virtual reality: A systematic literature review. *Virtual Reality*, 28(1), 63.
<https://doi.org/10.1007/s10055-024-00975-4>
- Peixoto, B., Bessa, L. C. P., Gonçalves, G., Bessa, M. y Melo, M. (2023). Teaching EFL with immersive virtual reality technologies: A comparison with the conventional listening method. *IEEE Access*, 11, 21498-21507. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3249578>
- Peters, P., Lemos, M., Bönsch, A., Ooms, M., Ulbrich, M., Rashad, A.... y Puladi, B. (2023). Effect of head-mounted displays on students' acquisition of surgical suturing techniques compared to an e-learning and tutor-led course: a randomized controlled trial. *International Journal of Surgery*, 109(8), 2228-2240.
<https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000000464>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J. y Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Ruan, B. (2022). VR-assisted environmental education for undergraduates. *Advances in Multimedia*, 2022, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2022/3721301>
- Sweller, J., van Merriënboer, J.J.G. y Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31, 261–292.
<https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Thompson, D., Thompson, A. y McConnell, K. (2020). Nursing students' engagement and experiences with virtual reality in an undergraduate bioscience course. *International*

- Journal of Nursing Education Scholarship*, 17(1), 20190081.
<https://doi.org/10.1515/ijnes-2019-0081>
- Turner, S., Harder, N., Martin, D. y Gillman, L. (2023). Psychological safety in simulation: Perspectives of nursing students and faculty. *Nurse Education Today*, 122, 105712.
<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2023.105712>
- Yang, P. y Liu, Z. (2022). The influence of immersive virtual reality (IVR) on skill transfer of learners: The moderating effects of learning engagement. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 17(10), 62-73.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v17i10.30923>
- Zare-Bidaki, M., Ehteshampour, A., Reisaliakbarighomi, M., Mazinani, R., Khodaie Ardakani, M. R., Mirabzadeh, A., ... y Mousavi, S. B. (2022). Evaluating the effects of experiencing virtual reality simulation of psychosis on mental illness stigma, empathy, and knowledge in medical students. *Frontiers in Psychiatry*, 13, 880331.
<https://doi.org/10.3389/fpsyt.2022.880331>

Anexo. Checklist PRISMA 2020: Revisión sistemática sobre RV/RA en educación superior

Ítem PRISMA 2020	Descripción del requisito	Check ?	Ubicación	Observaciones / Comentarios
1. Título	Identifica claramente el informe como una revisión sistemática.	✓	Título del artículo	Incluye “una revisión sistémica”
2. Resumen	Resume objetivos, métodos (fuentes, criterios, síntesis), resultados y conclusiones.	✓	Resumen	Estructurado conforme a PRISMA
3. Razonamiento	Describe el fundamento o justificación de la revisión.	✓	Introducción	Se señala la importancia de las TI en educación superior.
4. Objetivos	Expone objetivos o preguntas de investigación explícitas.	✓	Introducción	Se especifica explícitamente el objetivo
5. Criterios de elegibilidad	Define criterios de inclusión y exclusión.	✓	Método	Se detallan criterios en Tabla 1
6. Fuentes de información	Indica todas las bases de datos consultadas y fechas de búsqueda.	✓	Método	Scopus, WoS, EBSCOhost/ Academic Search Ultimate; búsqueda 2018–2024.
7. Estrategia de búsqueda	Proporciona las cadenas de búsqueda o términos empleados.	✓	Método	Se indican términos “virtual reality”, “augmented reality”, “higher education”.
8. Proceso de selección	Describe cómo se seleccionaron los estudios (cribado, elegibilidad, inclusión).	✓	Método	Tres etapas consecutivas conforme al diagrama PRISMA (Figura 1)
9. Proceso de extracción de datos	Explica cómo y quién extrajo los datos, y cómo se resolvieron discrepancias.	✓	Método	Dos revisores independientes, $\kappa = 0.86$, consenso en discrepancias.
10. Lista de datos extraídos	Especifica las variables o información obtenida de cada estudio.	✓	Método	Autor, año, disciplina, tecnología, diseño, instrumentos, variables, hallazgos.
11. Evaluación de calidad	Indica los criterios y escalas para evaluar la calidad metodológica.	✓	Método	Rúbrica de tres dimensiones (claridad, rigor, coherencia), escala 1–3.
12. Medidas de resumen	Define cómo se sintetizó la información (efectos, frecuencias, temas).	✓	Método / Resultados	Síntesis temática-narrativa con codificación cualitativa.
13. Métodos de síntesis	Explica cómo se combinaron los resultados.	✓	Método	Codificación temática en ATLAS.ti versión 23.0.
14. Evaluación de heterogeneidad	Indica si se evaluó heterogeneidad (estadística o conceptual).	✓	Resultados	Se comparan patrones, discrepancias y vacíos entre estudios.
15. Evaluación de confianza	Indica si se valoró la confianza en la evidencia (opcional en cualitativas).	✓	Discusión	Se discute la solidez y consistencia de los hallazgos.

16. No. de estudios incluidos	Reporta el total de estudios incluidos tras la selección.	✓	Método / Resultados	21 estudios incluidos (Tabla 2).
17. Características de los estudios	Resume las principales características (país, disciplina, diseño).	✓	Resultados	Tabla 2 y descripción comparativa de los 21 estudios.
18. Resultados individuales	Presenta los hallazgos principales por estudio.	✓	Resultados	Se sintetizan variables y efectos educativos observados.
19. Síntesis de resultados	Expone patrones globales o temas emergentes.	✓	Resultados / Discusión	Se identifican categorías de impacto: cognitivo, actitudinal, emocional, social.
20. Evaluación de sesgo entre estudios	Considera posibles sesgos de publicación o selección.	✓	Discusión	Se reconoce posible sesgo por exclusión de fuentes no indexadas.
21. Limitaciones de la evidencia	Describe limitaciones de los estudios primarios.	✓	Discusión	Se mencionan diseños pequeños y variabilidad metodológica.
22. Limitaciones de la revisión	Identifica limitaciones propias del proceso de revisión.	✓	Discusión	Exclusión de fuentes no indexadas o de acceso restringido.
23. Conclusiones generales	Resume implicaciones generales y direcciones futuras.	✓	Conclusiones	Se destacan implicaciones prácticas y vacíos de investigación.
24. Financiamiento	Informa sobre fuentes de financiamiento y posibles conflictos de interés.	N.A.	—	Esta investigación no recibió financiamiento e
25. Disponibilidad de datos y materiales	Indica si hay datos complementarios disponibles (tablas, lista PRISMA).	✓	Anexo	Se adjunta <i>checklist</i> PRISMA.
26. Protocolo y registro	Señala si la revisión fue registrada (p. ej. PROSPERO).	N.A.	—	No fue registrada en PROSPERO, no se requiere según la política editorial
27. Aprobación ética (si aplica)	Indica si se requirió de revisión ética.	N.A.	—	No aplica por el uso de fuentes secundarias.

Notas: ✓: sí es reportado; N.A.: No aplica

Fuente: Elaboración propia

<i>Rol de Contribución</i>	<i>Autor (es)</i>
Conceptualización	Jesús Antonio Zepeda Llamas (igual), Jorge Inés León Balderrama (igual)
Metodología	Jesús Antonio Zepeda Llamas (igual), Jorge Inés León Balderrama (igual)
Software	NO APLICA
Validación	Jorge Inés León Balderrama
Análisis Formal	Jesús Antonio Zepeda Llamas (principal), Jorge Inés León Balderrama (que apoya), Beatriz Arellano Grajales (que apoya)
Investigación	Jesús Antonio Zepeda Llamas (principal), Jorge Inés León Balderrama (igual), Beatriz Arellano Grajales (que apoya)
Recursos	Beatriz Arellano Grajales
Curación de datos	NO APLICA
Escritura - Preparación del borrador original	Jesús Antonio Zepeda Llamas (igual), Jorge Inés León Balderrama (igual)
Escritura - Revisión y edición	Jorge Inés León Balderrama,
Visualización	Beatriz Arellano Grajales (principal), Jorge Inés León Balderrama (que apoya), Jesús Antonio Zepeda Grajales (que apoya)
Supervisión	Jorge Inés León Balderrama
Administración de Proyectos	Jorge Inés León Balderrama
Adquisición de fondos	No aplica