



Efectividad de las tecnologías inmersivas para potenciar el aprendizaje en educación superior: una revisión sistemática

Effectiveness of immersive technologies to enhance learning in higher education: a systematic review

-   Sonia Martínez-Requejo (S.M.-R.); Universidad Europea de Madrid (España)
-   Beatriz Lores-Gómez (B.L.-G.); Universitat Jaume I (España)
-   Judit Ruiz-Lázaro (J.R.-L.); Universidad Nacional de Educación a Distancia (España)

RESUMEN

Las tecnologías digitales han revolucionado la educación, ofreciendo oportunidades para crear entornos de aprendizaje enriquecidos que se asemejan cada vez más a la realidad. Por ello, es fundamental comprender cómo estas tecnologías pueden mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta revisión se ha realizado para reconocer la evidencia científica sobre la efectividad de las tecnologías inmersivas en el ámbito de la educación superior. Siguiendo la Declaración PRISMA-P se seleccionaron 27 estudios relevantes que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos. Los resultados revelaron que los estudios analizados consistían principalmente en investigaciones cuasiexperimentales, experimentales o estudios de caso, realizados en universidades internacionales y con estudiantes de áreas científico-técnicas. Con relación a la efectividad pedagógica, se encontró que el grado de inmersión en las experiencias educativas, la práctica recurrente y la implementación de actividades didácticas antes y después del uso de las tecnologías inmersivas eran factores determinantes para lograr resultados efectivos. Estos hallazgos respaldan la importancia de diseñar experiencias de aprendizaje inmersivas que involucren activamente a los estudiantes, dándoles la oportunidad de practicar y aplicar los conocimientos adquiridos. Esta revisión sistemática proporciona evidencia científica sólida sobre la efectividad de las tecnologías inmersivas en la Educación Superior.

ABSTRACT

Digital technologies have revolutionised education, offering opportunities to create enriched learning environments that increasingly resemble reality. It is therefore essential to understand how these technologies can enhance the teaching-learning process. This review has been conducted to acknowledge the scientific evidence on the effectiveness of immersive technologies in higher education. Following the PRISMA-P Statement, 27 relevant studies were selected that met the established inclusion criteria. The results revealed that the studies analysed consisted mainly of quasi-experimental, experimental or case study research, conducted at international universities and with students from scientific-technical fields. With regard to pedagogical effectiveness, it was found that the degree of immersion in the educational experiences, recurrent practice and the implementation of didactic activities before and after the use of immersive technologies were determining factors in achieving effective results. These findings support the importance of designing immersive learning experiences that actively engage students, giving them the opportunity to practice and apply the knowledge they have acquired. This systematic review provides solid scientific evidence on the effectiveness of immersive technologies in Higher Education.

PALABRAS CLAVE - KEYWORDS

Tecnología educativa, aprendizaje, simulación, enseñanza superior, universidad
Educational technology, learning, simulation, higher education, university



1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías digitales han permitido generar entornos de aprendizaje enriquecidos que favorecen la generación de experiencias próximas a la realidad. Dependiendo del grado de interactividad e inmersión se habla de realidad aumentada, virtual o mixta (Cabero-Almenara et al., 2022).

Si se centra la atención en las semejanzas y las diferencias, la realidad virtual (en adelante, RV) permite una inmersión completa en un entorno simulado tecnológicamente (Cózar-Gutiérrez et al., 2019). Para ello, es necesario disponer de periféricos (gafas o cascos) también llamados HMD (*head mounted display*) que aporten un estímulo sensorial, visual y auditivo, que nos transporte a una realidad alternativa. Cuanto más realista sea el entorno y las condiciones de integración (control de temperatura o texturas del suelo), más se puede disfrutar de una sensación cercana a la realidad, como si lo que se viviese estuviera sucediendo realmente (Lannutti, 2022).

Por otro lado, cuando se habla de realidad aumentada (en adelante, AR por sus siglas en inglés) se hace referencia a objetos de la vida real enriquecidos con objetos virtuales, lo que aporta nuevas formas de interacción con el entorno (Martínez-Pérez et al., 2021). En este caso no se “engaña” a la vista como sucede con la VR, sino que se añaden capas de información en un entorno físico real. Esta tecnología permite una mayor movilidad espacial con respecto a la VR puesto que con ella es preciso limitar el espacio por cuestiones de seguridad y funcionamiento. En contrapartida, con la AR se pierde la perspectiva de inmersión absoluta en una realidad paralela.

A su vez, las realidades mixtas (en adelante, MR) van un paso más allá con respecto a la AR. En este caso, no se superponen capas de información a la realidad, sino que la realidad física y la virtual se encuentran fusionadas. Autores como Marín-Díaz et al. (2022) defienden que este tipo de tecnología aprovecha las ventajas de la VR y la AR y genera entornos inmersivos que entremezclan realidad y virtualidad.

El conjunto de estas tecnologías inmersivas (VR, AR y MR) e incluso a las tecnologías hápticas, aquellas que usan otros mecanismos sensoriales para ofrecer al usuario una experiencia más realista, se unen bajo el término de realidades extendidas o XR (Brown et al., 2020). Estas permiten crear nuevos entornos que no dependen de las condiciones físicas del entorno y que facilitan diferentes situaciones de aprendizaje. En este sentido, las tecnologías inmersivas abren la puerta a la inversión en tecnología y dispositivos frente a la inversión en instalaciones, aspecto que flexibiliza los límites de las aulas tal y como se conciben actualmente.

La integración de tecnologías inmersivas en entornos universitarios favorece la creación de “ambientes de aprendizaje inteligentes” caracterizados por la ubicuidad, la transparencia y la inteligencia (Lilia & Aspera, 2011). Como explican estos mismos autores, “imaginemos que, en un futuro muy cercano, todo el entorno físico está personalizado y se adapta a las necesidades de cada persona, las instalaciones, la iluminación, los servicios provistos, entre otros” (p.131).

Una de las principales ventajas de usar este tipo de tecnologías es su posibilidad para favorecer que el aprendiz se vea inmerso en mayor o menor medida en una situación difícilmente replicable en la vida real, ya sea por seguridad o por la dificultad para controlar otros

parámetros de la experiencia. En este sentido, como explican Sirakaya y Cakmak (2018), pueden proporcionar experiencias efectivas y descubrir nuevas oportunidades para un desarrollo rápido de habilidades. De este modo, los entornos de aprendizaje son seguros y controlados y favorecen el desarrollo de habilidades y competencias a través de una retroalimentación inmediata acerca de los conocimientos adquiridos y el nivel de desarrollo competencial basado en el learning by doing (Delello, 2014; Shelton & Hedley, 2002; Singhal et al., 2012; Yuen et al., 2011). Otros autores mencionan una ventaja añadida y argumentan su influencia positiva en la percepción de autoeficacia de los estudiantes (Sirakaya & Cakmak, 2018), seguramente debida a la posibilidad de practicar sin riesgo habilidades fundamentales en su proceso de aprendizaje y recibiendo un feedback inmediato de su desempeño. Esto permite, además, utilizarlas para mejorar el compromiso escolar del alumnado (Ruiz-Lázaro et al., 2024), atender necesidades específicas de aprendizaje o para facilitar el acceso a personas con diversidad funcional y mejorar el desarrollo de habilidades también en otras etapas educativas (Zorrilla et al., 2023).

El informe Horizon recoge las tendencias en tecnologías digitales en distintas etapas educativas. Concretamente, en su edición centrada en Educación Superior, incorpora, en varias ocasiones, el uso de tecnologías inmersivas desde el año 2010 hasta la actualidad (Brown et al., 2020; Pelletier et al., 2021). A lo largo de los años las tecnologías inmersivas se mencionan con distintas denominaciones y enfoques de forma irregular. Especialmente, se subraya que a pesar de las dificultades técnicas que presenta y la necesidad de inversión para su implementación, se opta por emplearse en periodos temporales cortos, aunque se mantiene informe tras informe. En este sentido, Brown et al. (2020) indican que, en Educación Superior, se está experimentando de manera activa con las tecnologías inmersivas en los planes de estudio y que a pesar de los obstáculos actuales (como pueden ser el costo del equipo o el esfuerzo que supone la creación de contenidos) las posibilidades pedagógicas que ofrece son todavía muy amplias para el aprendizaje. Recientemente, la realidad extendida se entremezcla con la Inteligencia Artificial para ofrecer una mejor experiencia de aprendizaje en los estudiantes.

Con el fin de explorar la adopción y la efectividad de las prácticas implementadas en contextos universitarios, el objetivo general del presente estudio es analizar la evidencia científica sobre la aplicación de las tecnologías inmersivas en Educación Superior para fomentar experiencias de aprendizaje significativas que influyan positivamente en la adquisición de aprendizajes y competencias. Por lo tanto, se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación (P):

- P1. ¿Cuáles son las palabras clave de los estudios analizados? ¿cómo se relacionan entre sí?
- P2. ¿Qué tipo de tecnologías inmersivas se han implementado en Educación Superior?
- P3. ¿En qué ámbitos de aplicación de la enseñanza superior se utilizan las tecnologías inmersivas?
- P4. ¿Qué resultados de aprendizaje se muestran derivados del uso de las tecnologías inmersivas en la enseñanza superior?
- P5. ¿Qué factores influyen en la efectividad pedagógica de las tecnologías inmersivas?

2. MÉTODO

En esta investigación se ha realizado una revisión sistemática de la literatura basada en la Declaración PRISMA-P (Urrutia & Bonfill, 2010; Moher et al., 2015) (ver Tabla 1).

Tabla 1

Descripción del procedimiento de revisión sistemática.

Etapa	Descripción
1. Delimitación y búsqueda de los documentos.	Cumplimentación de los ítems del protocolo PRISMA-P. Posteriormente, se realizó la búsqueda de los documentos en las bases de datos científicas seleccionadas.
2. Cribado de los documentos.	Se realizó el cribado de los artículos según los criterios de elegibilidad (inclusión y exclusión). Pasos: 1) Exclusión de los documentos duplicados; 2) Revisión por título; 3) Revisión por resumen / abstract; 4) Localización y obtención de los documentos seleccionados.
3. Análisis de los documentos hallados.	Se realizaron dos tipos de análisis distintos: Análisis cuantitativo de toda producción científica resultante (n=32). Análisis cualitativo de los documentos seleccionados (n=27) con el fin de responder a los objetivos y a las preguntas de investigación planteadas al inicio del proceso.

Los documentos analizados se obtuvieron mediante la siguiente fórmula de búsqueda: “immersive technologies” AND “learning outcomes” AND “higher education”. Para hacer la búsqueda se consultaron cuatro bases de datos científicas relevantes para el campo de la educación; Web of Science (WoS), Scopus y Educational Resources Information Center (ERIC) y Teacher Reference. A continuación, se muestran los criterios de elegibilidad seleccionados (ver Tabla 2).

Tabla 2

Criterios de elegibilidad para realizar el cribado de la revisión sistemática.

Criterios de elegibilidad	Descripción
Inclusión	<p>Tipo de estudios: publicaciones arbitradas. Artículos de revistas científicas que describen experiencias y obtención de resultados cuantitativos y cualitativos sobre la aplicación de tecnologías inmersivas para el aprendizaje en educación superior con una finalidad pedagógica.</p> <p>Tipo de población: estudios de cualquier nacionalidad que evalúen experiencias piloto y otras de más amplio recorrido encaminadas a la formación de grado y/o postgrado.</p> <p>Contenido: estudios que midan los resultados de aprendizaje derivados del uso de tecnología inmersiva como una variable de resultado usando instrumentos de prueba, observación del rendimiento de los estudiantes y muestras de trabajo de los estudiantes.</p> <p>Diseño del estudio: estudios descriptivos, experimentales, experiencias piloto, estudios de caso.</p> <p>Periodo temporal: desde 2018 hasta 2023.</p> <p>Idioma: inglés y español.</p>
Exclusión	<p>Tipo de estudios: libros, capítulos de libros o publicaciones no arbitradas.</p> <p>Tipo de población: publicaciones que contuvieran experiencias con tecnologías inmersivas (VR, AR y MR) para fines lúdicos o comerciales y aquellas que no aporten datos cuantitativos o cualitativos acerca de su aplicación educativa.</p> <p>Contexto: no universitario.</p> <p>Contenido: estudios que utilizaron tecnologías inmersivas como herramienta de evaluación, diagnóstico o terapia.</p> <p>Se excluyen estudios centrados en RA o RV no inmersiva.</p> <p>Diseño del estudio: estudios con carencias en la presentación de la metodología del estudio o con falta de información respecto al diseño del estudio.</p> <p>No disponibles a texto completo.</p> <p>Se excluyen estudios referidos a metaverso (que no implican experiencia sensorial inmersiva).</p> <p>Se excluyen revisiones sistemáticas de la literatura.</p>

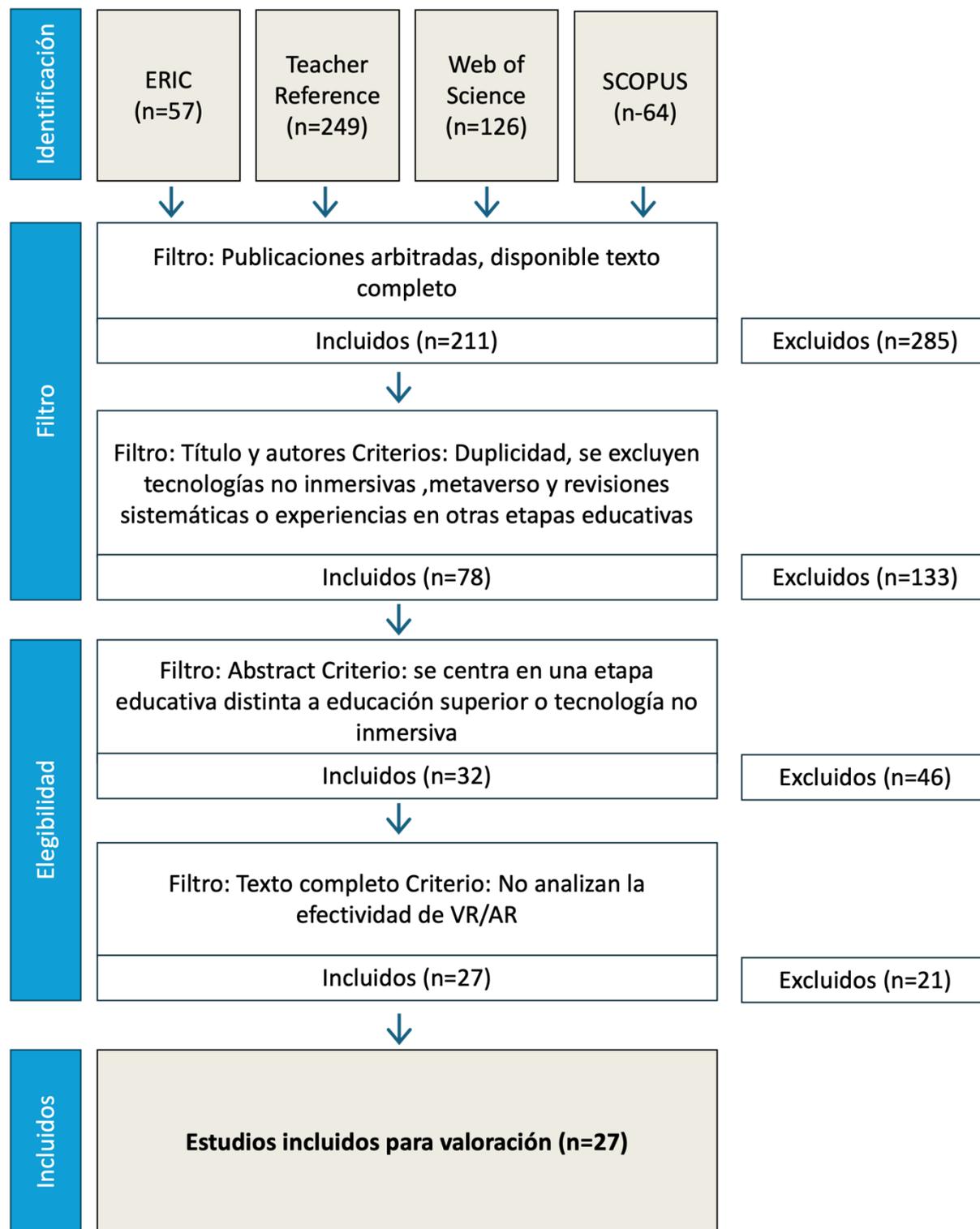
La presente revisión sistemática se ha realizado colaborativamente por los integrantes de esta investigación. De esta manera, todas las referencias se han revisado de forma individual con la finalidad de minimizar los posibles sesgos producidos por las distintas opiniones de los investigadores. En los documentos donde se hallaron discrepancias, se reevaluaron con posterioridad conjuntamente para llegar a un punto de consenso y unanimidad.

3. RESULTADOS

En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo realizado en la revisión sistemática.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA-P



3.1. Muestra analizada

La muestra de documentos analizados se muestra en la Tabla 3, la información está organizada según la referencia bibliográfica y el país.

Tabla 3

Datos identificativos de los documentos incluidos para su análisis.

Número	Referencia bibliográfica	País	Número	Referencia bibliográfica	País
1	(Agbo et al., 2023)	Nigeria	15	(Chan et al., 2022)	EEUU
2	(Bennie et al., 2019)	Reino Unido	16	(Makransky & Lilleholt, 2018)	Dinamarca
3	(Filter et al., 2020)	Alemania	17	(Chan et al., 2021)	EEUU
4	(Hajirasouli et al., 2023)	Australia	18	(Ho et al., 2019)	China
5	(Hutson & Olsen, 2022)	EEUU	19	(Birbara & Pather, 2021)	Australia
6	(Klippel et al., 2020)	EEUU	20	(Taçgin, 2020)	Turquía
7	(Marks & Thomas, 2022)	Australia	21	(Shadiev et al., 2021)	China
8	(Parong et al., 2020)	EEUU	22	(Huang et al., 2021)	USA
9	(Zhao et al., 2022)	EEUU	23	(Lui et al., 2020)	Canadá
10	(Zhou et al., 2020)	China	24	(Klingenberg et al., 2020)	Dinamarca
11	(Liu et al., 2022)	China	25	(Takagi et al., 2019)	Japón
12	(Pande et al., 2021)	Dinamarca	26	(Macnamara et al. 2021)	Reino Unido
13	(Reinke et al., 2021)	Australia	27	(Detyna & Kadiri, 2020)	Reino Unido
14	(Elme et al., 2022)	Dinamarca			

3.2. Resultados obtenidos

A continuación, se exponen los resultados derivados del análisis de documentos incluidos en la revisión (N=27), a partir de las preguntas de investigación planteadas.

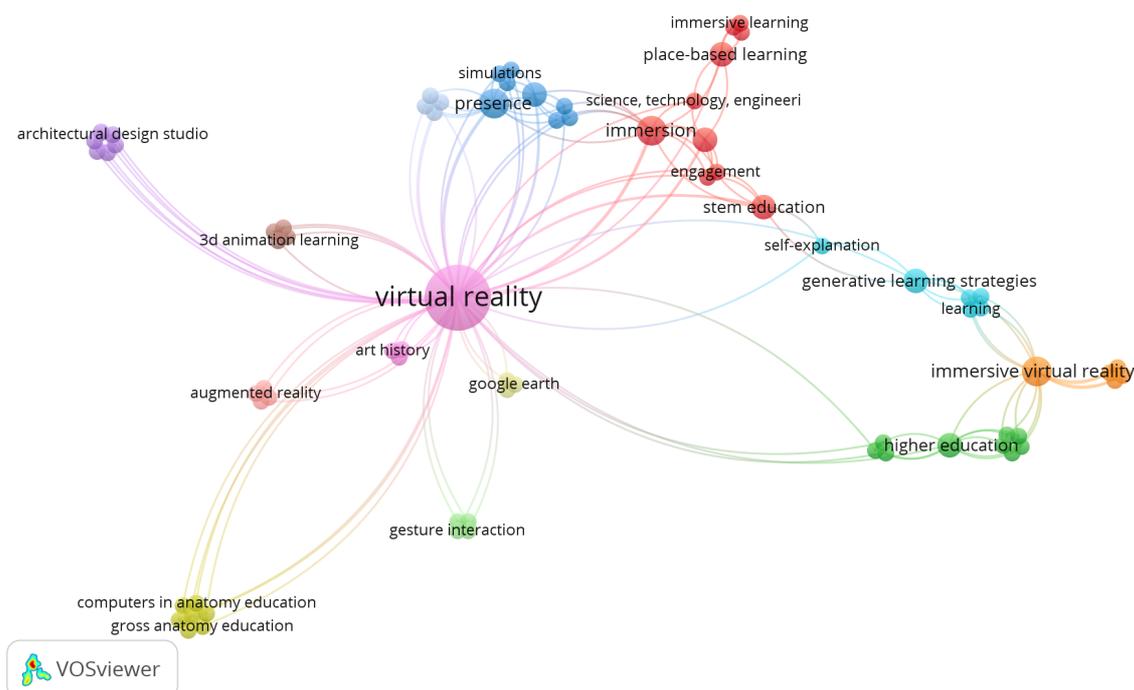
3.2.1. Palabras clave de los documentos y su relación entre ellas

Mediante VosViewer y las bases de datos seleccionadas se localizaron las palabras clave sobre las que se fundamenta esta investigación (Figura 2). Se identificaron los grupos de palabras con

mayor incidencia, destacando especialmente aquellos relacionados con el conjunto de términos vinculados a la RV. El análisis de clúster obtenido permite visualizar las redes de co-términos al mismo nivel y las relaciones que se presentan con mayor frecuencia entre los distintos términos.

Figura 2

Red de palabras clave y su conglomerado.



Destacan cuatro grandes agrupaciones, delimitadas por colores: simulaciones, aprendizaje inmersivo, estrategias de aprendizaje generativas y realidad virtual inmersiva. Estos resultados sirven para conocer cuáles son las palabras clave recurrentes en los estudios analizados y en este caso, son útiles para vincular estudios sobre tecnología inmersiva en Educación Superior.

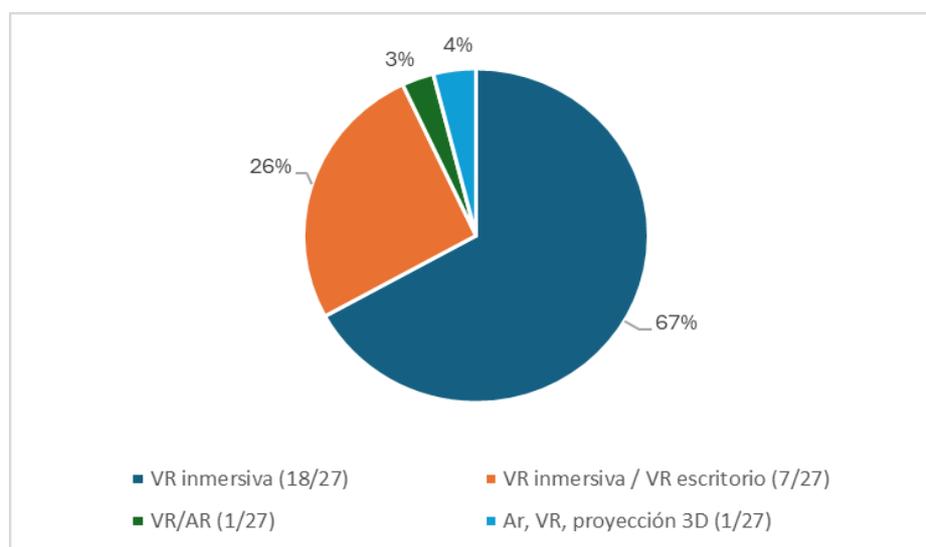
En la Figura 2, el nodo central corresponde a la RV, mientras que la RA aparece como un nodo de menor relevancia. Alrededor de este nodo central, se agrupan varios términos relacionados con la inmersión tales como: aprendizaje inmersivo, realidad virtual inmersiva e inmersión. También emergen términos asociados a estrategias pedagógicas como: las estrategias de aprendizaje generativo y la autoexplicación. Además, se observan referencias a diversos ámbitos de aplicación como STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), diseño arquitectónico, historia del arte, anatomía, ciencia y tecnología. Finalmente, los términos aprendizaje y compromiso destacan como los principales resultados asociados.

3.2.2. Tecnologías inmersivas en educación superior

Tomando como referencia la denominación propuesta en los Informes *Horizon* analizados previamente, y con la intención de responder a la primera pregunta de investigación, se ha revisado en cada uno de los documentos cuál es el tipo de tecnología que se aplica. Algunos de ellos comparan varias tecnologías como la realidad aumentada (AR), la versión de realidad virtual (VR) de escritorio que presentan menor grado de inmersión o las proyecciones 3D (Filters et al, 2020; Hajirasouli et al, 2023; Klippel et al, 2020; Zhao et al, 2022; Zhou et al, 2020; Makransky & Lilleholt, 2018; Chan et al, 2021 y Huang et al, 2021).

Figura 3

Distribución temporal de los documentos analizados (N=27)



En la Figura 3, más de la mitad de los estudios analizados integran la realidad virtual inmersiva a través de dispositivos como cascos (67%) (18/27). Asimismo, en el caso concreto de Macnamara et al. (2021) se completa la experiencia con un maniquí que posee retroalimentación háptica para generar una experiencia más realista.

Por su parte, hay un número relevante de estudios (26%) (7/27) que comparan la VR inmersiva con su versión de escritorio a fin de analizar cómo influye el grado de inmersión en la experiencia de aprendizaje, cuestión en la que se profundiza posteriormente.

De todos los estudios analizados, dos de ellos (Takagi et al, 2019; Shadiev et al, 2021) crean *ad hoc* el recurso tecnológico de RV evaluado (7%) (2/27), el resto usan recursos ya existentes en el mercado (93%) (25/27).

3.2.3. Ámbitos de aplicación de las tecnologías inmersivas en educación superior

El 100% de los estudios recopilados involucraron a estudiantes y docentes de diferentes titulaciones, brindando una visión amplia de los ámbitos de aplicación de las tecnologías inmersivas. La integración de este tipo de tecnologías es más frecuente en las titulaciones de Biología (18,5%) (5/27) y Medicina (11%) (3/27). Además, se describen experiencias desarrolladas en titulaciones técnicas como Arquitectura, Geología, Ingenierías, Bioquímica,

Odontología, Química y Enfermería y otras no técnicas como Arte y Educación. El 18,5% (5/27) de los estudios analizados involucra a estudiantes de varias titulaciones para reforzar competencias transversales como el respeto al medio ambiente (Filter et al., 2020), la orientación espacial (Parong et al., 2020; Huang et al., 2021) o para analizar la efectividad de los propios recursos tecnológicos usados por su capacidad de inmersión (Detyna & Kadiri, 2020; Zhou et al, 2020).

Estos estudios muestran cómo las tecnologías inmersivas pueden mejorar la comprensión de conceptos arquitectónicos, facilitar la programación y el pensamiento lógico, simular excavaciones geológicas, fomentar la creatividad artística, analizar o generar obras de arte, entrenar en procedimientos clínicos, explorar fenómenos científicos o mejorar la comprensión de la química.

Figura 4

Titulaciones que cursan los estudiantes participantes de las experiencias analizadas.



En la Figura 4, se observa que las titulaciones de carácter técnico son las más presentes en estudios de este tipo por los beneficios derivados para generar prácticas repetidas en entornos seguros y con un coste menor que en entornos de prácticas reales. Además, se trabajó indistintamente con estudiantes de primeros y últimos cursos de grado.

3.2.4. Evaluación de resultados de aprendizaje derivados del uso de las RE inmersivas

Los principales resultados observados en los estudios analizados tienen relación con la comprensión de conceptos, el aprendizaje auto percibido o el rendimiento académico. De hecho, el 32% (9/27) de los estudios mencionan los efectos del uso de tecnologías inmersivas

en el aprendizaje bien a través de encuestas o pruebas de conocimientos, lo que está vinculado a aprendizajes de tipo cognitivo.

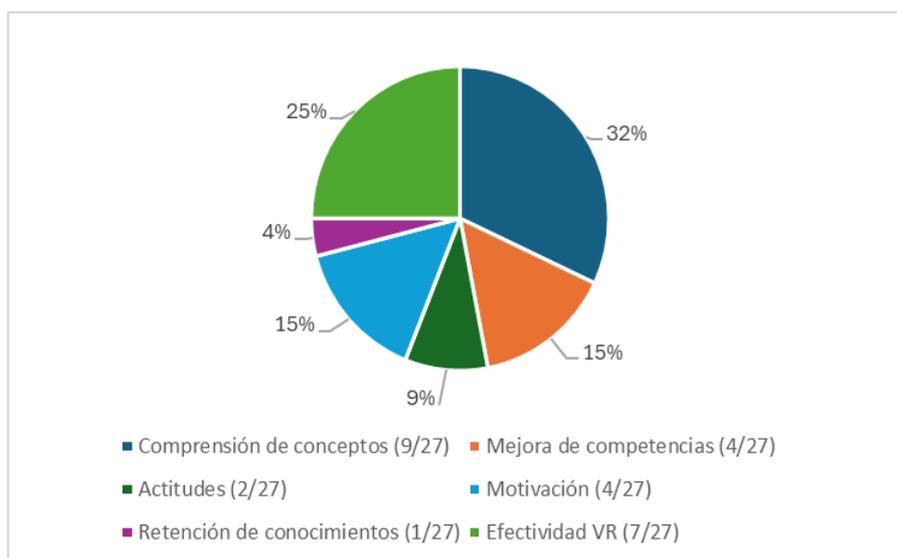
Otras dimensiones como la mejora de competencias (15%) (4/27) y los cambios actitudinales (9%) (2/27) se analizan en los documentos. Estas dimensiones conectan directamente con aprendizajes de tipo procedimental o incluyen el factor emocional. Las competencias para las que se demuestra eficaz la realidad virtual inmersiva son la creatividad, el trabajo en equipo, el desarrollo de procedimientos, el razonamiento espacial o la orientación. Por su parte, las actitudes en las que se ha generado un cambio positivo han sido el respeto al medio ambiente, la inteligencia emocional, la interculturalidad y la eficacia auto percibida o confianza en los propios conocimientos o capacidades.

Por su parte, varios estudios (25%) (7/27) valoran la efectividad de los recursos tecnológicos empleados por su efectividad en términos de aprendizaje. En siete de los documentos se compararon y analizaron los efectos en el aprendizaje del grado de inmersión tecnológica comparando varias opciones como la realidad virtual inmersiva y de escritorio o los vídeos 360 frente a vídeos 2D. En otros dos estudios (Lui et al, 2020; Liu et al. 2022) analizaron cuestiones técnicas como el uso de guías visuales o la posición más efectiva (sentados versus de pie) y por último en dos de los estudios implementados con estudiantes de medicina (7%)(2/27) se valora especialmente el grado de fidelidad, en uno de ellos se incorpora además un maniquí con retroalimentación háptica (Macnamara et al., 2021).

Sin embargo, tan solo un 4% (1/27) de los estudios contemplaron la medida de la retención o memoria de lo aprendido a corto y a medio plazo o la transferencia de lo aprendido, lo que supone otra dimensión esencial del aprendizaje (ver Figura 5).

Figura 5

Resultados de aprendizaje derivados del uso de las tecnologías inmersivas.



3.2.5. Factores que influyen en la efectividad pedagógica de las tecnologías inmersivas

La efectividad pedagógica de las tecnologías inmersivas no solo depende de su mera implementación, sino también de una serie de factores que influyen en su integración. El 100% de los estudios analizados examinan los factores que impactan en la efectividad pedagógica de las tecnologías inmersivas. Concretamente, tienen como finalidad proporcionar una comprensión más profunda sobre cómo maximizar su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Todos ellos se enumeran a continuación.

a. Conocimientos previos

El alumnado debe estar familiarizado con los conceptos a trabajar en un entorno inmersivo, tal y como sucede en las simulaciones complejas que se realizan en el ámbito médico ya que los conocimientos previos influyen directamente en el aprendizaje y son requisito para aprovechar de manera óptima la experiencia. Así, en el estudio realizado por Lui et al. (2020) se comparó el aprendizaje de distintos grupos de estudiantes con distinto nivel de dominio previo y se confirmó que el uso de tecnologías inmersivas se percibió como más eficaz para alumnado de cursos superiores (Shadiev et al., 2021).

Además, es importante considerar que las tecnologías inmersivas son especialmente eficaces para interiorizar procedimientos o actitudes muy concretos, pero es preciso trabajar el dominio de conceptos básicos relacionados con la práctica inmersiva con anterioridad a la misma.

b. Diseño de la experiencia de aprendizaje

La creación de situaciones de aprendizaje que sean relevantes, y estimulantes puede mejorar la participación y el compromiso del estudiante, así como su aprendizaje. El diseño cuidadoso de escenarios de aprendizaje inmersivos, que integren de manera efectiva los objetivos de enseñanza, los contenidos y las actividades interactivas, puede potenciar la adquisición de conocimientos y habilidades.

Acorde a esta idea Agbo et al. (2023) validan un modelo que presenta ocho factores determinantes en el diseño de la experiencia de aprendizaje con tecnologías inmersivas a fin de que el alumnado obtenga el máximo beneficio en su aprendizaje son; claridad de objetivos, desafío, retroalimentación, inmersión, adecuación de los contenidos o materiales didácticos, comprensión, pensamiento reflexivo e interacción. Muchos de estos factores se mantienen presentes en el resto de los estudios analizados.

Por su parte, por Hajirasouli et al. (2023) sugieren mantener un enfoque constructivista que tenga muy presente las necesidades del alumnado para generar un proceso participativo, experiencial y orientado a la mejora a nivel cognitivo, procedimental y actitudinal. Un buen ejemplo de ello es la experiencia que describen en su experiencia con estudiantes de Arquitectura en el que el alumnado en pequeños grupos realiza un diseño 3D de un edificio que después presenta en un entorno de realidad virtual inmersiva a socios del proyecto, otros estudiantes y docentes. En esta experiencia la tecnología se usa de forma activa y creativa y no únicamente para realizar prácticas dirigidas.

Otros artículos recomiendan realizar actividades previas al uso de las tecnologías inmersivas que ayudan a conocer o repasar los conocimientos previos requeridos, y otras actividades con

posterioridad a la experiencia, pero próximas en el tiempo, que fomenten la metacognición y se realicen de forma individual u otras que refuercen el trabajo en equipo (Zhao et al., 2022). De ese modo se refuerza el aprendizaje y su transferencia o aplicabilidad. Klingenberg et al. (2020) las llaman estrategias de aprendizaje generativo y enumeran actividades recomendadas como la realización de resúmenes o presentaciones. Elme et al. (2022), por su parte, recomiendan introducir actividades de auto-explicación para reforzar el aprendizaje adquirido durante la práctica inmersiva. Lo que confirman los estudios analizados es que incorporando estas actividades se mejora la autoeficacia, la retención y la transferencia de conocimiento además de impulsar la eficacia pedagógica del uso de estas tecnologías.

c. Práctica repetida

Otro de los factores relevantes para incrementar la eficacia pedagógica es la práctica repetida a lo largo del curso. Los estudios que definen experiencias puntuales (Reinke et al, 2021; Ho et al., 2019) muestran resultados menos concluyentes o contundentes que aquellos que se integran en la dinámica habitual de una materia de forma continuada o para aquellos que hicieron varias prácticas en lugar de una única (Shadiev et al., 2021; Hutson & Olsen, 2022; Elme et al., 2022).

Además, se aconseja que las experiencias con tecnologías inmersivas sean de corta duración y siempre complementadas con actividades didácticas como ya se ha mencionado en el apartado anterior.

d. Inmersión dirigida

La contextualización de los contenidos educativos dentro de entornos inmersivos facilita la transferencia de conocimiento a situaciones reales. Al proporcionar a los estudiantes experiencias inmersivas se recorre un doble proceso, el cognitivo y el emocional y, a mayor inmersión y mejor usabilidad mejoran los resultados de aprendizaje ya que se fortalece su capacidad para transferir el conocimiento adquirido a situaciones del mundo real (Makransky & Lilleholt, 2018).

Asimismo, la experiencia inmersiva, cuando es dirigida favorece un mejor rendimiento. Liu et al. (2022) lo comprobaron al analizar el uso de pistas visuales o sonoras en los vídeos 360. Ayudar a guiar la atención evita perder información relevante o reducir la experiencia inmersiva. A veces un entorno de aprendizaje con una alta capacidad inmersiva puede resultar apabullante y es importante que el alumnado no se sienta perdido o se desvíe del objetivo de aprendizaje que dirige la práctica.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este estudio aporta una perspectiva renovada frente a otros previos sobre el uso de las tecnologías inmersivas, al centrarse en un análisis exhaustivo de factores específicos que contribuyen al aprendizaje profundo, como la inmersión, la interacción y el diseño pedagógico de las experiencias y no limitarse a experiencias en un único ámbito de estudio (Jiang et al, 2021).

Es relevante remarcar que se ha analizado la efectividad pedagógica de las tecnologías inmersivas en educación superior a través de la revisión de las investigaciones realizadas en los últimos cinco años.

A este respecto se observa que, la inmersión y la experiencia de interacción influyen positivamente en la comprensión del alumnado, especialmente en el contexto de la realidad virtual inmersiva. En consonancia con los resultados obtenidos en esta investigación, un estudio reciente corrobora la importancia de la inmersión y la interacción como características de la tecnología de realidad virtual inmersiva en la experiencia y los resultados del aprendizaje en educación superior (Kaur et al., 2023).

Otro de los factores esenciales que influyen en la efectividad pedagógica de estas tecnologías estriba en el diseño de la experiencia de aprendizaje. La integración de la VR inmersiva en el currículo educativo requiere un enfoque pedagógico constructivista basado en la participación activa del alumnado (Hajirasouli et al., 2023). Especialmente, se ha observado un mayor compromiso, participación, creatividad y motivación por parte de los estudiantes cuando se les aporta la oportunidad de utilizar la VR en actividades de diseño y construcción.

Conforme a este modelo, y acorde a los hallazgos de este estudio, a la hora de integrar las tecnologías inmersivas en pro de un aprendizaje significativo y satisfactorio es preciso conocer y promover un nivel adecuado de conocimientos previos antes de las prácticas inmersivas para después integrar en la dinámica habitual de aprendizaje prácticas repetidas de corta duración donde las tecnologías ofrezcan una experiencia lo más realista posible a la vez que dirigida a un objetivo concreto claramente definido desde el inicio y que además, suponga un desafío. También es relevante aportar una retroalimentación inmediata y valiosa, así como garantizar la coherencia y adecuación entre los contenidos teóricos y las prácticas inmersivas para favorecer la comprensión del alumnado. Se ha comprobado también que realizar actividades posteriormente a la práctica inmersiva que fomenten la reflexión, la metacognición o el trabajo colaborativo. son clave para obtener beneficios cognitivos máximos (Agbo et al., 2023; Makransky y Lilleholt, 2018; Parong et al., 2020).

Además, la repetición de experiencias inmersivas puede ser beneficiosa para mantener el compromiso y la satisfacción de los estudiantes a largo plazo (Taçgin, 2020), por lo que podemos decir que otro de los factores relevantes para aprovechar las potencialidades de las tecnologías inmersivas en pro del aprendizaje es su integración completa y continuada en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, los estudios cuasiexperimentales y de casos, así como las experiencias piloto analizadas, ofrecen información contextualizada en entornos educativos reales, aunque estas muestras suelen ser pequeñas debido a limitaciones de recursos, proporcionan valiosos resultados sobre la efectividad pedagógica de estas tecnologías en educación superior.

No obstante, para comprender mejor la ideación, el diseño y la aplicación de las nuevas aplicaciones de tecnologías inmersivas en el ámbito educativo se hace necesario disponer de un mayor número de investigaciones longitudinales que puedan proporcionar información más sólida sobre los efectos a largo plazo de la integración de tecnologías como la realidad virtual en el aprendizaje y su transferencia.

Para facilitar la integración de tecnologías inmersivas en el aula, se recomienda que los docentes adapten estas herramientas a los objetivos de aprendizaje específicos, comenzando por actividades simples y prácticas de corta duración. Es aconsejable utilizar dispositivos accesibles, como cascos de realidad virtual o simuladores de escritorio, para facilitar experiencias seguras y escalables. Un enfoque pedagógico adecuado podría incluir la combinación de actividades previas que refuercen conocimientos básicos e iniciales con prácticas guiadas por el docente que ayudan al alumnado a fomentar el compromiso y permitan una exploración activa. La retroalimentación inmediata, del proceso de aprendizaje y del desempeño, es relevante para ayudarles a afianzar conceptos, identificar posibles mejoras y fortalecer habilidades.

Asimismo, para maximizar la retención a largo plazo y evaluar los efectos duraderos de las tecnologías inmersivas, es recomendable que los formadores incluyan prácticas de seguimiento o repetición periódica, así como actividades de reflexión y metacognición. Estos pueden incluir ejercicios de autoexplicación o actividades de revisión colaborativa que ayuden a los estudiantes a transferir el conocimiento a nuevas situaciones propuestas. Ahora bien, como se observa en la literatura, es necesario seguir investigando en estudios longitudinales sobre el impacto de estas tecnologías en la memoria y transferencia del aprendizaje, pero se anticipa que estos enfoques pueden contribuir a un aprendizaje más profundo y duradero, generando un valor pedagógico sostenible.

Las investigaciones analizadas subrayan el impacto positivo de las tecnologías inmersivas en el aprendizaje, especialmente en términos de comprensión, participación, motivación y creatividad. Sin embargo, se requiere de una adecuada planificación y un enfoque pedagógico minucioso para garantizar el máximo aprovechamiento de estas tecnologías. La investigación futura debe centrarse en la integración de la RV en entornos educativos reales y en la exploración de estrategias efectivas para su implementación.

5. FINANCIACIÓN

Este artículo forma parte del proyecto de investigación VRTeacher financiado por el XRLab de la Universidad Europea de Madrid.

6. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, S.M.-R., B.L.-G.; curación de datos, S.M.-R.; análisis formal, B.L.-G., J.R.-L.; adquisición de financiación, S.M.-R.; investigación, S.M.-R., B.L.-G., J.R.-L.; metodología, S.M.-R., B.L.-G., J.R.-L.; administración del proyecto, S.M.-R.; software, S.M.-R., J.R.-L.; supervisión, B.L.-G., J.R.-L.; validación, B.L.-G.; redacción—preparación del borrador original, S.M.-R., B.L.-G., J.R.-L.; redacción—revisión y edición, S.M.-R., B.L.-G., J.R.-L.

7. REFERENCIAS

- Agbo, F. J., Olaleye, S. A., Bower, M., y Oyelere, S. S. (2023). Examining the relationships between students' perceptions of technology, pedagogy, and cognition: The case of immersive virtual reality mini games to foster computational thinking in higher education. *Smart Learning Environments*, 10(1) <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00233-1>
- Bennie, S. J., Ranaghan, K. E., Deeks, H., Goldsmith, H. E., O'Connor, M. B., Mulholland, A. J., y Glowacki, D. R. (2019). Teaching enzyme catalysis using interactive molecular dynamics in virtual reality. *Journal of Chemical Education*, 96(11), 2488-2496. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00181>
- Birbara, N. S., y Pather, N. (2021). Real or not real: The impact of the physical fidelity of virtual learning resources on learning anatomy. *Anatomical Sciences Education*, 14(6), 774-787. <https://doi.org/10.1002/ase.2022>
- Brown, M., McCormack, M., Reeves, J., Brooks, D.C., Grajek, S., Alexander, B., Bali, M., Bulger, S., Dark, S., Engelbert, N., Gannon, K., Gauthier, A., Gibson, D., Gibson, R., Lundin, B., Veletsianos, G., y Weber, N. (2020). *EDUCAUSE Horizon Report*. Teaching and Learning Edition. <https://www.learntechlib.org/p/215670/>
- Cabero Almenara, J., Valencia-Ortiz, R. y Llorente-Cejudo, C. (2022). Ecosistema de tecnologías emergentes: realidad aumentada, virtual y mixta. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 7-22. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.1148>
- Chan, V., Larson, N.D., Moody, D.A., Moyer, D.G., y Shah, N.D. (2021). Impact of 360° vs 2D Videos on Engagement in Anatomy Education. *Cureus* 13(4): e14260. <https://doi.org/10.7759/cureus.14260>
- Chan, CS., Bogdanovic, J. y Kalivarapu, V. (2022). Applying immersive virtual reality for remote teaching architectural history. *Educ Inf Technol* 27, 4365-4397. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10786-8>
- Cózar Gutiérrez, R., González-Calero Somoza, J., Villena Taranilla, R., y Merino Armero, J. (2019). Análisis de la motivación ante el uso de la realidad virtual en la enseñanza de la historia en futuros maestros. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (68), 1-14. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.68.1315>
- Delello, J. A. (2014). Insights from pre-service teachers using science-based augmented reality. *Journal of Computers in Education*, 1(4), 295-311. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40692-014-0021-y>
- Detyna, M., y Kadiri, M. (2020). Virtual reality in the HE classroom: feasibility, and the potential to embed in the curriculum. *Journal of Geography in Higher Education*, 44(3), 474-485. <https://doi.org/10.1080/03098265.2019.1700486>
- Elme, L., Jørgensen, M. L. M., Dandanell, G., Mottelson, A., y Makransky, G. (2022). Immersive Virtual Reality in STEM: Is IVR an Effective Learning Medium and Does Adding Self-

- Explanation after a Lesson Improve Learning Outcomes? *Educational Technology Research and Development*, 70(5), 1601–1626. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10139-3>
- Filter, E., Eckes, A., Fiebelkorn, F., y Büssing, A. G. (2020). Virtual reality nature experiences involving wolves on youtube: Presence, emotions, and attitudes in immersive and nonimmersive settings. *Sustainability* (Switzerland), 12(9) <https://doi.org/10.3390/su12093823>
- Hajirasouli, A., Banihashemi, S., Sanders, P., y Rahimian, F. (2023). BIM-enabled virtual reality (VR)-based pedagogical framework in architectural design studios. *Smart and Sustainable Built Environment*, <https://doi.org/10.1108/SASBE-07-2022-0149>
- Ho L-H, Sun H, Tsai T-H. (2019) Research on 3D Painting in Virtual Reality to Improve Students' Motivation of 3D Animation Learning. *Sustainability*, 11(6):1605. <https://doi.org/10.3390/su11061605>
- Huang, W., Roscoe, R. D., Johnson-Glenberg, M. C., y Craig, S. D. (2021). Motivation, Engagement, and Performance across Multiple Virtual Reality Sessions and Levels of Immersion. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 745–758. <https://doi.org/10.1111/jcal.12520>
- Hutson, J., y Olsen, T. (2022). Virtual reality and art history: A case study of digital humanities and immersive learning environments. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 22(2), 50-65. <https://doi.org/10.33423/jhetp.v22i2.5036>
- Jiang, H., Vimalasvaran, S., Kyaw, B. y Car, L. (2021). Realidad virtual en la educación de los estudiantes de medicina: un protocolo de revisión de alcance. *BMJ Open*, 11. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-046986>
- Kaur, D. P., Kumar, A., Dutta, R., y Malhotra, S. (2022). The role of interactive and immersive technologies in higher education: A survey. *Journal of Engineering Education Transformations*, 36(2), 79-86. <https://doi.org/10.16920/jeet/2022/v36i2/22156>
- Klingenberg, S., Jørgensen, M. L. M., Dandanell, G., Skriver, K., Mottelson, A., y Makransky, G. (2020). Investigating the Effect of Teaching as a Generative Learning Strategy When Learning through Desktop and Immersive VR: A Media and Methods Experiment. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2115–2138. <https://doi.org/10.1111/bjet.13029>
- Klippel, A., Zhao, J., Oprean, D., Wallgrün, J. O., Stubbs, C., La Femina, P., y Jackson, K. L. (2020). The value of being there: Toward a science of immersive virtual field trips. *Virtual Reality*, 24(4), 753-770. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00418-5>
- Lannutti, E. D. (2022). *Robótica: De la ciencia ficción a la realidad científica* (Vol. 13). EDIUNC.
- Lilia, A., y Aspera, G. (2011). La realidad virtual inmersiva en ambientes de aprendizaje. Un caso en la educación superior. *Revista ICONO* 14, 2, 122–137. <https://doi.org/10.7195/ri14.v9i2.42>

- Liu R, Xu X, Yang H, Li Z and Huang G (2022) Impacts of Cues on Learning and Attention in Immersive 360-Degree Video: An Eye-Tracking Study. *Front. Psychol.* 12:792069. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.792069>
- Lui, M., McEwen, R., y Mullally, M. (2020). Immersive Virtual Reality for Supporting Complex Scientific Knowledge: Augmenting Our Understanding with Physiological Monitoring. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2180–2198. <https://doi.org/10.1111/bjet.13022>
- Macnamara, A. F., Bird, K., Rigby, A., Sathyapalan, T., y Hepburn, D. (2021). High-fidelity simulation and virtual reality: An evaluation of medical students' experiences. *BMJ Simulation and Technology Enhanced Learning*, 7(6), 528-535. <https://doi.org/10.1136/bmjstel-2020-000625>
- Makransky, G., y Lilleholt, L. (2018). A Structural Equation Modeling Investigation of the Emotional Value of Immersive Virtual Reality in Education. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1141–1164. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>
- Marín-Díaz, V., Sampedro Requena, B. E. y Vega Gea, E. (2022). La realidad virtual y aumentada en el aula de secundaria. *Campus Virtuales*, 11(1), 225-236. <https://doi.org/10.54988/cv.2022.1.1030>
- Marks, B., y Thomas, J. (2022). Adoption of virtual reality technology in higher education: An evaluation of five teaching semesters in a purpose-designed laboratory. *Education and Information Technologies*, 27(1), 1287-1305. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10653-6>
- Martínez-Pérez, S., Fernández-Robles, B. y Barroso-Osuna, J. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19. <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/644>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., y PRISMA-P Group (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic reviews*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- 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. <https://doi.org/10.25304/rlt.v29.2482>
- Parong, J., Pollard, K. A., Files, B. T., Oiknine, A. H., Sinatra, A. M., Moss, J. D., Khooshabeh, P. (2020). The mediating role of presence differs across types of spatial learning in immersive technologies. *Computers in Human Behavior*, 107 <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106290>
- Pelletier, K., Brown, M., Brooks, D., McCormack, M., Reeves, J., Arbino, N., Bozkurt, A., Crawford, S., Czerniewicz, L., Gibson, R., Linder, K., Mason, J., y Mondelli, V.

- (2021). 2021 EDUCAUSE Horizon Report, Teaching and Learning Edition. Boulder, Colorado: EDUCAUSE Publication. <https://library.educause.edu/>
- Reinke, N. B., Kynn, M., y Parkinson, A. L. (2021). Immersive 3d experience of osmosis improves learning outcomes of first-year cell biology students. *CBE—Life Sciences Education*, 20(1), ar1. <https://doi.org/10.1187/cbe.19-11-0254>
- Ruiz-Lázaro, J., Jiménez-García, E. y Huetos-Domínguez, M. (2024). Revisión sistemática sobre el uso de la tecnología en educación y el compromiso de los estudiantes en la última década. *Campus Virtuales*, 14(1), 139-152. <https://doi.org/10.54988/cv.2025.1.1318>
- Shadiev, R., Wang, X., y Huang, Y.-M. (2021). Cross-Cultural Learning in Virtual Reality Environment: Facilitating Cross-Cultural Understanding, Trait Emotional Intelligence, and Sense of Presence. *Educational Technology Research and Development*, 69(5), 2917–2936. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10044-1>
- Shelton, B. E., y Hedley, N. R. (2002). Using augmented reality for teaching Earth-Sun relationships to undergraduate geography students. 1st IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop, Proceedings. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ART.2002.1106948>
- Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P., y Saxena, V. (2012). Augmented Chemistry: Interactive Education System. *International Journal of Computer Applications*, 4(15), 1–5. <https://doi.org/https://doi.org/10.5120/7700-1041>
- Sirakaya, M., y Cakmak, E. K. (2018). Effects of augmented reality on student achievement and self-efficacy in vocational education and training. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 5(1), 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.13152/IJRVET.5.1.1>
- Taçgin, Z. (2020). The Perceived Effectiveness Regarding Immersive Virtual Reality Learning Environments Changes by the Prior Knowledge of Learners. *Education and Information Technologies*, 25(4), 2791–2809. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10088-0>
- Takagi, D., Hayashi, M., Iida, T., Tanaka, Y., Sugiyama, S., Nishizaki, H., y Morimoto, Y. (2019). Effects of dental students' training using immersive virtual reality technology for home dental practice. *Educational Gerontology*, 45(11), 670–680. <https://doi.org/10.1080/03601277.2019.1686284>
- Urrutia, G. y Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 135(11), 507–511. https://es.cochrane.org/sites/es.cochrane.org/files/public/uploads/PRISMA_Spanish.pdf
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G., y Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 4(1), 119–140. <https://doi.org/https://doi.org/10.18785/jetde.0401.10>

- Zhao, J., Wallgrün, J. O., Sajjadi, P., LaFemina, P., Lim, K. Y. T., Springer, J. P., y Klippel, A. (2022). Longitudinal effects in the effectiveness of educational virtual field trips. *Journal of Educational Computing Research*, 60(4), 1008-1034. <https://doi.org/10.1177/073563312111062925>
- Zhou, C., Li, H., y Bian, Y. (2020). Identifying the optimal 3D display technology for hands-on virtual experiential learning: A comparison study. *IEEE Access*, 8, 73791-73803. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988678>
- Zorrilla-Puerto, J., Lores-Gómez, B., Martínez-Requejo, S. y Ruiz-Lázaro, J. (2023). El papel de la robótica en Educación Infantil: revisión sistemática para el desarrollo de habilidades. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (15), 188–194. <https://doi.org/10.6018/riite.586601>

Para citar este artículo:

Martínez-Requejo, S., Lores-Gómez, B., y Ruiz-Lázaro, J. Efectividad de las tecnologías inmersivas para potenciar el aprendizaje en educación superior: una revisión sistemática: Español. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (90), 54-73. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.90.3391>