

The use of virtual simulators and augmented reality for university academic innovation: A systematic review 2023–2025

Estrada-Espinoza Johan Estrada, Industrial Engineer¹, Cruz-Aguilar Ariana Alisabel, Industrial Engineer², Sevilla-Gamarra Marco Antonio, Doctor of Administration³, Doig-Deza Yvo Augusto, Master's Degree in Business Administration and International Relations⁴

^{1,2,3}Universidad Privada de Trujillo, Perú, estrada.76851mid@uprit.edu.pe, cruz.70916MID@uprit.edu.pe, marco.sevilla@uprit.edu.pe

⁴Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c20339@utp.edu.pe

Abstract– *This research addresses the use of virtual simulators and augmented reality (AR) in university academic innovation, considering their impact on learning and pedagogical transformation in universities. A systematic literature review was carried out between 2023 and 2025, with the aim of identifying the benefits and challenges of these technologies in higher education. The study used a quantitative approach and a non-experimental design, with thematic content analysis of previous studies on the use of simulators and AR in educational contexts. The results revealed that emerging technologies, such as virtual simulators and AR, improve the understanding of abstract concepts, foster student motivation, and facilitate active participation in learning, especially in STEM disciplines. However, significant barriers are also identified, such as the lack of adequate technological infrastructure and insufficient teacher training, which limits their effective implementation in many universities, particularly in resource-limited regions. These findings highlight the need for investment in educational infrastructure and teacher training to ensure the successful integration of these tools into educational programs. The review also suggests that, despite the challenges, the use of simulators and AR represents a key opportunity to improve educational quality and prepare students for a digitalized environment.*

Keywords-- *Virtual simulators, augmented reality, higher education, academic innovation, systematic review.*

El uso de simuladores virtuales y realidad aumentada para la innovación académica universitaria: una revisión sistemática 2023-2025

Estrada-Espinoza Johan Estrada, Ingeniero Industrial¹, Cruz-Aguilar Ariana Alisabel, Ingeniera Industrial², Sevilla-Gamarra Marco Antonio, Doctor en Administración³, Doig-Deza Yvo Augusto, Magíster en Administración de Negocios y Relaciones Internacionales⁴

^{1,2,3}Universidad Privada de Trujillo, Perú, estrada.76851mid@uprit.edu.pe, cruz.70916MID@uprit.edu.pe, marco.sevilla@uprit.edu.pe

⁴Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c20339@utp.edu.pe

Resumen— Esta investigación aborda el uso de simuladores virtuales y realidad aumentada (RA) en la innovación académica universitaria, considerando su impacto en el aprendizaje y la transformación pedagógica en las universidades. Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura entre 2023 y 2025, con el objetivo de identificar los beneficios y desafíos de estas tecnologías en la educación superior. El estudio utilizó un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental, con análisis de contenido temático de estudios previos sobre el uso de simuladores y RA en contextos educativos. Los resultados revelaron que las tecnologías emergentes, como los simuladores virtuales y la RA, mejoran la comprensión de conceptos abstractos, fomentan la motivación estudiantil y facilitan la participación activa en el aprendizaje, especialmente en disciplinas STEM. No obstante, también se identificaron barreras importantes, como la falta de infraestructura tecnológica adecuada y la capacitación insuficiente de los docentes, lo que limita su implementación efectiva en muchas universidades, particularmente en regiones con recursos limitados. Estos hallazgos destacan la necesidad de una inversión en infraestructura educativa y en la formación docente para asegurar una integración exitosa de estas herramientas en los programas educativos. La revisión también sugiere que, a pesar de los desafíos, el uso de simuladores y RA representa una oportunidad clave para mejorar la calidad educativa y preparar a los estudiantes para un entorno digitalizado.

Palabras clave— Simuladores virtuales, realidad aumentada, educación superior, innovación académica, revisión sistemática.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la educación superior, el uso de tecnologías avanzadas como los simuladores virtuales y la realidad aumentada (RA) ha impulsado una transformación significativa en los métodos de enseñanza. Estas tecnologías permiten a los estudiantes interactuar con el contenido académico de una manera mucho más dinámica, efectiva y accesible, especialmente en disciplinas científicas como el STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas). Según diversos estudios, las herramientas tecnológicas, como los simuladores virtuales, facilitan la comprensión de conceptos abstractos y permiten realizar experimentos de manera virtual sin las restricciones físicas y económicas de los laboratorios tradicionales [1], [2].

Los simuladores, como el PhET para química [3], permiten a los estudiantes visualizar fenómenos científicos que son difíciles de observar en la vida real, como las reacciones químicas y los procesos moleculares. Además, la realidad aumentada (RA), a través de aplicaciones y dispositivos como gafas de RA, ofrece una capa adicional de

información que mejora la experiencia de aprendizaje, permitiendo que los estudiantes interactúen con objetos y fenómenos en un entorno virtual, pero con una conexión directa al mundo físico [4]. Este enfoque ha permitido la creación de entornos de aprendizaje más inmersivos, en los que los estudiantes pueden aplicar el método científico en un entorno virtual controlado [5].

La integración de la tecnología educativa ha demostrado que el uso de herramientas como los simuladores virtuales puede mejorar la motivación estudiantil, aumentando la participación activa en las clases. En particular, el uso de RA en las ciencias experimentales ha mejorado la comprensión de fenómenos complejos y abstractos, como los principios de óptica en la física [6]. La interacción con simuladores también permite una práctica segura y repetitiva, lo cual sería difícil en un laboratorio físico debido a limitaciones de tiempo y recursos [7]. Esta transformación no solo afecta el contenido académico, sino también las metodologías pedagógicas, estableciendo un nuevo paradigma educativo en el que las tecnologías se convierten en aliados fundamentales del proceso de enseñanza-aprendizaje [7].

A pesar de los avances en la implementación de simuladores virtuales y RA, los desafíos tecnológicos siguen siendo una barrera significativa para su integración efectiva en muchas universidades. A pesar de que la adopción de estas tecnologías está ganando terreno en algunas universidades de países desarrollados, muchas universidades de América Latina y países en desarrollo aún enfrentan importantes obstáculos relacionados con la infraestructura tecnológica y la capacitación docente [6], [8]. Esto se debe principalmente a la falta de recursos adecuados, como computadoras de alto rendimiento, dispositivos de RA y simuladores especializados. Además, los docentes en muchos casos carecen de la formación necesaria para incorporar estas tecnologías en sus métodos pedagógicos, lo que limita su efectividad [9].

Un aspecto crucial que sigue siendo poco explorado es el impacto a largo plazo de estas tecnologías en el rendimiento académico y el desarrollo de habilidades críticas en los estudiantes. Mientras que muchos estudios han demostrado la efectividad de los simuladores en contextos específicos, existe

una falta de estudios longitudinales que evalúen cómo estas herramientas afectan la comprensión profunda de los conceptos y la aplicación práctica del conocimiento [6], [10]. También persisten vacíos en la investigación sobre el diseño pedagógico más adecuado para integrar estos simuladores en los programas educativos, lo que hace difícil generalizar las conclusiones obtenidas de los estudios actuales [11].

Además, el uso de simuladores virtuales y RA presenta desafíos pedagógicos adicionales, como la resistencia al cambio por parte de algunos docentes, quienes se sienten más cómodos con los métodos tradicionales y ven estas nuevas tecnologías como una amenaza a su autonomía profesional [3]. La falta de integración curricular es otra barrera importante, ya que las universidades a menudo no tienen planes de estudios que incorporen adecuadamente estas herramientas tecnológicas en las disciplinas científicas, lo que limita su potencial [12].

Este estudio es de gran relevancia porque busca abordar los vacíos de conocimiento existentes sobre el uso de simuladores virtuales y RA en la enseñanza universitaria. La revisión sistemática de la literatura sobre el impacto de estas tecnologías proporcionará una visión integral de sus ventajas y desafíos, ofreciendo evidencia empírica para mejorar la implementación de estas herramientas en la educación superior [13]. Al realizar un análisis exhaustivo de las investigaciones previas, se pretende identificar las mejores prácticas pedagógicas para el uso de simuladores en diferentes contextos educativos [14].

Los resultados de esta revisión pueden servir como fundamento para la formulación de políticas educativas que promuevan la adopción de tecnologías emergentes, como los simuladores virtuales y RA, en las universidades. Además, este trabajo proporcionará a los educadores un panorama más amplio de los beneficios de implementar tecnologías de realidad aumentada y simuladores virtuales, lo que les permitirá reducir la resistencia al cambio y conocer los resultados de esta transformación digital y su mejora en la motivación estudiantil [15].

De esta manera, la integración de estas tecnologías puede contribuir a la creación de entornos de aprendizaje más dinámicos y colaborativos, en los que los estudiantes puedan aplicar los conocimientos de manera práctica y significativa. Esto también permitirá a las universidades preparar mejor a sus estudiantes para enfrentar los retos del siglo XXI, en un mundo cada vez más digitalizado [4].

Según lo planteado anteriormente se puede concebir la siguiente interrogante **¿De qué manera el uso de simuladores virtuales y la realidad aumentada contribuyen a la innovación académica en la educación universitaria?**

Por otro lado, para la concepción de preguntas complementarias se utilizó el protocolo PICOC (Población, intervención, comparación, resultados y contexto), y se formularon 2 preguntas complementarias.

PC1: ¿Qué beneficios reporta la literatura sobre el uso de simuladores virtuales y realidad aumentada en la enseñanza universitaria?

PC2: ¿Qué limitaciones y desafíos se identifican en la implementación de estas tecnologías en la educación superior?

En ese sentido, el objetivo general de la investigación es: Identificar como los simuladores virtuales y la realidad aumentada contribuyen a la innovación académica en la educación universitaria. Como parte de los objetivos específicos se tiene: Sistematizar el estado del arte; revisar la producción anual de estudios; elaborar indicadores bibliométricos para el análisis exhaustivo de la literatura; realizar un análisis de contenido temático para identificar beneficios y limitaciones sobre los simuladores virtuales y la realidad aumentada.

II. METODOLOGÍA

El estudio se basó en una revisión sistemática de la literatura (RSL), concibiéndose como un estudio básico, de tipo no experimental y enfoque mixto (indicadores cuantitativos y análisis de contenido) [16]. Por otro lado, fue una investigación de carácter exploratorio el cual tuvo como finalidad la elaboración de una síntesis crítica para responder una cuestión de investigación en torno a los simuladores y realidad aumentada en la innovación académica universitaria [17]. La RSL fue definida como una investigación que brinda alcances sobre un área o tema en particular donde se acopia información del estado del arte para crear nuevo conocimiento en base a la contrastación de datos cuantitativos o cualitativos, el cual puede ser expresado en gráficos estadísticos, mapas de metaanálisis, cuadros de contenido o mapas categóricos [13], [18].

El RSL tuvo como base la Declaración PRISMA 2020, la cual funciona como una guía o un protocolo de ejecución desde la identificación de los registros históricos en las distintas bases de datos [19], [20], el proceso de la búsqueda detallada con el uso de una ecuación de búsqueda, el procesamiento de los datos encontrados con diferentes tipos de software, teniendo en cuenta el sesgo de datos obtenidos por cada base de datos, y finalmente la etapa de conclusión y publicación de los resultados de una investigación [21], [22]. En los últimos años PRISMA ha agarrado popularidad, estandarizando los procesos de redacción y publicación de estudios dado que se ha demostrado resultados positivos y alcances para nuevos temas de investigación [23], [24], [25]. Esto ha generado un incremento del volumen de estudios sistémicos en bases de datos como Scopus, Web of Science, ProQuest, PubMed, etc.

El flujo de búsqueda de los estudios incluidos en la revisión comenzó con el mapeo de palabras clave en tendencia sobre los simuladores virtuales, la realidad aumentada, y la educación universitaria. Luego, se hizo un acopio de estas con operadores booleanos para la concepción de una ecuación de búsqueda:

("virtual simulators" OR "virtual labs" OR "simulation tools")
OR ("augmented reality" OR "AR applications" OR "immersive reality") AND ("higher education" OR "tertiary education" OR "universities")

Esta ecuación fue la base para la identificación de registros, la cual se ingresó en el buscador de Scopus, perteneciente a la editorial holandesa Elsevier, donde se registraron 261,735 estudios inicialmente. Esta base de datos fue seleccionada por conveniencia de los autores ya que alberga artículos de alto impacto según el Scimago Journal & Country Rank (SJR). Asimismo, se determinaron los parámetros de elegibilidad, los cuales se elaboraron con el fin de garantizar la calidad de las investigaciones consideradas para los resultados [26]. Estos se muestran a continuación:

TABLA I
PARÁMETROS DE ELEGIBILIDAD

Parámetros de Inclusión	
CI1	Los estudios deben contener información sobre los simuladores virtuales o la realidad aumentada.
CI2	Estudios aplicados al contexto universitario.
CI3	Investigaciones que aborden explícitamente el uso de simuladores virtuales o realidad aumentada vinculados a innovación académica o transformación del aprendizaje.
CI4	Los estudios deben evidenciar un impacto positivo en el desarrollo académico del estudiante universitario.
Parámetros de Exclusión	
CE1	Estudios publicados fuera del intervalo temporal del 2023-2025.
CE2	Estudios escritos en idiomas diferentes al inglés y español.
CE3	Estudios que no presenten el PDF de texto completo.
CE4	Los estudios diferentes a artículos original.

Una vez determinado los parámetros de elegibilidad, se refino la ecuación de búsqueda con los filtros automatizados de Scopus para una búsqueda más precisa de investigaciones que apunten a la temática específica. La ecuación de búsqueda se muestra a continuación:

TITLE-ABS-KEY (("virtual simulators" OR "virtual labs" OR "simulation tools") OR ("augmented reality" OR "AR applications" OR "immersive reality") AND ("higher education" OR "tertiary education" OR "universities")) AND (LIMIT-TO (OA , "all")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , "final")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2023) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2024) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2025)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Augmented Reality") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Virtual Reality") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Higher Education")) AND (EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Ibrahim, A.#7202978908") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Ferraz, L.T.#57214191883") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Arikawa, M.#7003937320") OR EXCLUDE

(PREFNAMEAUID , "Chaaya, M.L.#59565902600") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Srdanović, P.#59507022300") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Khan, S.#57222871676") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Tran, T.#59471473200") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Tsukuda, T.#58536096500") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Wang, W.#57192615168") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Alkady, Y.#56080786900") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Tian, Y.#57201314598") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Liu, B.#59367905400") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Mukhtarkyzy, K.#57761776200") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Silva, I.N.D.#56134435000") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Hong, C.#58553630100") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Messi, L.#57202340089") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Boer, L.L.#57189249659") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Truong, T.C.#57214223150") OR EXCLUDE (PREFNAMEAUID , "Ishihara, K.#36771750000"))

Cabe resaltar que la ecuación final de búsqueda cumple con los parámetros de PICOC dando un resultado final de 35 estudios incluidos para la revisión y desarrollo de indicadores cuantitativos y el análisis temático la cual se planteó en la fase de resultados. El flujo de la búsqueda se resumió en un diagrama de PRISMA, el que se muestra en la Fig 1.

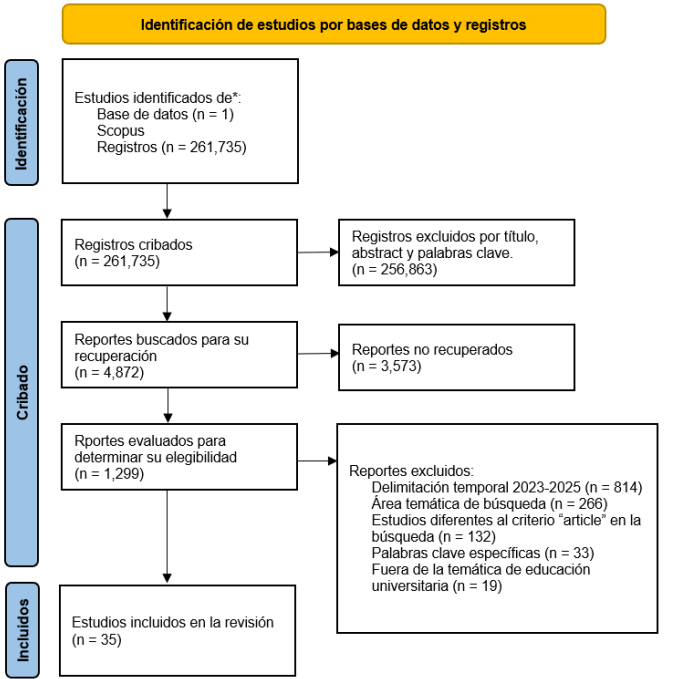


Fig. 1. Diagrama de flujo de PRISMA. Realizado el 12-09-2025.

Para el análisis del estado del arte se utilizaron programas especializados en cuantimetría tales como R, Bibliometrix, VOSviewer, Power BI. Asimismo, es bueno tener en cuenta el estado en que se encuentra un metadato para considerar métricas asertivas, debido a que un metadato con un estado pobre de lectura significa que la métrica no considerará gran parte de datos de la literatura consultada, por tanto, será imprecisa con alto porcentaje. En ese sentido se muestra el resultado de la integridad de datos de los 35 artículos incluidos.

TABLA II
CUADRO DE COMPLETITUD DE DATOS EN BIBLIOMETRIX

Metadato	Descripción	Recuentos faltantes	Faltantes %	Estado
AB	Resumen	0	0.00	Excelente
C1	Filiación	0	0.00	Excelente
AU	Autor	0	0.00	Excelente
RP	Autor de correspondencia	0	0.00	Excelente
DI	DOI	0	0.00	Excelente
DT	Tipo de documento	0	0.00	Excelente
SO	Fuente (revista)	0	0.00	Excelente
DE	Palabras Clave	0	0.00	Excelente
LA	Idioma	0	0.00	Excelente
PY	Año de publicación	0	0.00	Excelente
TI	Título	0	0.00	Excelente
TC	Citaciones totales	0	0.00	Excelente
ID	Palabras clave Plus	10	28.57	Pobre
CR	Referencias citadas	35	100.00	Falta
WC	Categorías de ciencia	35	100.00	Falta

Para el análisis temático se estructuró la información en MS Excel.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS BIBLIOMÉTRICOS

El primer indicador evaluado fue la ocurrencia de palabras clave para estudiar las tendencias en base a dos enfoques: año de publicación de los estudios y la cantidad de citas totales con un total de 21 clusters (nodos).

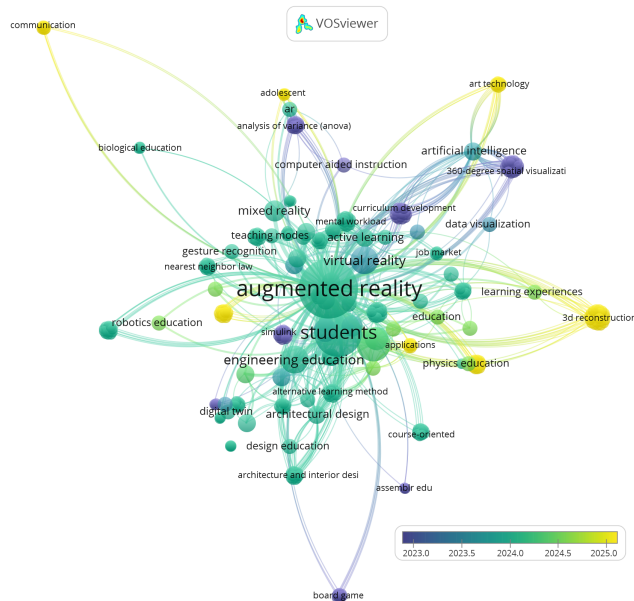


Fig. 2 Visualización de superposición de redes sobre las ocurrencias de palabras clave en base al año de publicación. Recuperado de VOSviewer.

La Fig. 2 mostró la distribución de las ocurrencias en base a los años de publicación desde el 2023 (zona azul) hasta el 2025 (zona amarilla). Se pudo observar que las palabras clave con mayor desfase temporal (antiguos) giran en torno a

tecnologías de la educación (educational technologies), aspectos teóricos (theoretical aspects), librerías digitales (digital libraries), m-learning, redes de información (information networks), ambientes de aprendizaje (Learning environments), instrucción apoyada por computadora (computed aided instruction), toma de decisiones (decision making); mientras que las palabras más actuales son juegos educativos (educational game), realidad aumentada basada en tablets (tablet-based augmented reality), educación médica (medical education), imágenes tridimensionales (three-dimensional imaging), herramientas de enseñanza (teaching tools), modelos de lenguajes grandes (large language models), óptica cuántica (quantum optics), física cuántica (quantum physics), electrónica cuántica (quantum electronics), resultado de aprendizaje cognitivo (cognitive learning outcome), tecnología aplicada al arte (art technology).

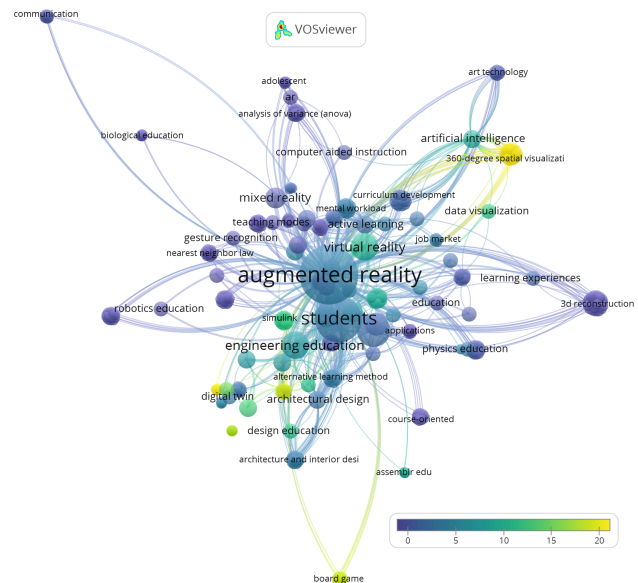


Fig. 3 Visualización de superposición de redes sobre las ocurrencias de palabras clave en base a las citas totales. Recuperado de VOSviewer.

Mientras que evaluando las palabras clave por cantidad de citas, se encontró que la mayoría de estas ocurrencias encontradas por temporalidad estuvieron desfasadas y son de desinterés científico. En ese sentido, las palabras clave más citadas fueron: metaverso para el aprendizaje (metaverse for Learning), innovación del aprendizaje (teaching innovation), educación en arquitectura (architecture education), visualización espacial 360 grados (360-degree spatial visualization), realidad virtual aumentada, (augmented virtual reality), procesamiento de imágenes estéreo (stereo image processing), tecnología ambiental (environmental technology), visualización montado en casco (helmet mounted display), transformación digital (digital transformation), tecnología inmersiva (immersive technology), aprendizaje híbrido (hybrid Learning), simulink y sistemas de control de tres términos (three-term control systems).

Por otro lado, al analizar los datos bibliométricos mediante Biblioshiny (Bibliometrix), se consideró el período 2023-2025, identificándose un total de 22 fuentes (revistas científicas). Los resultados muestran un 0% de crecimiento anual en las publicaciones relacionadas con el tema. Asimismo, se registraron 136 autores, de los cuales 8 publicaron de manera individual un único artículo. La investigación evidenció una tasa de coautoría internacional del 28,57% y un promedio de 3,97 coautores por documento publicado en Scopus. En cuanto a la producción académica, se identificaron 435 palabras clave, 341 referencias bibliográficas y un promedio de 4,86 citaciones por documento.

Asimismo, se desarrolló un indicador basado en la Ley de Bradford, la cual consiste en describir la dispersión de la literatura científica entre diferentes revistas. Esta ley resulta útil para identificar aquellas publicaciones que concentran la mayor productividad en un campo específico de estudio.

TABLA III
FUENTES NÚCLEO SEGÚN LA LEY DE BRADFORD

Fuentes	Rank	Freq	Freq Acum	Zona
Applied mathematics and nonlinear sciences	1	7	7	Zone 1
Buildings	2	2	9	Zone 1
Computer-aided design and applications	3	2	11	Zone 1
Computer applications in engineering education	4	2	13	Zone 1
Electronics (switzerland)	5	2	15	Zone 2
IEEE access	6	2	17	Zone 2
International journal of emerging technologies in learning	7	2	19	Zone 2
JMIR serious games	8	2	21	Zone 2
3D printing in medicine	9	1	22	Zone 2
Applied sciences (switzerland)	10	1	23	Zone 2

De acuerdo con la Ley, la literatura científica tiende a distribuirse en una serie de “zonas” concéntricas. La primera de ellas concentra la mayor cantidad de artículos, aunque en un número reducido de revistas. En este caso, dichas revistas son: “Applied mathematics and nonlinear sciences”, “buildings”, “computer-aided design and applications” y “computer applications in engineering education”. La segunda zona aborda 6 revistas con menor volumen de producción. La tabla ofrece una visión clara sobre la distribución de la literatura en torno a los “Simuladores virtuales y la realidad aumentada” en diversas revistas, constituyendo una herramienta valiosa para los investigadores que desean identificar las fuentes más relevantes en este campo.

Cuando se identificaron las revistas **core**, se procedió a evaluar la cantidad de citaciones totales de todas las 22 revistas encontradas, las cuales fueron 170, siendo 92 citas la cantidad recuperada de las 10 revistas de la zona 1. También se buscó la producción científica por países según autores, encontrando que la mayor parte de autores son de China (n = 17), Alemania con 9 autores, España y Ucrania con 7 autores cada país. Los resultados se muestran a continuación en la siguiente figura.

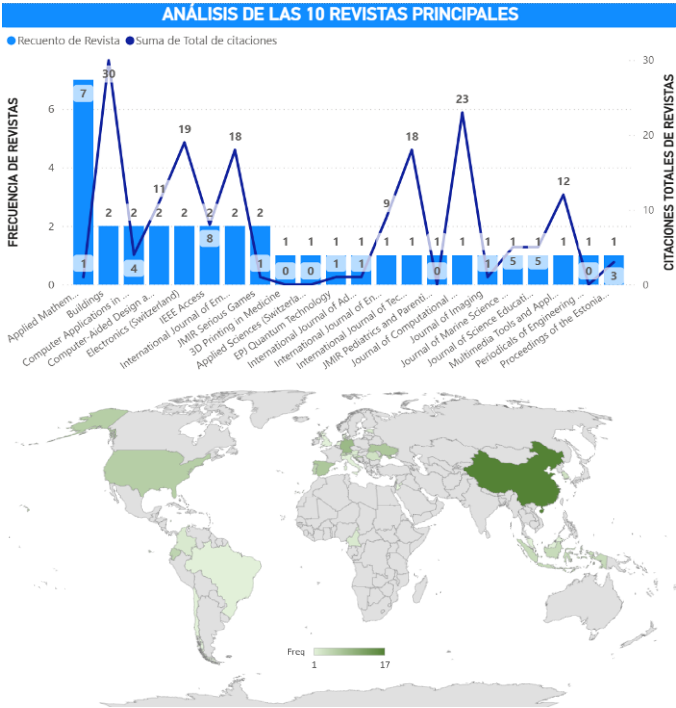


Fig. 4 Frecuencia de citaciones totales (TC) por revista y frecuencia de autorías por países. Recuperado de Power BI.

3.2 RESULTADOS DE CONTENIDO

Iniciando con el análisis de contenido, se identificaron los enfoques de investigación de los 35 estudios:

TABLA IV
ENFOQUES DE INVESTIGACIÓN

Enfoque	Referencias	%
Enfoque cuantitativo	[27], [28], [29], [30], [31], [32], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [39], [40], [41], [42], [43], [44], [45], [46], [47], [48], [49], [50], [51], [52]	74
Enfoque cualitativo	-	0
Enfoque mixto	[53], [54], [55], [56], [57], [58], [59], [60], [61]	26

Se destaca que los enfoques cuantitativos son los predominantes, con un total de 26 referencias, lo que refleja una tendencia generalizada hacia la medición objetiva de los impactos de AR en el rendimiento académico. Este enfoque permite obtener datos concretos y comparables, como las mejoras en el rendimiento académico y la comprensión de conceptos complejos mediante el uso de tecnologías inmersivas [52].

En menor medida, los enfoques mixtos también están presentes, con 9 referencias, y ofrecen una visión integral que combina mediciones objetivas con la interpretación de las experiencias subjetivas de los estudiantes y docentes [53]. Este enfoque mixto es especialmente valioso para entender tanto los resultados cuantificables como las percepciones y actitudes que los usuarios tienen sobre el uso de AR en su aprendizaje.

Sin embargo, a pesar de la predominancia de los enfoques cuantitativos, se sugiere que el uso de enfoques mixtos pueda aportar una comprensión más profunda del impacto emocional y cognitivo de estas tecnologías.

(XR)	DT), herramientas de simulación, Laboratorio virtual, simulaciones de biología, Leap Motion sensor	laboratorios virtuales en ingeniería industrial, permitiendo simulaciones y optimización de sistemas de manufactura en un entorno interactivo.	
------	--	--	--

TABLA V
 HERRAMIENTAS DE SIMULADORES Y REALIDAD AUMENTADA

Grupo	Herramientas	Descripción	Ref.
Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR)	Plataforma Assemblr Edu, Retroalimentación personalizada de ChatGPT, Realidad Aumentada (AR), Microsoft HoloLens 2, Realidad Virtual (VR). NASA-Task Load Index (TLX), Aplicación Build_PC de RA móvil, Juego serio basado en Realidad Aumentada (AR), cuestionarios de motivación (ARCS)	Herramientas que utilizan AR y VR para mejorar la interacción y visualización en diversos contextos educativos. La herramienta NASA-TLX se usa para medir la carga mental percibida por los estudiantes al usar tecnología inmersiva (RA/VR) en el contexto educativo.	[27], [28], [30], [31], [32], [52], [54], [55], [61]
Simuladores y Tecnología de Visualización	Factory I/O, Matlab/Simulink, Aplicación móvil CAMPUS Javeriana, videos de construcción, BIM	Herramientas que permiten la simulación 3D en ingeniería, construcción y aprendizaje a través de visualización de modelos o situaciones interactivas.	[46], [60]
Realidad Aumentada y Metaverso	Metaverso, Realidad Aumentada (AR), Sistema de recomendación CareProfSys (AR/VR), Realidad Aumentada Virtual (AVR), Encuestas, Análisis de Varianza (ANOVA)	Herramientas que integran AR con sistemas de simulación gamificada o metaverso para enseñar conceptos a través de experiencias interactivas en 3D.	[38], [39], [56], [57]
Aprendizaje Automático y Simuladores	Aprendizaje por refuerzo profundo (DRL), simuladores de robótica, Aprendizaje automático, plataformas de enseñanza en línea	Herramientas que aplican IA para mejorar la educación en áreas como robótica e ideología política a través de simuladores y análisis de datos.	[41], [42]
Tecnologías Inmersivas y Gamificación	Realidad Aumentada (AR), Simulación de Elementos Finitos (FEA), Microsoft HoloLens2, Unity, MATLAB, Gamificación, Realidad Aumentada (AR)	Herramientas que integran AR y VR con elementos de gamificación para crear ambientes inmersivos de aprendizaje y simulaciones educativas.	[36], [40]
Big Data y Análisis de Datos	Análisis de grandes datos (Big Data), Realidad Aumentada (AR), mapas de conocimiento	Herramientas que combinan AR y Big Data para optimizar el proceso de enseñanza en áreas específicas, como el diseño arquitectónico, a través de la visualización de datos y mapas de conocimiento.	[35]
Herramientas de Realidad Mixta (MR)	Realidad Mixta (MR), Modelo de Educación Basado en Resultados (OBE), pruebas de evaluación, software de realidad virtual	Herramientas que combinan AR, MR y VR para ofrecer experiencias educativas en el contexto de la enseñanza de inglés y otras áreas técnicas.	[34], [51], [59]
Plataformas de AR y Simulaciones	AR, Digital Twin, Software de visualización, Realidad Aumentada (AR), Encuesta, Análisis de Varianza (ANOVA), Zapworks, Aumentaty, software de visualización 3D	Herramientas que integran AR con simulaciones y análisis para mejorar la experiencia educativa y la toma de decisiones.	[33], [37], [44], [53], [58]
Realidad Aumentada (AR) Avanzada y Otras Herramientas	Leap Motion, Euclidean distance, Nearest neighbor law, Unity 3D, Modelos 3D reconstruidos, Vitaworks® 3D Visualization Analysis System, Realidad Aumentada (AR), EasyAR	Herramientas que utilizan tecnologías avanzadas para analizar datos, construir modelos 3D y mejorar el aprendizaje a través de interacciones y visualizaciones de alta calidad.	[47], [48], [49], [50]
Realidad Extendida	Realidad Extendida (XR), Gemelo Digital (Digital Twin -	Uso de tecnologías XR y gemelo digital para crear	[43], [45]

Por otro lado, el uso de simuladores virtuales y realidad aumentada (RA) ha demostrado un impacto significativo en la innovación académica universitaria, al ofrecer experiencias de aprendizaje más inmersivas e interactivas. Estas tecnologías permiten una interacción directa con los contenidos educativos, mejorando la comprensión de conceptos complejos y fortaleciendo competencias clave como el pensamiento crítico y la resolución de problemas [27], [35], [60]. Esta interacción no solo mejora la comprensión académica, sino que también fortalece competencias clave en los estudiantes, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos, permitiéndoles aplicar los conceptos aprendidos en escenarios prácticos [47], [50]. Además, la integración de simuladores virtuales y RA en la educación superior ha permitido una transformación significativa en la forma en que los estudiantes se relacionan con el conocimiento y cómo los docentes estructuran sus metodologías de enseñanza. Disciplinas como medicina, ingeniería y arquitectura se benefician enormemente de estas herramientas, ya que les permite practicar habilidades y resolver problemas de manera interactiva [42], [61].

TABLA VI
 MATRIZ SOBRE EL IMPACTO EN ESTUDIANTES Y DOCENTES

Resultados en los Estudiantes	Resultados en los Docentes	Ref.
Mejora en habilidades espaciales, capacidad de diseño, y comprensión espacial mediante AR.	Los docentes pueden ofrecer una enseñanza más dinámica y personalizada, utilizando tecnologías avanzadas para mejorar la comprensión de conceptos complejos.	[35], [36], [53], [58]
Mejora en habilidades de escritura, organización de párrafos, vocabulario y comprensión de inglés, con un aumento en la motivación.	Los docentes pueden adaptar su enfoque mediante el uso de tecnologías interactivas y personalización del aprendizaje.	[27], [28], [34], [50], [52]
Aumento de la participación en el patrimonio cultural y educación sanitaria mediante AR, con mejoras en el aprendizaje.	Los docentes pueden proporcionar lecciones interactivas y atractivas utilizando tecnologías innovadoras.	[38], [54]
Mejora en el rendimiento académico y comprensión de conceptos complejos mediante enfoques interactivos y visuales.	Los docentes pueden integrar tecnología avanzada y retroalimentación personalizada en sus clases.	[29], [30], [55]
Aumento en la motivación y participación activa de los estudiantes, con mejoras en la retención del conocimiento y en la confianza.	Los docentes logran crear un entorno de aprendizaje flexible, dinámico e interactivo mediante AR y VR, facilitando el aprendizaje a distancia.	[31], [32], [33], [57]
Mejora en el rendimiento académico en inglés, y aumento de la participación en la educación política.	Los docentes pueden implementar nuevas estrategias interactivas y personalizadas, utilizando tecnologías para evaluar el aprendizaje.	[34], [37], [42], [47]
Mejora en las habilidades prácticas y comprensión de conceptos complejos, especialmente en robótica industrial y diseño.	Los docentes pueden fomentar un enfoque práctico y autónomo en el aprendizaje, supervisando proyectos de manera más efectiva.	[39], [40], [59]
Mejora en las habilidades investigativas y capacidad para	Los docentes pueden implementar tecnologías interactivas para fomentar un	[41], [43],

resolver problemas complejos en robótica, biología y otros campos.	aprendizaje autónomo y basado en la indagación.	[44]
Mejora en la eficiencia del aprendizaje y en la comprensión de procesos industriales y manufactura, con aumento en la comprensión práctica.	Los docentes pueden ofrecer un entorno de aprendizaje inmersivo y práctico, utilizando tecnologías avanzadas para mejorar la interacción y el seguimiento.	[45], [46], [48], [56], [61]
Aumento en el rendimiento académico y satisfacción estudiantil, con una preferencia por métodos de enseñanza innovadores.	Los docentes logran mejorar la calidad educativa mediante estrategias adaptativas y el uso de IA para personalizar el aprendizaje.	[49], [51], [60]

De igual manera se hizo la identificación del impacto que tuvo en los estudiantes y los docentes. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla VI.

Se observó una mejora en habilidades espaciales y de diseño, particularmente en áreas como arquitectura y ingeniería. Estos avances permiten que los estudiantes visualicen y experimenten modelos tridimensionales, haciendo más accesibles conceptos abstractos y complejos. Además, el aprendizaje se vuelve más participativo, con la posibilidad de repetir prácticas sin las limitaciones físicas y temporales de los laboratorios tradicionales [27], [36]. Por otro lado, los docentes se benefician al poder crear lecciones más interactivas y personalizadas, lo que les permite adaptar su enseñanza a las necesidades de cada estudiante [33].

El impacto de AR no solo se refleja en el rendimiento A través de las herramientas de RA, los estudiantes pueden visualizar modelos en 3D y simular escenarios que refuerzan su comprensión de fenómenos que no pueden observar en la realidad, como reacciones químicas o procesos físicos complejos. Esto aumenta la motivación y mejora el rendimiento académico de los estudiantes, tal como se reflejó en la matriz de impacto en estudiantes y docentes, donde se identificaron mejoras en las habilidades de comprensión espacial, la toma de decisiones y el rendimiento académico general [28], [53]. Estas tecnologías permiten a los estudiantes no solo aprender teóricamente, sino también desarrollar habilidades prácticas esenciales para su futura carrera profesional [51], [60].

Tabla VII
COMPETENCIAS, CONTEXTO, PAÍS DE EJECUCIÓN Y REFERENCIAS

Competencias	Contexto	País	Ref.
Habilidades espaciales, matemáticas, dibujo y diseño arquitectónico, visualización 3D, diseño naval, proyectos de construcción	Estudiantes de arquitectura, diseño y EFL.	Jordania, Palestina, Egipto, Emiratos Árabes Unidos, Ecuador, Portugal, Croacia	[27], [28], [53], [54], [55], [58]
Criptografía cuántica, física interactiva, simulaciones en biología.	Estudiantes de ingeniería y medicina.	Alemania, Ecuador, Corea del Sur.	[33], [40], [45], [61]
Pensamiento crítico, biología celular, física experimental, historia y cívica.	Est. de medicina, física y odontología en China y Alemania.	China, Alemania, Rumania, Suiza	[30], [31], [32], [42], [43], [46], [48], [49]
Salud, fisioterapia, AR en educación,	Universidades en China y España.	China, Ucrania, España.	[37], [50], [52], [60]

metaverso			
Robótica industrial, AR, simulación de procesos, programación	Universidades e instituciones tecnológicas en Hong Kong, Europa, China.	China, Singapur, España.	[38], [41], [49], [51]
Toma de decisiones, autoexploración, motivación, análisis de estructuras, AR aplicada a la ingeniería	Estudiantes de ingeniería industrial	China y Alemania	[36], [56]
Competencia digital, trabajo colaborativo, aprendizaje activo	Educación superior en diseño y tecnología.	Hong Kong	[57]
Enseñanza de inglés, tecnologías inmersivas, optimización con AI	Universidades en China, programas de posgrado	China	[34], [50], [52]
Investigación autónoma, comprensión de conceptos STEM, uso de AR.	Universidades en Wuhan, China.	China	[28], [44]

Las competencias fueron analizadas en función del contexto en el que se identificaron y del país en el que se llevaron a cabo, junto con su respectiva referencia.

A pesar de los beneficios, la adopción global de AR sigue siendo desigual. Si bien en países como Estados Unidos, China y España la integración de estas tecnologías ha sido exitosa, en muchas regiones de Latinoamérica y África el acceso sigue siendo limitado debido a la falta de infraestructura y a las barreras económicas, ya que la brecha digital es uno de los principales factores que impide que muchos estudiantes en regiones menos desarrolladas puedan aprovechar las ventajas de estas herramientas [52], [55]. Este contraste resalta la necesidad de políticas que promuevan la inversión en infraestructura educativa, especialmente en países con menos recursos.

Tabla VIII
MATRIZ SOBRE BENEFICIOS, DESAFÍOS Y TENDENCIAS EMERGENTES

Beneficios para la innovación académica	Desafíos de la implementación	Tendencias emergentes	Ref.
Mejora estrategias de enseñanza y diseño curricular, aumenta la motivación.	Implementación de AR requiere cambio en enfoques tradicionales de enseñanza.	Uso de AR y gamificación para fortalecer habilidades espaciales en disciplinas STEAM.	[27], [28], [53], [54], [55], [57]
Ayuda en la adquisición de vocabulario, gramática y aumenta la motivación en escritura.	Necesidad de infraestructura tecnológica, falta de familiaridad de los estudiantes con AR.	Integración de AR en EFL y otras asignaturas, aumento del uso de plataformas móviles en la educación a distancia.	[33], [40], [42], [45], [61]
Aumenta la interactividad y motiva a los estudiantes en temas de salud.	Requiere infraestructura tecnológica, algunos estudiantes necesitan familiarización.	Crecimiento de aplicaciones móviles de RA en la educación superior.	[30], [31], [32], [60]
Los estudiantes mejoran la toma de decisiones informadas sobre profesiones.	Requiere hardware específico y adaptación curricular.	Uso de tecnologías inmersivas para la orientación profesional.	[31], [56]
Permite la visualización intuitiva de los diseños, favoreciendo una mejor toma de decisiones.	Necesidad de tecnologías avanzadas y personal capacitado.	Uso de AR/VR para el diseño participativo en arquitectura.	[34], [35], [39], [47]
Fomenta el aprendizaje	Requiere hardware	Uso de AR para la	[41], [41].

práctico mediante el uso de AR.	adecuado y formación técnica.	enseñanza de robótica e ingeniería.	[46], [58], [59]
Aumenta la comprensión de conceptos STEM mediante la simulación y la visualización.	Requiere inversión en tecnología, adaptación del currículo.	Uso de AR para el aprendizaje activo y autónomo en ciencias.	[36], [44], [48], [49], [51]
Fomenta la interactividad y permite un aprendizaje más dinámico.	Requiere formación en nuevas tecnologías y adaptación curricular.	Uso de AR para la enseñanza en fisioterapia y salud.	[37], [38], [43], [50]

Finalmente, se procedió a identificar los beneficios, los desafíos y las tendencias emergentes en el uso de la realidad aumentada y los simuladores virtuales, aplicados al contexto de la innovación universitaria.

La literatura sobre el uso de simuladores virtuales y RA en la enseñanza universitaria destaca varios beneficios clave. En primer lugar, mejora la motivación estudiantil, ya que estas tecnologías permiten una participación más activa en el proceso de aprendizaje [28], [47], [55]. Los estudiantes se sienten más comprometidos cuando pueden interactuar con el contenido, lo que aumenta su interés y mejora la retención de la información. Además, la simulación de escenarios y la visualización en 3D permite que los estudiantes desarrollen competencias clave como el pensamiento crítico, la alfabetización digital y la resolución de problemas complejos, habilidades esenciales en el contexto profesional actual [31], [56].

A pesar de los beneficios mencionados, la implementación de simuladores virtuales y RA en la educación superior enfrenta varias limitaciones y desafíos. En primer lugar, la infraestructura tecnológica sigue siendo una barrera significativa, especialmente en países con recursos limitados. Muchas universidades en regiones en desarrollo enfrentan dificultades para acceder a dispositivos de RA de alto rendimiento y a equipos de cómputo adecuados para ejecutar simuladores complejos [31], [34], [52]. Este problema es especialmente marcado en América Latina, donde las brechas digitales limitan el acceso a estas tecnologías.

Además, la falta de formación docente adecuada es otro desafío importante. Aunque algunos docentes han logrado integrar estas herramientas en sus clases, la mayoría aún carece de la capacitación necesaria para usarlas de manera efectiva. Esto limita su potencial para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. La resistencia al cambio por parte de algunos docentes también representa un obstáculo significativo, ya que algunos prefieren métodos tradicionales y no están dispuestos a adoptar nuevas tecnologías [33], [36].

A pesar de las ventajas evidentes, las limitaciones más significativas incluyen la brecha digital en países con recursos limitados, la falta de formación docente y la resistencia al cambio. Estos factores dificultan la adopción generalizada de

estas tecnologías en la educación superior, especialmente en regiones menos desarrolladas [31], [52].

Este estudio tiene implicaciones directas en el futuro de la educación superior. Si se superan los desafíos actuales, estas tecnologías tienen el potencial de transformar completamente los enfoques pedagógicos, proporcionando a los estudiantes experiencias más inmersivas y accesibles que favorezcan su desarrollo académico y profesional. Es crucial que las políticas educativas promuevan la integración de estas herramientas en los planes de estudio y que se invierta en la infraestructura tecnológica necesaria para su implementación efectiva.

Se recomienda realizar estudios a largo plazo para evaluar el impacto duradero de estas tecnologías en el aprendizaje de los estudiantes, especialmente en términos de la comprensión profunda de conceptos y la adquisición de habilidades prácticas. También es necesario investigar cómo la implementación de simuladores y RA varía entre diferentes disciplinas y contextos educativos. Además, futuros estudios deben considerar factores psicosociales, como la motivación, el estrés y la interacción entre estudiantes, para obtener una comprensión más completa del impacto de estas tecnologías en el proceso de aprendizaje [44], [59].

IV. CONCLUSIÓN

Hoy en día, el uso de simuladores virtuales y realidad aumentada en la educación universitaria ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la comprensión de conceptos complejos y aumentar la motivación de los estudiantes. Se logró sistematizar el estado del arte sobre el tema desarrollado para responder la pregunta de investigación, se revisó la producción anual de estudios encontrando que hubo un 0% de crecimiento de publicaciones anualmente, además, se elaboraron indicadores bibliométricos tales como la ley de Bradford, la cantidad de citaciones totales y los países con mayor autoría. Como parte de los resultados de contenido de la investigación, se identificó una mejora significativa en la interacción de los estudiantes con los contenidos académicos, especialmente en disciplinas como ciencias e ingeniería. Sin embargo, también se destacaron desafíos, como la falta de infraestructura tecnológica adecuada y la capacitación docente. Estos resultados refuerzan la necesidad de seguir invirtiendo en la actualización de recursos y formación docente para maximizar el impacto de estas tecnologías en el aprendizaje universitario.

REFERENCIAS

- [1] F. A. Carrión-Paredes, D. G. García-Herrera, C. A. Erazo-Álvarez, y J. C. Erazo-Álvarez, "Simulador virtual PhET como estrategia metodológica para el aprendizaje de Química", *CIENCIAMATRIA*, vol. 6, núm. 3, pp. 193–216, nov. 2020, doi: 10.35381/cm.v6i3.396.
- [2] R. O. Estela Urbina, E. Contreras Barsallo, Y. L. Carrasco Vega, B. D. Carril Verastegui, D. J. Castro Vargas, y J. A. Sueros Zarate, "Software en línea para el aprendizaje conceptual de la óptica física y geométrica", *Apunt. Univ.*, vol. 12, núm. 1, nov. 2021, doi: 10.17162/au.v11i5.921.

- [3] R. W. Góngora Zambrano y F. E. Santana Giler, "Fortalecimiento teórico-práctico de la enseñanza de la Química mediante la aplicación de simuladores virtuales a los estudiantes de 2do año de Bachillerato de la Unidad Educativa Técnico Uruguay de la ciudad de Portoviejo de la provincia de Manabí", *Rev. Cognosis ISSN 2588-0578*, vol. 6, núm. 2, p. 71, jun. 2021, doi: 10.33936/cognosis.v6i2.2922.
- [4] F. Roman, K. L. Meza, D. Mendoza, y S. R. Cano, "The Use of Augmented Reality as a University Teaching Strategy in Health Sciences Programs: A Scoping Review", *Procedia Comput. Sci.*, vol. 238, pp. 460–467, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.06.048.
- [5] L. Jayaraj y C. Reeve, "XR Immersion for teaching and learning with precise visualization in user perspective", en *2024 5th International Conference on Education Development and Studies*, Cambridge United Kingdom: ACM, abr. 2024, pp. 1–13. doi: 10.1145/3669947.3669956.
- [6] Y. Daineko, D. Tsoy, M. Ipalakova, A. Mustafina, Z. Bolatov, y A. D. Samala, "Development of the Software agent «AIA» in the framework of IITU MetaUniversity Design", *Procedia Comput. Sci.*, vol. 238, pp. 870–875, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.06.105.
- [7] W. A. Largo Taborda, J. I. Zuluaga-Giraldo, M. X. López Ramírez, y Y. F. Grajales Ospina, "Enseñanza de la química mediada por TIC: un cambio de paradigma en una educación en emergencia", *Rev. Interam. Investig. Educ. Pedagog. RIIEP*, vol. 15, núm. 2, jul. 2022, doi: 10.15332/25005421.6527.
- [8] O. Pekař, J. Novák, J. Varecha, J. Šotnar, y J. Drábek, "Bridging Theory and Practice in Military Education Through Advanced Technologies", *Eur. Conf. Games Based Learn.*, vol. 18, núm. 1, pp. 1056–1060, oct. 2024, doi: 10.34190/ecgbl.18.1.2648.
- [9] F. Bonavolontà, D. L. Carni, F. De Pandi, F. Lamonaca, y A. Liccardo, "Reconfigurable measurement setup for laboratory activities in augmented reality", *Meas. Sens.*, vol. 38, p. 101321, may 2025, doi: 10.1016/j.measen.2024.101321.
- [10] J. H. Martínez-Téllez *et al.*, "Modelo de presencialidad remota para Física I, II y III", *Rev. Docencia Univ.*, sep. 2022, doi: 10.18273/revdu.vesp1-2022002.
- [11] A. Lecoutre *et al.*, "Augmented Reality Eyewear for Assisting in the Preparation and Control of Cancer Therapies: Assessing the Learning Curve and Level of Adoption", en *Studies in Health Technology and Informatics*, J. Mantas, A. Hasman, G. Demiris, K. Saranto, M. Marschollek, T. N. Arvanitis, I. Ognjanović, A. Benis, P. Gallos, E. Zoulias, y E. Andrikopoulou, Eds., IOS Press, 2024. doi: 10.3233/SHTI240793.
- [12] A. Padovano, M. Cardamone, y J. Klaess, "Empowering Operator 5.0: human-centric design of an augmented reality tool for a learning factory", *IFAC-Pap.*, vol. 58, núm. 8, pp. 180–185, 2024, doi: 10.1016/j.ifacol.2024.08.117.
- [13] G. S. Miñan Olivos, J. A. Estrada Espinoza, A. A. Cruz Aguilar, J. A. Moreno Ramos, y C. B. Cisneros Hilario, "Business intelligence as a competitive advantage in organizations: A systematic review of the literature between 2012-2022.", en *Proceedings of the 21th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI 2023): "Leadership in Education and Innovation in Engineering in the Framework of Global Transformations: Integration and Alliances for Integral Development"*, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2023. doi: 10.18687/LACCEI2023.1.1.758.
- [14] D. H. Guzmán, P. C. Muñoz, y N. R. Duarte, "Augmented Reality for Civic Education within Makerspace Museums", *Procedia Comput. Sci.*, vol. 231, pp. 184–189, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2023.12.191.
- [15] W. Y. Alghamdi *et al.*, "Interactive TU-Virtual Labs", *Procedia Comput. Sci.*, vol. 251, pp. 164–169, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.11.097.
- [16] R. Hernández-Sampieri y C. Mendoza-Torres, *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, 1a ed. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2018.
- [17] R. Hernández-Sampieri, C. Fernández-Collado, y P. Baptista-Lucio, *Metodología de la Investigación*, 6a ed. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.
- [18] J. A. Estrada-Espinoza, A. A. Cruz-Aguilar, V. A. Fariás-García, y J. M. Vigo-Cancino, "Impact of Operations Management on Industrial Production: A Systematic Review", en *Proceedings of the 4th LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2024): "Creating solutions for a sustainable future: technology-based entrepreneurship"*, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2024. doi: 10.18687/LEIRD2024.1.1.170.
- [19] Z. Munn, M. D. J. Peters, C. Stern, C. Tufanaru, A. McArthur, y E. Aromataris, "Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach", *BMC Med. Res. Methodol.*, vol. 18, núm. 1, p. 143, nov. 2018, doi: 10.1186/s12874-018-0611-x.
- [20] B. Moreno *et al.*, "Systematic Reviews: definition and basic notions", *Rev. Clínica Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral*, vol. 11, núm. 3, pp. 184–186, dic. 2018, doi: 10.4067/S0719-01072018000300184.
- [21] M. J. Page *et al.*, "Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas", *Rev. Esp. Cardiol.*, vol. 74, núm. 9, pp. 790–799, sep. 2021, doi: 10.1016/j.recesp.2021.06.016.
- [22] "Corrección en el artículo «Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas», *Rev. Esp. Cardiol.* 2021;74:790-799", *Rev. Esp. Cardiol.*, vol. 75, núm. 2, p. 192, feb. 2022, doi: 10.1016/j.recesp.2021.10.020.
- [23] E. Linares-Espinós *et al.*, "Metodología de una revisión sistemática", *Actas Urol. Esp.*, vol. 42, núm. 8, pp. 499–506, oct. 2018, doi: 10.1016/j.acuro.2018.01.010.
- [24] B. Hutton, F. Catalá-López, y D. Moher, "La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA", *Med. Clínica*, vol. 147, núm. 6, pp. 262–266, sep. 2016, doi: 10.1016/j.medcli.2016.02.025.
- [25] C. Manterola, P. Astudillo, E. Arias, y N. Claros, "Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas", *Cir. Esp.*, vol. 91, núm. 3, pp. 149–155, mar. 2013, doi: 10.1016/j.ciresp.2011.07.009.
- [26] M. Estarli *et al.*, "Ítems de referencia para publicar Protocolos de Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis: Declaración PRISMA-P 2015", *Rev. Esp. Nutr. Humana Dietética*, vol. 20, núm. 2, Art. núm. 2, feb. 2016, doi: 10.14306/renhyd.20.2.223.
- [27] F. Carrión-Robles, V. Espinoza-Celi, y A. Vargas-Saritama, "The Use of Augmented Reality through Assemblr Edu to Inspire Writing in an Ecuadorian EFL Distance Program", *Int. J. Eng. Pedagogy IJEP*, vol. 13, núm. 5, pp. 121–141, jul. 2023, doi: 10.3991/ijep.v13i5.38049.
- [28] S. Criollo-C, J. Enrique Cerezo Uzcátegui, A. Guerrero-Arias, A. Dwinggo Samala, S. Rawas, y S. Luján-Mora, "Analysis of the Mental Workload Associated With the Use of Virtual Reality Technology as Support in the Higher Educational Model", *IEEE Access*, vol. 12, pp. 114370–114381, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3445301.
- [29] S. Criollo-C *et al.*, "Improving Higher Education With the Use of Mobile Augmented Reality (MAR): A Case Study", *IEEE Access*, vol. 12, pp. 139003–139017, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3465833.
- [30] Y. Du, "Research on Augmented Reality Teaching Strategies for Civics Courses Oriented to History Education", *Appl. Math. Nonlinear Sci.*, vol. 9, núm. 1, p. 20242935, ene. 2024, doi: 10.2478/amns-2024-2935.
- [31] J. Grübel *et al.*, "Applying Augmented Reality to Convey Medical Knowledge on Osteoclasts to Users of a Serious Game: Vignette Experiment", *JMIR Serious Games*, vol. 13, pp. e64751–e64751, jun. 2025, doi: 10.2196/64751.
- [32] D. Laumann *et al.*, "Analyzing the Effective Use of Augmented Reality Glasses in University Physics Laboratory Courses for the Example Topic of Optical Polarization", *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 33, núm. 5, pp. 668–685, oct. 2024, doi: 10.1007/s10956-024-10112-0.
- [33] J.-K. Lee, S. Lee, Y. Kim, S. Kim, y S.-W. Hong, "Augmented virtual reality and 360 spatial visualization for supporting user-engaged design", *J. Comput. Des. Eng.*, vol. 10, núm. 3, pp. 1047–1059, abr. 2023, doi: 10.1093/jcde/qwad035.

- [34] Y. Liang, "A Study on the Innovation of University English Teaching Mode by Integrating OBE and Mixed Reality Technology", *Appl. Math. Nonlinear Sci.*, vol. 9, núm. 1, p. 20242671, ene. 2024, doi: 10.2478/amns-2024-2671.
- [35] D. Lv, "Research on teaching reform and practice of architectural design courses in colleges and universities based on big data analysis", *Appl. Math. Nonlinear Sci.*, vol. 9, núm. 1, p. 20240488, ene. 2024, doi: 10.2478/amns-2024-0488.
- [36] W. Maier, H.-C. Möhring, Q. Feng, y R. Wunderle, "Augmented reality to visualize a finite element analysis for assessing clamping concepts", *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 133, núm. 5–6, pp. 2293–2302, jul. 2024, doi: 10.1007/s00170-024-13960-7.
- [37] R. Martín-Valero, A. Vega-Morales Sr, F. J. Martín-Vega, M. Rodríguez-Huguet, M. C. Rodríguez-Martínez, y M. J. Vinolo-Gil, "Effectiveness of Augmented Reality in the Teaching of Health University Students: Quasi-Experimental Study", *JMIR Serious Games*, vol. 13, pp. e54312–e54312, mar. 2025, doi: 10.2196/54312.
- [38] Z. Ni *et al.*, "Likelihood of Leveraging Augmented Reality Technology to Promote HIV Prevention and Treatment Among Adolescent Girls and Young Women in Cameroon: Cross-Sectional Survey", *JMIR Pediatr. Parent.*, vol. 8, pp. e69471–e69471, may 2025, doi: 10.2196/69471.
- [39] B. Onecha, C. Cornadó, J. Morros, y O. Pons, "New Approach to Design and Assess Metaverse Environments for Improving Learning Processes in Higher Education: The Case of Architectural Construction and Rehabilitation", *Buildings*, vol. 13, núm. 5, p. 1340, may 2023, doi: 10.3390/buildings13051340.
- [40] O. Petrovych, I. Zavalniuk, V. Bohatko, N. Poliarush, y S. Petrovych, "Motivational Readiness of Future Teachers-Philologists to Use the Gamification with Elements of Augmented Reality in Education", *Int. J. Emerg. Technol. Learn. IJET*, vol. 18, núm. 03, pp. 4–21, feb. 2023, doi: 10.3991/ijet.v18i03.36017.
- [41] J. Podobnik, A. Udir, M. Muni, y M. Mihelj, "Teaching approach for deep reinforcement learning of robotic strategies", *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 32, núm. 6, p. e22780, nov. 2024, doi: 10.1002/cae.22780.
- [42] J. Qi, H. Jia, L. Niu, y H. Nan, "Research on the Interactive Enhancement Method of Teaching Ideological and Political Education in Colleges and Universities Based on Machine Learning", *Appl. Math. Nonlinear Sci.*, vol. 9, núm. 1, p. 20242711, ene. 2024, doi: 10.2478/amns-2024-2711.
- [43] V. Sipii, F. Kurtiak, I. Mykhaliuk, I. Hryhorchuk, y T. Zasiiekina, "Virtual laboratories as a means of increasing accessibility of biological education in Ukraine", *Period. Eng. Nat. Sci. PEN*, vol. 12, núm. 4, pp. 627–636, dic. 2024, doi: 10.21533/pen.v12.i4.64.
- [44] F. Sun, "Effects of Inquiry-Based Teaching on Learning Efficiency in an Augmented Reality Environment", *Int. J. Emerg. Technol. Learn. IJET*, vol. 18, núm. 15, pp. 23–35, ago. 2023, doi: 10.3991/ijet.v18i15.41357.
- [45] W. Terkaj, K. Kleine, y V. Kuts, "Virtual labs for higher education in industrial engineering", *Proc. Est. Acad. Sci.*, vol. 73, núm. 2, p. 142, 2024, doi: 10.3176/proc.2024.2.07.
- [46] C. Valbuena-Bermúdez, N. E. Lozano-Ramírez, A. Serrano-Sierra, y C. Granados-León, "CAMPUS: A mobile app for construction processes learning and teaching in higher education", *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 32, núm. 4, p. e22739, jul. 2024, doi: 10.1002/cae.22739.
- [47] M. Yang, "Research on Teaching Methods of Integrating Watercolor Techniques and Information Technology in Higher Education Art Education", *Appl. Math. Nonlinear Sci.*, vol. 9, núm. 1, p. 20242803, ene. 2024, doi: 10.2478/amns-2024-2803.
- [48] H. Yin y J. Miao, "Exploration of Interactive Teaching Models Integrating Augmented Reality Technology in University Science and Technology Parks", *Appl. Math. Nonlinear Sci.*, vol. 9, núm. 1, p. 20242407, ene. 2024, doi: 10.2478/amns-2024-2407.
- [49] J. Zhang, X. Liu, Y. Huang, L. Kong, M. Su, y Z. Hu, "3D reconstructed models based on real cervical cancer cases for undergraduate gynecological oncology education: a pre- and post-test study", *3D Print. Med.*, vol. 11, núm. 1, p. 7, feb. 2025, doi: 10.1186/s41205-025-00256-z.
- [50] W. Zhang, "Virtual Reality-assisted User Interface with Hypertext system for Innovative and Entrepreneurship Education", *Comput.-Aided Des. Appl.*, pp. 1–22, abr. 2023, doi: 10.14733/cadaps.2023.S9.1-22.
- [51] J. Zhou, "Virtual Reality Revolutionizing Digital Marketing Design and Optimization of Online English Teaching in Universities with Wireless Network Technology Support in the Context of 5G", *Comput.-Aided Des. Appl.*, pp. 248–258, nov. 2023, doi: 10.14733/cadaps.2024.S4.248-258.
- [52] L. Zhou, "Design and Innovative Methods of English Teaching Tutorials in the Context of the Information Age", *Appl. Math. Nonlinear Sci.*, vol. 9, núm. 1, p. 20240310, ene. 2024, doi: 10.2478/amns-2024-0310.
- [53] D. K. Amro y H. Dawoud, "Influencing Factors of Spatial Ability for Architecture and Interior Design Students: A Fuzzy DEMATEL and Interpretive Structural Model", *Buildings*, vol. 14, núm. 9, p. 2934, sep. 2024, doi: 10.3390/buildings14092934.
- [54] A. Chen, R. Jesus, y M. Vilarigues, "Synergy of Art, Science, and Technology: A Case Study of Augmented Reality and Artificial Intelligence in Enhancing Cultural Heritage Engagement", *J. Imaging*, vol. 11, núm. 3, p. 89, mar. 2025, doi: 10.3390/jimaging11030089.
- [55] A. Coban, D. Dzsotjan, S. Küchemann, J. Durst, J. Kuhn, y C. Hoyer, "AI support meets AR visualization for Alice and Bob: personalized learning based on individual ChatGPT feedback in an AR quantum cryptography experiment for physics lab courses", *EPJ Quantum Technol.*, vol. 12, núm. 1, p. 15, dic. 2025, doi: 10.1140/epjqt/s40507-025-00310-z.
- [56] M.-I. Dascalu, I.-C. Stanica, I.-A. Bratosin, B.-I. Uta, y C.-N. Bodea, "Virtual Reality for Career Development and Exploration: The CareProfSys Profiler System Case", *Electronics*, vol. 13, núm. 13, p. 2629, jul. 2024, doi: 10.3390/electronics13132629.
- [57] T. Kee, H. Zhang, y R. B. King, "An empirical study on immersive technology in synchronous hybrid learning in design education", *Int. J. Technol. Des. Educ.*, vol. 34, núm. 3, pp. 1243–1273, jul. 2024, doi: 10.1007/s10798-023-09855-5.
- [58] Z. Kunkera, I. Željko, R. Mimica, B. Ljubenkov, y T. Opetuk, "Development of Augmented Reality Technology Implementation in a Shipbuilding Project Realization Process", *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 12, núm. 4, p. 550, mar. 2024, doi: 10.3390/jmse12040550.
- [59] H. Orsolits, A. Valente, y M. Lackner, "Mixed Reality-Based Robotics Education—Supervisor Perspective on Thesis Works", *Appl. Sci.*, vol. 15, núm. 11, p. 6134, may 2025, doi: 10.3390/app15116134.
- [60] H. Vargas, R. Heradio, M. Donoso, y G. Farias, "Teaching automation with Factory I/O under a competency-based curriculum", *Multimed. Tools Appl.*, vol. 82, núm. 13, pp. 19221–19246, may 2023, doi: 10.1007/s11042-022-14047-9.
- [61] J. Y. Wong *et al.*, "Evaluations of Virtual and Augmented Reality Technology-Enhanced Learning for Higher Education", *Electronics*, vol. 13, núm. 8, p. 1549, abr. 2024, doi: 10.3390/electronics13081549.