

# Impacto de los programas de simulación en el aprendizaje en entornos virtuales

## Impact of simulation programs on learning in virtual environments

**Pablo Andrés Villegas Chunga**

[pvillegas@ucvvirtual.edu.pe](mailto:pvillegas@ucvvirtual.edu.pe)

<https://orcid.org/0009-0004-1623-7173>

Universidad César Vallejo. Lima, Perú

**José Manuel Palacios Sánchez**

[jpalaciossa12@ucvvirtual.edu.pe](mailto:jpalaciossa12@ucvvirtual.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-1267-5203>

Universidad César Vallejo. Lima, Perú

**David Carlos Rengifo Carpio**

[drengifoca@ucvvirtual.edu.pe](mailto:drengifoca@ucvvirtual.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-3242-8226>

Universidad César Vallejo. Lima, Perú

**Luis Alberto Castillo Patiño**

[lcastilopa01@ucvvirtual.edu.pe](mailto:lcastilopa01@ucvvirtual.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0001-7124-7551>

Universidad César Vallejo. Lima, Perú

Artículo recibido 30 de septiembre de 2025 /Arbitrado 28 de octubre de 2025 /Aceptado 21 de noviembre 2025 /Publicado 10 de diciembre de 2025

<https://doi.org/10.62319/simonrodriguez.v.5i10.97>

### RESUMEN

La transformación digital en la educación ha impulsado el uso de programas de simulación en entornos virtuales como estrategia pedagógica para superar las limitaciones del aprendizaje remoto, especialmente en disciplinas experimentales. Este artículo presenta una revisión sistemática de la literatura publicada entre 2019 y 2025, consultando bases de datos como Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO y Redalyc. Se analizaron 72 estudios que cumplían criterios de inclusión temática, lingüística y metodológica. Los hallazgos indican que las simulaciones mejoran significativamente el aprendizaje activo, la motivación y el desarrollo de competencias prácticas, con diferencias según el tipo de tecnología empleada (2D/3D, realidad virtual, realidad aumentada, simuladores web o híbridos). No obstante, su efectividad depende del diseño instruccional, la capacitación docente y la equidad en el acceso tecnológico. En conclusión, las simulaciones constituyen una herramienta estratégica para la educación virtual, pero su impacto no es automático. Se requieren más investigaciones comparativas que exploren su implementación en contextos diversos y su integración con inteligencia artificial generativa.

### ABSTRACT

The digital transformation of education has driven the adoption of simulation programs in virtual environments as a pedagogical strategy to address the limitations of remote learning, particularly in experimental disciplines. This article presents a systematic review of literature published between 2019 and 2025, drawing from databases such as Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO, and Redalyc. Seventy-two studies meeting thematic, linguistic, and methodological inclusion criteria were analyzed. Findings show that simulations significantly enhance active learning, student motivation, and practical competencies, with variations depending on the simulation type (2D/3D, virtual reality, augmented reality, web-based, or hybrid). However, their effectiveness hinges on instructional design, teacher training, and equitable access to technology. In conclusion, simulations are a strategic asset for virtual education, yet their impact is not automatic. Future research should prioritize comparative studies across diverse educational contexts and explore integration with generative artificial intelligence.

### Palabras clave:

Aprendizaje activo;  
Competencias prácticas;  
Entornos virtuales;  
Motivación;  
Simulaciones

### Keywords:

Active learning;  
Motivation; Practical  
competencies;  
Simulation programs;  
Virtual environments

## INTRODUCCIÓN

La transformación digital de la educación ha reconfigurado profundamente los procesos formativos en las últimas décadas, acelerándose de forma notable tras la emergencia sanitaria global. En este escenario, el aprendizaje remoto se volvió una estrategia prioritaria, pero también evidenció sus límites, especialmente en aquellas disciplinas que requieren experiencias prácticas, manipulación de materiales o interacción con entornos reales (Hodges et al., 2020). Aunque las plataformas virtuales permitieron la continuidad académica, muchos estudiantes enfrentaron dificultades para consolidar competencias técnicas, experimentar procesos científicos o ejercitar toma de decisiones en contextos simulados, lo que generó una brecha significativa entre el conocimiento teórico y su aplicación concreta.

Ante este reto, los programas de simulación han surgido como una respuesta pedagógica innovadora y estratégica. Estas herramientas tecnológicas reproducen dinámicas del mundo real en entornos seguros, interactivos y controlados, lo que permite a los estudiantes experimentar, equivocarse y aprender sin riesgos operativos ni costos elevados (Pavlou y Zacharia, 2024). Además, promueven un enfoque centrado en el estudiante, donde la exploración activa, la retroalimentación inmediata y la inmersión sensorial favorecen una comprensión más profunda de los contenidos, especialmente en áreas cuya enseñanza tradicional depende de laboratorios, clínicas o campos experimentales.

La evidencia internacional respalda este giro pedagógico. En Estados Unidos, investigaciones recientes destacan cómo los simuladores en ciencias de la salud han mejorado la preparación clínica de futuros profesionales (Kim y Park, 2024). En Europa, proyectos como los desarrollados en universidades nórdicas han integrado simulaciones en ingeniería con resultados positivos en la resolución de problemas complejos (Tereshko et al., 2024). En Asia, el uso de entornos virtuales en agronomía ha permitido superar limitaciones geográficas y recursos físicos escasos (He y Liu, 2021). Asimismo, en América Latina, estudios en Colombia y Perú han identificado un creciente interés por estas herramientas para cerrar brechas educativas en contextos con infraestructura limitada (Barradas-Arenas et al., 2023; Pincay et al., 2025). Esta convergencia global subraya la pertinencia de analizar críticamente su impacto pedagógico.

Una preocupación persistente en disciplinas experimentales, como la ingeniería, las ciencias de la salud o la agronomía, es la desconexión entre los saberes teóricos y las habilidades prácticas. Tradicionalmente, esta brecha se abordaba mediante prácticas en laboratorios, visitas técnicas o pasantías, todas ellas difícilmente replicables en modalidad virtual. Los programas de simulación ofrecen una alternativa viable al recrear con fidelidad escenarios profesionales, permitiendo a los estudiantes ejercitar competencias técnicas, analizar consecuencias de sus decisiones y desarrollar pensamiento crítico en contextos que imitan la realidad (Husnaini y Chen, 2019; Lewis et al., 2024).

Con base en este contexto, el propósito de este artículo es analizar críticamente el impacto de los programas de simulación en el aprendizaje en entornos virtuales, a partir de una revisión narrativa de la literatura científica publicada entre 2019 y 2025. La revisión examina tanto los beneficios reportados como la motivación, el aprendizaje activo y el desarrollo de competencias prácticas como los desafíos persistentes, entre ellos la capacitación docente, la equidad tecnológica y el diseño instruccional. Este enfoque permite identificar tendencias, vacíos y líneas de acción para la integración efectiva de las simulaciones en la educación superior.

El alcance del análisis incluye tanto disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y

matemáticas) como no STEM, con énfasis en la educación universitaria, donde las exigencias del mercado laboral y la digitalización curricular demandan estrategias pedagógicas más dinámicas e integradoras. Al sintetizar evidencia global y contextualizada, este trabajo busca aportar a la reflexión académica y al diseño institucional de entornos virtuales que combinen innovación tecnológica con solidez pedagógica.

## MÉTODO

Este artículo se basa en una revisión sistemática de la literatura científica con el fin de analizar críticamente el impacto de los programas de simulación en el aprendizaje en entornos virtuales. Se optó por este tipo de revisión debido a su rigor metodológico, transparencia en los criterios de selección y capacidad para sintetizar evidencia empírica de manera estructurada (El-Jardali et al., 2023). El protocolo de búsqueda y selección se diseñó siguiendo las recomendaciones de la guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), adaptada al enfoque temático del estudio.

Las fuentes de información incluyeron cinco bases de datos internacionales reconocidas por su calidad científica y cobertura multidisciplinaria: Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO y Redalyc. Estas plataformas garantizan una representación equilibrada entre producción científica global y regional, con especial atención a América Latina, Europa y Asia. La búsqueda se limitó a documentos publicados entre enero de 2019 y junio de 2025, con el objetivo de capturar evidencia reciente y relevante para los desafíos actuales de la educación digital.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: (1) documentos en inglés, español o portugués; (2) tipo de publicación: artículos científicos arbitrados, revisiones sistemáticas o capítulos de libros; (3) enfoque temático centrado en la relación entre simulación, entornos virtuales de aprendizaje y resultados pedagógicos (motivación, desarrollo de competencias prácticas, rendimiento académico o diseño instruccional). Se excluyeron estudios sin datos empíricos, editoriales, resúmenes de congresos sin desarrollo completo, y documentos anteriores a 2019.

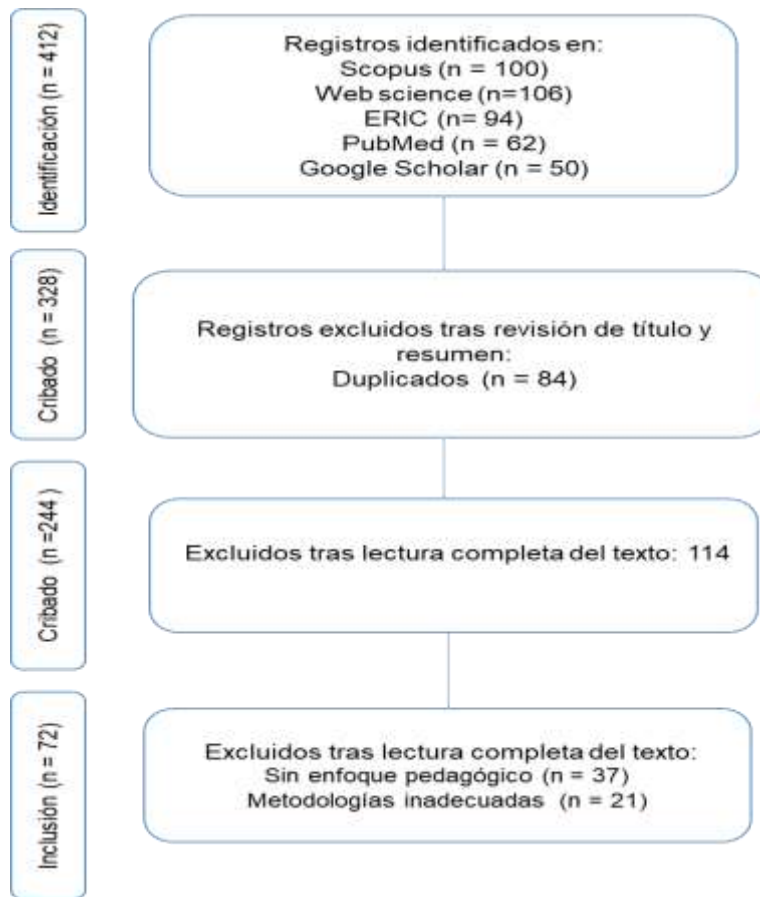
La estrategia de búsqueda combinó términos controlados y palabras clave libres mediante operadores booleanos. En las bases de datos en inglés, se utilizaron combinaciones como:

“simulation program” OR “virtual simulation” OR “digital simulation”) AND (“virtual learning” OR “online education” OR “e-learning”) AND (“learning outcomes” OR “academic performance” OR “practical competenc”)\*\*.

En español y portugués, se aplicaron términos equivalentes:

“simulación” OR “simulador virtual”) AND (“entorno virtual” OR “aprendizaje en línea”) AND (“resultados de aprendizaje” OR “competencias prácticas”).

La búsqueda inicial arrojó un total de 412 registros. Tras eliminar duplicados mediante software de gestión bibliográfica (Zotero), se obtuvieron 328 documentos únicos. Luego, se realizó un cribado por título y resumen, lo que permitió descartar 198 documentos por falta de alineación temática o por no cumplir con los criterios de inclusión. Los 130 documentos restantes se sometieron a lectura completa. En esta etapa, se excluyeron 58 documentos por ausencia de enfoque pedagógico, falta de resultados empíricos o metodologías inadecuadas. Finalmente, se integraron 72 documentos en la síntesis final (Figura 1).

**Figura 1.** Diagrama PRISMA para la selección de artículos

El análisis de los datos se realizó mediante síntesis temática, una técnica cualitativa que permite identificar, organizar y ofrecer interpretaciones coherentes de patrones de significado en la literatura (Lauzon-Schnittka et al., 2022). Los artículos seleccionados se agruparon en categorías analíticas emergentes y predefinidas: (1) impacto en la motivación y el compromiso estudiantil, (2) desarrollo de competencias prácticas y transferencia del conocimiento, (3) diseño pedagógico e integración curricular, y (4) barreras tecnológicas, institucionales y de equidad. Cada categoría se enriqueció con ejemplos empíricos y se contrastó con marcos teóricos de referencia, como el aprendizaje experiencial (de Oliveira Silva et al., 2024) y la teoría cognitiva de la multimedia (Costa y Miranda, 2019).

## RESULTADOS

La revisión sistemática identificó 72 estudios que cumplieran con los criterios de inclusión y que abordaban el impacto pedagógico de los programas de simulación en entornos virtuales. Estos documentos se organizaron temáticamente en cuatro categorías analíticas, según los patrones emergentes en la literatura. A continuación, se presentan los hallazgos agrupados por categoría, seguidos de una tabla resumen que clasifica los estudios por tipo de simulador, disciplina y principales resultados reportados.

### Impacto en el aprendizaje conceptual y práctico

Los estudios coinciden en que los programas de simulación fortalecen significativamente la comprensión de procesos complejos al permitir la visualización dinámica de fenómenos abstractos o de difícil acceso. Por ejemplo, en ingeniería eléctrica, los simuladores 2D y 3D facilitan la manipulación de circuitos sin riesgo de daño físico (Kim y Park, 2024). En agronomía, las simulaciones de suelos y

climas permiten a los estudiantes analizar el impacto de variables ambientales en cultivos, promoviendo un aprendizaje basado en la experimentación iterativa (Li et al., 2025). Asimismo, en ciencias de la salud, los simuladores clínicos mejoran la ejecución de procedimientos técnicos, como la colocación de catéteres o la reanimación cardiopulmonar, con niveles de competencia comparables a los obtenidos en laboratorios físicos (Pincay et al., 2025).

### **Efectos sobre la motivación y el compromiso**

La retroalimentación inmediata y la naturaleza inmersiva de las simulaciones emergen como factores clave para incrementar la motivación estudiantil. Tereshko et al. (2024) encontraron que los estudiantes que usaron entornos de simulación en cursos de gestión empresarial mostraron niveles significativamente más altos de compromiso y persistencia en tareas complejas. Además, la gamificación integrada en simuladores como puntos, niveles o recompensas ha demostrado potenciar la participación activa, especialmente en contextos STEM (Sahito y Sahito, 2024). Este efecto se observa de forma consistente tanto en universidades europeas como en instituciones latinoamericanas, lo que sugiere una validez transcultural del diseño motivacional basado en simulación.

### **Transferencia del conocimiento a contextos reales**

La evidencia indica que las habilidades adquiridas mediante simulación se transfieren eficazmente a escenarios profesionales reales. En medicina, estudiantes que practicaron en simuladores de cirugía laparoscópica obtuvieron mejor desempeño en intervenciones reales que aquellos formados únicamente con métodos tradicionales (Uribe-Muñoz y Hidalgo-Mancilla, 2024). En ingeniería civil, los entornos de realidad virtual permiten simular la construcción de puentes o estructuras, lo que desarrolla competencias en gestión de riesgos y toma de decisiones bajo presión (Alarcón et al., 2021). En agronomía, los simuladores de manejo de plagas han mejorado la capacidad de diagnóstico y diseño de planes de control integrado en estudiantes de universidades peruanas y colombianas (Barradas-Arenas et al., 2023; Pincay et al., 2025).

### **Limitaciones y barreras identificadas**

A pesar de los beneficios, múltiples estudios reportan obstáculos significativos. La brecha digital limita el acceso equitativo, especialmente en zonas rurales o en países de ingresos medios y bajos (Tereshko et al., 2024). La falta de capacitación docente en el uso pedagógico de simuladores reduce su impacto, incluso cuando la infraestructura está disponible (Kim y Park, 2024). Además, los altos costos de implementación de tecnologías inmersivas como la realidad virtual restringen su uso a instituciones con mayores recursos (Alarcón et al., 2021). Estas barreras son recurrentes en contextos latinoamericanos, asiáticos y africanos, aunque con distinta intensidad según el nivel de desarrollo tecnológico local.

**Tabla 1.** Clasificación de los 72 estudios incluidos por tipo de simulador, disciplina, hallazgos principales

| Tipo de simulador                      | Disciplina                                         | Número de estudios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Hallazgos principales reportados                                                                       |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Software 2D/3D (ej. PhET, Labster)     | Física, Química, Biología, Agronomía               | Angelini et al. (2024); Bali y Mughal (2025); Cano et al. (2022); Casa-Coila et al. (2023); García et al. (2025); González-González et al. (2022); Huamán et al. (2024); Kamilah et al. (2025); Méndez y Avilés (2025); Mirza et al. (2020); Patra et al. (2022); Peterková et al. (2022); Puttick et al. (2022); Rehman et al. (2021); Reinke et al. (2021); Sánchez-Cerezo et al. (2024); Schirone et al. (2024); Serrano et al. (2024); Sibindi et al. (2024); Tasmim et al. (2022); Tobías et al. (2025); Ullah et al. (2021); Uwamahoro et al. (2021); Velasco-Saltos et al. (2020); Werner et al. (2022); Wright (2020) | Mejora en comprensión conceptual; bajo costo; accesibilidad elevada; limitada inmersión sensorial      |
| Realidad Virtual (VR)                  | Medicina, Ingeniería, Arquitectura                 | Adami et al. (2023); Aguilar Reyes et al. (2023); Alarcón et al. (2021); Cullen et al. (2021); Dekhtyar et al. (2022); Fazlollahi et al. (2023); García-Robles et al. (2024); Hu et al. (2025); Jans et al. (2023); Kim et al. (2024); Larraga-García et al. (2022); Liritzis et al. (2021); McGarr (2021); Okpala et al. (2024); Porttelli et al. (2020); Ruberto et al. (2021); Silva et al. (2025); Yu et al. (2022)                                                                                                                                                                                                       | Alta inmersión; desarrollo de habilidades técnicas complejas; altos costos; requerimientos de hardware |
| Realidad Aumentada (AR)                | Educación técnica, Ciencias de la salud, Agronomía | Akbas et al. (2022); Aydin y Çakiroğlu (2025); Baker et al. (2024); Han et al. (2022); Kasinathan y Uyyala (2021); Liu et al. (2024); Malhotra et al. (2023); Marcucci (2024); Milella et al. (2022); Moro et al. (2021); Sazly et al. (2021); Ye et al. (2022)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Visualización en contexto real; retroalimentación contextual; dependencia de dispositivos móviles      |
| Simuladores basados en web (sin VR/AR) | Administración, Educación, Psicología              | Amalia et al. (2022); de la Peña Esteban et al. (2020); Gagné y Franzen (2023); Kumar et al. (2021); Oberle et al. (2020); Sarvan y Efe (2022); Sola et al. (2022); Yeganeh et al. (2025); Zhang y Scribner (2024)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Alta escalabilidad; gamificación efectiva; retroalimentación inmediata; menor realismo                 |
| Plataformas híbridas (VR + IA +        | Medicina avanzada, Ingeniería                      | Aguilar Reyes et al. (2023); Fazlollahi et al. (2023); Fowles et al. (2023); Ho et al. (2022); Hu et al. (2025); Tobías et al. (2025)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Personalización del aprendizaje; evaluación automática; acceso                                         |

|             |              |                                                  |
|-------------|--------------|--------------------------------------------------|
| adaptación) | aeroespacial | limitado a investigadores<br>y elites académicas |
|-------------|--------------|--------------------------------------------------|

### DISCUSIÓN

Los resultados concuerdan en gran medida con estudios clásicos y contemporáneos sobre el uso de simulaciones en educación. En estudios de meta-análisis de Casa-Coila et al. (2023), identificó que los juegos de simulación incrementan significativamente el aprendizaje en comparación con métodos tradicionales, un resultado reforzado por la evidencia actual, que muestra mejoras consistentes en comprensión conceptual, motivación y desarrollo de competencias prácticas. Asimismo, Pavlou y Zacharia (2024) argumentaron que los laboratorios virtuales y físicos pueden ser complementarios más que sustitutos, una idea que se reitera en investigaciones recientes que señalan la necesidad de combinar experiencias simuladas con prácticas reales para maximizar la transferencia del conocimiento.

No obstante, también emergen contradicciones en la literatura. Mientras algunos estudios reportan efectos positivos incluso con simulaciones simples (Rehman et al., 2021; Casa-Coila et al., 2023), otros subrayan que los entornos altamente inmersivos como la realidad virtual no siempre traducen su realismo técnico en mejores resultados pedagógicos si no se acompañan de un diseño instruccional sólido (Ríos y He, 2022; Adami et al., 2023;). Esta discrepancia sugiere que la tecnología por sí sola no garantiza el aprendizaje; el factor decisivo radica en cómo se integra dentro del currículo, qué actividades se proponen y qué rol asume el docente.

Este punto lleva directamente al papel central del diseño pedagógico. Las simulaciones más efectivas no solo reproducen escenarios, sino que estructuran secuencias de aprendizaje basadas en principios constructivistas: el estudiante construye conocimiento mediante la experimentación guiada, la reflexión y la resolución de problemas auténticos (Yu et al., 2022; Barradas-Arenas et al., 2023). Este enfoque se alinea con la teoría del aprendizaje experiencial de Oliveira Silva et al. (2024), donde la acción, la observación, la conceptualización y la aplicación forman un ciclo dinámico. Además, la teoría cognitiva de la multimedia de Costa y Miranda (2019) explica por qué ciertas simulaciones funcionan mejor: reducen la carga cognitiva al integrar texto, imagen y retroalimentación de forma coherente, facilitando la integración de la información en la memoria de trabajo.

En cuanto a la equidad educativa, las simulaciones presentan un doble filo. Por un lado, democratizan el acceso a experiencias prácticas en contextos con escasos laboratorios, como en zonas rurales o instituciones con recursos limitados (Yilmaz y Hebebc, 2022; Serrano et al., 2024). Por otro, su implementación efectiva depende de conectividad, dispositivos adecuados y apoyo docente, factores que a menudo están ausentes en los mismos contextos que más necesitan estas herramientas. En consecuencia, sin políticas públicas y estrategias institucionales inclusivas, los simuladores podrían ampliar en lugar de reducir las brechas digitales y pedagógicas.

### CONCLUSIONES

Este trabajo confirma que los programas de simulación tienen un impacto positivo en el aprendizaje en entornos virtuales, siempre que se integren con intención pedagógica, orientación docente y alineación curricular. La evidencia revisada demuestra mejoras en comprensión conceptual, desarrollo de competencias prácticas, motivación y capacidad de transferencia del conocimiento a

contextos reales, tanto en disciplinas STEM como no STEM.

Sin embargo, las simulaciones no constituyen una solución mágica. Su efectividad depende de factores críticos como la infraestructura tecnológica, la formación del profesorado y, sobre todo, el diseño instruccional subyacente. Una simulación avanzada mal utilizada puede resultar menos efectiva que una herramienta simple bien integrada en una secuencia de aprendizaje significativa.

Se proponen como líneas futuras de investigación: (a) estudios comparativos rigurosos entre distintos tipos de simuladores (2D, VR, AR, híbridos); (b) análisis del impacto en contextos marginados, como zonas rurales o programas de educación técnica; y (c) exploración de la integración de simulaciones con inteligencia artificial generativa para personalizar rutas de aprendizaje y retroalimentación en tiempo real.

Esta revisión presenta algunas limitaciones. En primer lugar, su alcance se centró en la producción científica entre 2019 y 2025, lo que pudo excluir estudios fundacionales. En segundo lugar, a pesar de incluir fuentes en español, portugués e inglés, existe un sesgo hacia la literatura en inglés, como ocurre en muchas bases de datos internacionales. Finalmente, la escasez relativa de estudios empíricos publicados en español sobre simulación educativa en América Latina limitó el equilibrio geográfico ideal. Futuras revisiones podrían abordar estas brechas mediante colaboraciones regionales y enfoques más inclusivos en la búsqueda bibliográfica.

## REFERENCIAS

- Adami, P., Singh, R., Rodrigues, P. B., Becerik-Gerber, B., Soibelman, L., Copur-Gencturk, Y., and Lucas, G. (2023). Participants matter: Effectiveness of VR-based training on the knowledge, trust in the robot, and self-efficacy of construction workers and university students. *Advanced Engineering Informatics*, 55, 101837. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101837>
- Aguilar Reyes, C. I., Wozniak, D., Ham, A., and Zahabi, M. (2023). Design and evaluation of an adaptive virtual reality training system. *Virtual Reality*, 27(3), 2509-2528. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00827-7>
- Akbas, S., Said, S., Roche, T. R., Nöthiger, C. B., Spahn, D. R., Tscholl, D. W., and Bergauer, L. (2022). User perceptions of different vital signs monitor modalities during high-fidelity simulation: Semiquantitative analysis. *JMIR human factors*, 9(1), e34677. <https://doi.org/10.2196/34677>
- Alarcón, C. H. M., León, C. E. D., Donoso, L. J. G., Tinoco, L. M. E., y Alarcón, F. P. M. (2021). Metodología de formación educativa basada en entornos virtuales de aprendizaje para estudiantes de Ingeniería Civil. *Dominio de las Ciencias*, 7(2), 530-550. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8231863>
- Amalia, D., Nugraha, W., Cahyono, D., Septiani, V., Rizko, R., Racahyo, R., and Lestary, D. (2022). Developing a web-based simulator for safety management system training. *JPPI (Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia)*, 8(4), 1238-1246. <https://doi.org/10.29210/020222114>
- Angelini, M. L., Diamanti, R., y Jiménez-Rodríguez, M. Á. (2024). La simulación telemática y su impacto en la formación inicial de profesorado. *Revista Iberoamericana de Educación*, 94(1), 55-82. <https://doi.org/10.35362/rie9415942>
- Aydin, M., and Çakiroğlu, Ü. (2025). Learning Programming With Augmented Reality-Based Editor: A Dynamic Code Visualisation Approach. *Journal of Computer Assisted Learning*, 41(1), e13093. <https://doi.org/10.1111/jcal.13093>
- Baker, J., Antypas, A., Aggarwal, P., Elliott, C., Baxter, R., Singh, S., and Koo, A. (2024). Augmented reality in interventional radiology: transforming training paradigms. *Cureus*, 16(2). <https://doi.org/0.7759/cureus.54907>
- Bali, A. R., and Mughal, Y. (2025). The Impact of Different Computing Tools in Electrical Engineering Learning. *Journal of Engineering and Computational Intelligence Review*, 3(1),

- 52-67. <https://jecir.com/index.php/jecir/article/view/12>
- Barradas-Arenas, U. D., Cocón-Juárez, J. F., Pérez-Cruz, D., y Vázquez-Aragón, M. D. R. (2023). El Impacto de los Simuladores en el Aprendizaje de los Sistemas Digitales. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 16(1), 67-76. <https://doi.org/10.37843/rted.v16i1.350>
- Cano, J. S., Olvis, P. R., Disca, B. Y., and Docena, A. F. (2022). Simulation-Based Instructional Materials on Central Dogma of Molecular Biology: Basis in Studying Genetics for Grade 12 Learners. *International Journal of Technology in Education*, 5(2), 249-268. <https://doi.org/10.46328/ijte.219>
- Casa-Coila, M. D., Mamani-Vilca, P. S., Tisnado-Mamani, L. M., Pari-Achata, D., and Vilca-Apaza, H. M. (2023). Model Chemlab and Phet Simulator: A Didactic Resource for Chemistry Learning in Undergraduate Students. *International Journal of Membrane Science and Technology*, 10(5), 59-75. <https://goo.su/1Ls23>
- Costa, J. M., and Miranda, G. L. (2019). Using Alice Software with 4C-ID Model: Effects in Programming Knowledge and Logical Reasoning. *Informatics in Education*, 18(1), 1-15. <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=761639>
- Cullen, A. J., Dowling, N. L., Segrave, R., Morrow, J., Carter, A., and Yücel, M. (2021). Considerations and practical protocols for using virtual reality in psychological research and practice, as evidenced through exposure-based therapy. *Behavior Research Methods*, 53(6), 2725-2742. <https://doi.org/10.3758/s13428-021-01543-3>
- de la Peña Esteban, F. D., Lara Torralbo, J. A., Lizcano Casas, D., and Burgos García, M. C. (2020). Web gamification with problem simulators for teaching engineering. *Journal of Computing in Higher Education*, 32(1), 135-161. <https://doi.org/10.1007/s12528-019-09221-2>
- de Oliveira Silva, M., Cayres, B. C., Faria, T. C., Guerrieri, D. C., and da Silva, F. L. C. (2024). Exploring oscillatory motions with descriptive statistics: An educational approach through experimentation. *EduSer*, 16(2). <https://doi.org/10.34620/eduser.v16i2.323>
- Dekhtyar, M., Park, Y. S., Kalinyak, J., Chudgar, S. M., Fedoriw, K. B., Johnson, K. J., and Stern, S. (2022). Use of a structured approach and virtual simulation practice to improve diagnostic reasoning. *Diagnosis*, 9(1), 69-76. <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0160>
- El-Jardali, F., Bou-Karroum, L., Hilal, N., Hammoud, M., Hemadi, N., Assal, M., and Novillo-Ortiz, D. (2023). Knowledge management tools and mechanisms for evidence-informed decision-making in the WHO European Region: a scoping review. *Health Research Policy and Systems*, 21(1), 113. <https://doi.org/10.1186/s12961-023-01058-7>
- Fauziah, S. S., Guntara, Y., and Septiyanto, R. F. (2024). Development of PHYVAR (Physics in 3d Virtual Reality) on Solar Energy Material to Support Students' Spatial Intelligence. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 10(1), 55-70. <https://doi.org/10.29303/jpft.v10i1.6647>
- Fazlollahi, A. M., Yilmaz, R., Winkler-Schwartz, A., Mirchi, N., Ledwos, N., Bakhaidar, M., and Del Maestro, R. F. (2023). AI in surgical curriculum design and unintended outcomes for technical competencies in simulation training. *JAMA network open*, 6(9), e2334658-e2334658. <https://goo.su/quHp29e>
- Fowles, T. R., Moore, C. M., Alpert, E., Beveridge, R. M., and Carlsen, A. (2023). Using simulated patients to train interpersonal skills with clinical psychology doctoral students. *Training and Education in Professional Psychology*, 17(1), 81. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/tep0000396>
- Gagné, N., and Franzen, L. (2023). How to run behavioural experiments online: Best practice suggestions for cognitive psychology and neuroscience. *Swiss Psychology Open: the official journal of the Swiss Psychological Society*, 3(1). <https://doi.org/10.31234/osf.io/nt67j>
- Garcia, X., Domene, E., Goenaga, X., Rodriguez-Benitez, A., Satorras, M., Acuña, V., and Corominas, L. (2025). Evaluating the effectiveness of a serious game to educate children about the urban water cycle. *British Journal of Educational Technology*. 56 (6), <https://doi.org/10.1111/bjet.13578>
- García-Robles, P., Cortés-Pérez, I., Nieto-Escámez, F. A., García-López, H., Obrero-Gaitán, E., and Osuna-Pérez, M. C. (2024). Immersive virtual reality and augmented reality in anatomy education: a systematic review and Meta-Analysis. *Anatomical Sciences Education*, 17(3), 514-

528. <https://doi.org/10.1002/ase.2397>
- González-González, J. M., Franco-Calvo, J. G., and Español-Solana, D. (2022). Educating in history: Thinking historically through historical reenactment. *Social Sciences*, 11(6), 256 <https://doi.org/10.3390/socsci11060256>
- Gresse von Wangenheim, C., Hauck, J. C., Pacheco, F. S., and Bertonceli Bueno, M. F. (2021). Visual tools for teaching machine learning in K-12: A ten-year systematic mapping. *Education and Information Technologies*, 26(5), 5733-5778. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-78561-0\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-031-78561-0_16)
- Han, P. F., Zhao, F. K., and Zhao, G. (2022). Using augmented reality to improve learning efficacy in a mechanical assembly course. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15(2), 279-289. <https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3166556>
- Ho, D. K. N., Lee, Y. C., Chiu, W. C., Shen, Y. T., Yao, C. Y., Chu, H. K., and Chang, J. S. (2022). COVID-19 and virtual nutrition: A pilot study of integrating digital food models for interactive portion size education. *Nutrients*, 14(16), 3313. <https://doi.org/10.3390/nu14163313>
- Hu, X., Jiang, Y., Sun, Y., Xu, Z., Zheng, F., and Hu, X. (2025). Exploring the Effects of Augmented Reality on the Emotion Recognition Skills of Autistic Children. *Journal of Special Education Technology*, 40(3), 384-399. <https://doi.org/10.1177/01626434241298950>
- Huamán, E., Robles, R., Muñoz, M., y Arevalo, C. (2024). Análisis de sostenibilidad de los sistemas ganaderos en el distrito de la Peca, Provincia de Bagua, Región Amazonas. *Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 4(4), 18-29. <https://doi.org/10.25127/riagrop.20244.1024>
- Husnaini, S. J., and Chen, S. (2019). Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 010119. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010119>
- Jans, C., Bogossian, F., Andersen, P., and Levett-Jones, T. (2023). Examining the impact of virtual reality on clinical decision making—An integrative review. *Nurse Education Today*, 125, 105767. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2023.105767>
- Kamilah, D. P., Sulisworo, D., and Firmansyah, J. (2025). The Impact of PhET Simulations on Conceptual Understanding in High School Physics: Evidence from Indonesian Studies. *Journal of Educational Sciences*, 9(6), 6229-6244. <https://doi.org/10.31258/jes.9.6.p.6229-6244>
- Kasinathan, T., and Uyyala, S. R. (2021). Machine learning ensemble with image processing for pest identification and classification in field crops. *Neural Computing and Applications*, 33(13), 7491-7504. <https://doi.org/10.1007/s00521-020-05497-z>
- Kim, J. Y., Kim, J., and Lee, M. (2024). Are virtual reality intravenous injection training programs effective for nurses and nursing students? A systematic review. *Nurse Education Today*, 139, 106208. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106208>
- Kim, Y., and Park, H. Y. (2024). Effects of virtual reality training on clinical skill performance in nursing students: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *International Journal of Nursing Practice*, 30(6), e13284. <https://doi.org/10.1111/ijn.13284>
- Kumar, V. V., Carberry, D., Beenfeldt, C., Andersson, M. P., Mansouri, S. S., and Gallucci, F. (2021). Virtual reality in chemical and biochemical engineering education and training. *Education for Chemical Engineers*, 36, 143-153. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.05.002>
- Larraga-García, B., Quintana-Díaz, M., and Gutiérrez, Á. (2022). Simulation-based education in trauma management: a scoping review. *International journal of environmental research and public health*, 19(20), 13546. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013546>
- Lauzon-Schnittka, J., Audette-Chapdelaine, S., Boutin, D., Wilhelmy, C., Auger, A. M., and Brodeur, M. (2022). The experience of patient partners in research: a qualitative systematic review and thematic synthesis. *Research involvement and engagement*, 8(1), 55. <https://doi.org/10.1186/s40900-022-00388-0>
- Lewis, K. O., Popov, V., and Fatima, S. S. (2024). From static web to metaverse: reinventing medical education in the post-pandemic era. *Annals of medicine*, 56(1), 2305694. <https://doi.org/10.1080/07853890.2024.2305694>
- Li, Y., Li, C., Wang, Y., and Teng, G. (2025). Design and development of immersive 3D virtual

- simulation experiment teaching platform for internet of things. *Multimedia Tools and Applications*, 84(25), 29605-29619. <https://doi.org/10.1007/s11042-024-20209-8>
- Liritzis, I., Volonakis, P., and Vosinakis, S. (2021). 3d reconstruction of cultural heritage sites as an educational approach. *The sanctuary of Delphi. Applied Sciences*, 11(8), 3635. <https://doi.org/10.3390/app11083635>
- Liu, S., Sui, Y., You, Z., Shi, J., Wang, Z., and Zhong, C. (2024). Reading better with AR or print picture books? A quasi-experiment on primary school students' reading comprehension, story retelling and reading motivation. *Education and Information Technologies*, 29(9), 11625-11644. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12231-4>
- Malhotra, S., Halabi, O., Dakua, S. P., Padhan, J., Paul, S., and Palliyali, W. (2023). Augmented reality in surgical navigation: a review of evaluation and validation metrics. *Applied Sciences*, 13(3), 1629. <https://doi.org/10.3390/app13031629>
- Marcucci, J. (2024). Macroeconomic forecasting with text-based data. *Handbook Of Research Methods And Applications In Macroeconomic Forecasting*, 425-468. <https://doi.org/10.4337/9781035310050.00020>
- McGarr, O. (2021). The use of virtual simulations in teacher education to develop pre-service teachers' behaviour and classroom management skills: Implications for reflective practice. *Journal of Education for Teaching*, 47(2), 274-286. <https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1733398>
- Méndez, G. M., and Avilés, A. B. L. (2025). Augmented reality and GeoGebra 3D for improving spatial intelligence in teaching volumetric geometry. *RED: revista de educación a distancia*, 25(82), 4. <https://digitum.um.es/server/api/core/bitstreams/390c15e5-86bd-49c8-a1ee-8b8425417bac/content>
- Milella, F., Famiglini, L., Banfi, G., and Cabitza, F. (2022). Application of machine learning to improve appropriateness of treatment in an orthopaedic setting of personalized medicine. *Journal of Personalized Medicine*, 12(10), 1706. <https://doi.org/10.3390/jpm12101706>
- Mirza, N., Cinel, J., Noyes, H., McKenzie, W., Burgess, K., Blackstock, S., and Sanderson, D. (2020). Simulated patient scenario development: A methodological review of validity and reliability reporting. *Nurse education today*, 85, 104222. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2019.104222>
- Moro, C., Birt, J., Stromberga, Z., Phelps, C., Clark, J., Glasziou, P., and Scott, A. M. (2021). Virtual and augmented reality enhancements to medical and science student physiology and anatomy test performance: A systematic review and meta-analysis. *Anatomical sciences education*, 14(3), 368-376. <https://doi.org/10.1002/ase.2049>
- Oberle, M., Leunig, J., and Ivens, S. (2020). What do students learn from political simulation games? A mixed-method approach exploring the relation between conceptual and attitudinal changes. *European Political Science*, 19(3), 367-386. <https://doi.org/10.1057/s41304-020-00261-2>
- Okpala, E., Vishwamitra, N., Guo, K., Liao, S., Cheng, L., Hu, H., and Khorsandroo, S. (2024). AI-Cybersecurity Education Through Designing AI-based Cyberharassment Detection Lab. *arXiv preprint arXiv:2405.08125*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.08125>
- Patra, A., Asghar, A., Chaudhary, P., and Ravi, K. S. (2022). Integration of innovative educational technologies in anatomy teaching: new normal in anatomy education. *Surgical and radiologic anatomy*, 44(1), 25-32. <https://doi.org/10.1007/s00276-021-02868-6>
- Pavlou, Y., and Zacharia, Z. C. (2024). Using physical and virtual labs for experimentation in STEM+ education: from theory and research to practice. *Shaping the future of biological education research*, 1, 3-19. <https://goo.su/1C9Y6OQ>
- Peterková, J., Repaská, Z., and Prachařová, L. (2022). Best practice of using digital business simulation games in business education. *Sustainability*, 14(15), 8987. <https://doi.org/10.3390/su14158987>
- Pincay, I. M. Y., Luna, L. A. T., Salazar, J. S. P., y Ortiz, G. V. A. (2025). Metodologías de enseñanza basadas en simulación en el aprendizaje práctico de estudiantes de enfermería: revisión sistemática. *Revista Vive*, 8(24), 1282-1303. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v8i24.450>
- Portelli, M., Bianco, S. F., Bezzina, T., and Abela, J. E. (2020). Virtual reality training compared with apprenticeship training in laparoscopic surgery: a meta-analysis. *The Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 102(9), 672-684. <https://doi.org/10.1308/rcsann.2020.0178>

- Puttick, G. M., Drayton, B., and Silva, C. (2022). Innovations in undergraduate teaching and learning of earth and environmental science, with a focus on climate change. *Journal of College Science Teaching*, 51(4), 65-78. <https://doi.org/10.1080/0047231X.2022.12290573>
- Rehman, N., Zhang, W., Mahmood, A., and Alam, F. (2021). Teaching physics with interactive computer simulation at secondary level. *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, 14(1), 127-141. <https://doi.org/10.14571/brajets.v14.n1.127-141>
- Reinke, N. B., Kynn, M., and 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>
- Ruberto, A. J., Rodenburg, D., Ross, K., Sarkar, P., Hungler, P. C., Etemad, A., and Szulewski, A. (2021). The future of simulation-based medical education: Adaptive simulation utilizing a deep multitask neural network. *AEM Education and Training*, 5(3), e10605. <https://doi.org/10.1002/aet2.10605>
- Sahito, F. Z., and Sahito, Z. H. (2024). Gamification as a Pedagogical Tool for Enhancing Critical Thinking and Problem-Solving Skills in STEM Education: A Case Study of High School Classrooms. *Journal of Development and Social Sciences*, 5(4), 316-331. [https://doi.org/10.47205/jdss.2024\(5-IV\)29](https://doi.org/10.47205/jdss.2024(5-IV)29)
- Sanchez-Cerezo, J., Valencia-Agudo, F., Calvo, A., Tello, I. B., Arimany, M. S., Ribera, M. F., y Ilzarbe, D. (2024). Experiencias con simulación clínica para la formación de residentes de Psiquiatría y Psicología Clínica de la Infancia y la Adolescencia. *Revista de Psiquiatría Infanto-Juvenil*, 41(4), 24-33. <https://doi.org/10.31766/revpsij.v41n4a3>
- Sarvan, S., and Efe, E. (2022). The effect of neonatal resuscitation training based on a serious game simulation method on nursing students' knowledge, skills, satisfaction and self-confidence levels: A randomized controlled trial. *Nurse Education Today*, 111, 105298. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105298>
- Sazly, S. Z. S., Jambari, H., Noh, N. H., Pairan, M. R., Ahyan, N. A. M., Hamid, M. Z. A., and Osman, S. (2021). Augmented reality applications in teaching and learning for topic of current and voltage division for technical and vocational education. *Journal of Technical Education and Training*, 13(3), 125-132. <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/JTET/article/view/9436>
- Schirone, R., Corte, G. M., Ehlers, J. P., Herre, C., Schmedding, M., Merle, R., and Bahramsoltani, M. (2024). Effects of 3D Scans on Veterinary Students' Learning Outcomes Compared to Traditional 2D Images in Anatomy Classes. *Animals*, 14(15), 2171. <https://doi.org/10.3390/ani14152171>
- Schmuck, R. (2021). Education and training of manufacturing and supply chain processes using business simulation games. *Procedia Manufacturing*, 55, 555-562. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.10.076>
- Serrano, L. T. C., Reyes, P. D., Diaz, R. A., y Águila, M. V. G. (2024). Propuesta de diseño de un entorno de realidad virtual en el Metaverso aplicado a los sistemas de información en el sector agrícola (AgroVerso). *EDUCATECONCIENCIA*, 32(Especial). <https://doi.org/10.58299/edutec.v32i49.287>
- Sibindi, C., Saint-Joy, V., Ibrahim, M., Domond, K., Tierney, A., Loubeau, B., and Haynes, N. (2024). Implementation of a virtual cardiology curriculum to address the deficit of cardiovascular education in Haiti. *JACC: Advances*, 3(12\_Part\_2), 101380. <https://www.jacc.org/doi/epdf/10.1016/j.jacadv.2024.101380>
- Silva, R. M., Martins, P., and Rocha, T. (2025). Impact of virtual reality learning environments on skills development in students with ASD. *Computers and Education Open*, 100298. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2025.100298>
- Sola, J., Diaz-Catalán, C., Sádaba, I., Romanos, E., and Rendueles, C. (2022). The Inequality Mirror: Using a Student Survey to Teach Social Stratification. *Teaching Sociology*, 50(3), 241-255. <https://doi.org/10.1177/0092055X211071131>
- Tasmim, S., Sommer, J. M., and Shandra, J. M. (2022). Feed me! China, agriculture, ecologically unequal exchange, and forest loss in a CROSS-NATIONAL perspective. *Environmental Policy and Governance*, 32(1), 29-42. <https://doi.org/10.1002/eet.1959>

- Tereshko, L. M., Weiss, M. J., Cross, S., and Neang, L. (2024). Culturally Diverse Student Engagement in Online Higher Education: A Review. *Journal of Behavioral Education*, 1-33. <https://doi.org/10.1007/s10864-024-09554-8>
- Tobias, R. G., Lozano, J. A. G., Torres, M. L. M., Ramírez, J. A., Baldini, G. M., and Okoye, K. (2025). AI and VR integration for enhancing ethical decision-making skills and competency of learners in higher education. *International Journal of STEM Education*, 12(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00575-x>
- Ullah, T. A. R. I. Q., Afzal, M., Sarwar, H., Hanif, A., Gilani, S. A., and Tariq, A. (2021). Measuring the effect of dimensional analysis on nurses' level of self-efficacy in medication calculation errors. *Pak. J. Med. Health Sci*, 15, 3579-3582. <https://doi.org/10.53350/pjmhs2115123579>
- Ummihusna, A., Zairul, M., Ab Jalil, H., and Sulaiman, P. S. (2025). Immersive virtual reality in experiential learning for architecture design education: an action research. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 17(2), 738-758. <https://doi.org/10.1108/JARHE-06-2023-0266>
- Uribe-Muñoz, K., y Hidalgo-Mancilla, D. (2024). Transferencia del aprendizaje desde la educación basada en simulación a la práctica clínica: revisión sistemática. *Revista Latinoamericana de Simulación Clínica*, 6(1), 40-49. <https://dx.doi.org/10.35366/115805>
- Uwamahoro, J., Ndiokubwayo, K., Ralph, M., and Ndayambaje, I. (2021). Physics students' conceptual understanding of geometric optics: Revisited analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 30(5), 706-718. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09913-4>
- Velasco-Saltos, M., Mesías-Vargas, J., and Medina-Chicaiza, P. (2020). Business simulator as a business teaching-learning strategy. *International Business Research*, 13(2), 1-41. <https://doi.org/10.5539/ibr.v13n2p41>
- Werner, A., Deb, S., Rafa, R. R., Fox, A. A., Harkess, R. L., Carruth, D. W., and Hudson, C. R. (2022). Student Perceptions of Traditional and Simulated Learning in Greenhouse Management. *Training, Education, and Learning Sciences*, 59(59). <https://doi.org/10.54941/ahfe1002401>
- Wright, K. (2020). Collaborative Projects with simulation assignments in mechanical engineering thermodynamics courses. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 48(2), 140-161. <https://doi.org/10.1177/0306419018803624>
- Ye, R., Kodo, T., Hirooka, Y., Sanara, H., Soben, K., Kobayashi, S., and Homma, K. (2022). Educational Trials to Quantify Agronomic Information in Interdisciplinary Fieldwork in Pursat Province, Cambodia. *Sustainability*, 14(16), 10007. <https://doi.org/10.3390/su141610007>
- Yeganeh, L. N., Fenty, N. S., Chen, Y., Simpson, A., and Hatami, M. (2025). The future of education: A multi-layered metaverse classroom model for immersive and inclusive learning. *Future Internet*, 17(2), 63. <https://doi.org/10.3390/fi17020063>
- Yilmaz, O., and Hebecci, M. T. (2022). The Use of Virtual Environments and Simulation in Teacher Training. *International Journal on Social and Education Sciences*, 4, 446-457. <https://doi.org/10.46328/ijonses.376>
- Yu, W. D., Wang, K. C., and Wu, H. T. (2022). Empirical comparison of learning effectiveness of immersive virtual reality-based safety training for novice and experienced construction workers. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(9), 04022078. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002337](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002337)
- Zhang, S., and Scribner, L. L. (2024). Would you rather a simulation or a client-based project? A case study of experiential learning methods in digital marketing analytics courses. *Journal of Marketing Education*, 46(3), 258-275. <https://doi.org/10.1177/02734753231223155>
- Zinn, S., Landrock, U., and Gnamb, T. (2021). Web-based and mixed-mode cognitive large-scale assessments in higher education: An evaluation of selection bias, measurement bias, and prediction bias. *Behavior Research Methods*, 53(3), 1202-1217. <https://doi.org/10.3758/s13428-020-01480-7>