

MENTOR

Revista de Investigación Educativa y Deportiva

Volume 5

Issue 15

2026

Director: Ph.D. Richar Posso Pacheco

Email: rjposso@revistamentor.ec

Website: <https://revistamentor.ec/>

Editor-in-Chief: Ph.D. Susana Paz Viteri

Editorial Coordinator: Ph.D. (c) Josue Marcillo Ñacato

Scientific Committee Coordinator: Ph.D. Laura Barba Miranda

Editorial Supervisor: Ph.D. Isidro Lapuente Álvarez

Editors' Committee Coordinator: Msc. María Gladys Cóndor Chicaiza

Reviewers' Board Coordinator: PhD. Javier Fernández-Rio



Review

Virtual reality and immersive simulation in the learning of clinical skills

Realidad virtual y simulación inmersiva en el aprendizaje de habilidades clínicas

María Priscila Rodríguez Benítez ¹
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5646-2426>

Mariuxi Johanna Zurita Desiderio ¹
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9238-6251>

Yulitza Geomara Villamar Torres ¹
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2037-4179>

Vilma Rocío Quijije Chávez ¹
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9284-6972>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador ¹

Corresponding autor

mrodriguez9@uteq.edu.ec
mzuritadesiderioczs5@gmail.com
yvillamart@uteq.edu.ec
vquijijec@uteq.edu.ec

Received: 03-06-2026
Accepted: 21-08-2026
Available online: 15-09-2026

Abstract

Virtual reality and immersive simulation were progressively incorporated into clinical education as resources for practicing procedures, making decisions, and communicating in safe and repeatable environments. The objective was to analyze evidence regarding their contribution to clinical skills learning among health sciences students, considering cognitive, psychomotor, and relational outcomes as well as implementation conditions. A narrative and analytical documentary review of literature published mainly between 2020 and 2026 was conducted. The analysis showed frequent benefits in knowledge acquisition, procedural performance, self-confidence, satisfaction, and repeated practice, particularly when scenarios incorporated clear objectives, feedback, and sufficient interaction. However, superiority over conventional methods was not consistent; clinical reasoning, communication, and transfer to real practice showed more heterogeneous results. Limitations related to cognitive load, physical effects, costs, equipment, and limited assessment of long-term outcomes were also identified. It was concluded that these technologies performed better as complements to simulation and clinical practice than as independent substitutes.

Keywords: virtual reality, immersive simulation, clinical skills, health professions education, clinical simulation.

Resumen

La realidad virtual y la simulación inmersiva se incorporaron progresivamente a la formación clínica como recursos para practicar procedimientos, tomar decisiones y comunicarse en entornos seguros y repetibles. El objetivo fue analizar la evidencia sobre su contribución al aprendizaje de habilidades clínicas en estudiantes de ciencias de la salud, considerando resultados cognitivos, psicomotores, relacionales y condiciones de implementación. Se desarrolló una revisión documental narrativa y analítica de literatura publicada principalmente entre 2020 y 2026. El análisis mostró beneficios frecuentes en adquisición de conocimientos, ejecución de procedimientos, autoconfianza, satisfacción y práctica repetida, especialmente cuando los escenarios incorporaron objetivos claros, retroalimentación e interacción suficiente. Sin embargo, la superioridad frente a métodos convencionales no fue constante; el razonamiento clínico, la comunicación y la transferencia a la práctica real presentaron resultados más heterogéneos. También se identificaron limitaciones relacionadas con carga cognitiva, efectos físicos, costos, equipamiento y escasa evaluación de resultados a largo plazo. Se concluyó que estas tecnologías funcionaron mejor como complemento de la simulación y la práctica clínica que como sustitutos independientes.

Palabras clave: realidad virtual, simulación inmersiva, habilidades clínicas, educación en salud, simulación clínica.

Introduction

La formación de habilidades clínicas requiere oportunidades para practicar procedimientos, responder ante situaciones cambiantes y reconocer errores antes de actuar con pacientes reales. La simulación ha permitido trasladar parte de este proceso a entornos controlados, mientras que la realidad virtual ha ampliado las posibilidades de repetición, estandarización de escenarios e interacción sin depender permanentemente de espacios físicos o simuladores convencionales. Una revisión que comparó realidad virtual con simulación tradicional en profesiones de la salud encontró resultados educativos favorables en distintas aplicaciones, aunque sin demostrar que una modalidad fuera superior en todos los resultados analizados (Foronda et al., 2024).

Dentro de estas tecnologías, la realidad virtual inmersiva se caracteriza por introducir al participante en un entorno digital tridimensional mediante dispositivos que modifican la percepción visual y espacial y permiten interactuar con objetos, situaciones o pacientes virtuales. Los sistemas basados en visores montados en la cabeza han sido empleados en medicina, enfermería, cirugía y otras áreas para representar escenarios clínicos y facilitar experiencias orientadas al desarrollo de conocimientos y habilidades prácticas (Zhang et al., 2025).

La expansión de estas herramientas ha sido particularmente visible en enfermería, donde las tecnologías de aprendizaje clínico virtual se han empleado para trabajar competencias profesionales, resolución de problemas y comunicación. Una revisión sistemática que integró doce estudios experimentales con 928 estudiantes encontró efectos favorables de distintas formas de simulación virtual sobre competencias clínicas y habilidades relacionadas con la resolución de problemas y la comunicación (Alsharari et al., 2025).

La evidencia acumulada, sin embargo, no se limita a un único resultado. Los estudios sobre simulación de realidad virtual han evaluado desempeño procedimental, conocimientos, satisfacción, autoconfianza, autoeficacia y ansiedad, pero los efectos encontrados varían según la habilidad, el tipo de dispositivo, el grado de inmersión y la estrategia utilizada para comparar la experiencia virtual con otras formas de aprendizaje clínico (Jallad & Işık, 2022).

Su aplicación se ha extendido también a disciplinas distintas de enfermería. En estudiantes de radiografía, la realidad virtual se ha relacionado con mejoras en desempeño asociado al posicionamiento de equipos y pacientes, selección de parámetros de exposición y confianza para ejecutar procedimientos; no obstante, los resultados dependen de elementos como realismo del escenario, duración de las sesiones, retroalimentación proporcionada y posibilidades reales de interacción (Gårdling et al., 2025).

La inmersión tecnológica tampoco está exenta de dificultades. Los visores pueden ocasionar alteraciones oculomotoras, desorientación, náuseas y diferentes niveles de incomodidad, aunque la frecuencia y magnitud de estos efectos muestran variabilidad entre estudios. Estas reacciones adquieren relevancia cuando las sesiones son prolongadas o cuando la experiencia tecnológica añade exigencias sensoriales que no guardan relación directa con la habilidad clínica que se pretende desarrollar (Cossio et al., 2025).

La literatura reciente muestra, además, una marcada diversidad en los pacientes virtuales, escenarios, formas de interacción y variables empleadas para valorar el aprendizaje. Una revisión de alcance identificó que gran parte de las evaluaciones se concentra en reacción y aprendizaje inmediato, mientras son menos frecuentes las mediciones de transferencia hacia el comportamiento clínico y resultados posteriores (Na et al., 2025). Paralelamente, el análisis de ensayos aleatorizados ha señalado la necesidad de profundizar en pensamiento crítico, toma de decisiones, colaboración y experiencias virtuales multiusuario, debido a que estas dimensiones permanecen menos estudiadas que el conocimiento y las habilidades procedimentales (Ropponen et al., 2025).

Estas diferencias plantean la pregunta de investigación: ¿qué aportes, condiciones y limitaciones presenta la realidad virtual y la simulación inmersiva para el aprendizaje de habilidades clínicas en estudiantes de ciencias de la salud según la evidencia científica disponible? A partir de esta interrogante, el objetivo fue analizar la evidencia científica sobre el uso de la realidad virtual y la simulación inmersiva en el aprendizaje de habilidades clínicas, considerando sus efectos sobre conocimientos, desempeño procedimental, razonamiento clínico, comunicación, autoconfianza y las condiciones que favorecen o limitan su integración formativa.

Se realizó una revisión documental narrativa y analítica. Este tipo de revisión permite integrar estudios con diseños y resultados heterogéneos para construir una interpretación temática de un campo de conocimiento (Ferrari, 2015). La búsqueda temática se efectuó en PubMed/MEDLINE y en plataformas editoriales de literatura científica, entre ellas ScienceDirect, SpringerLink/BMC, Wiley, Taylor & Francis, SAGE y Frontiers, y se cerró en septiembre de 2026. Se utilizaron combinaciones de los términos virtual reality, immersive virtual reality, immersive simulation, clinical skills, clinical competence, clinical reasoning, nursing education y medical education, mediante los operadores AND y OR, las publicaciones fueron seleccionadas entre el 2020 y 2026, incorporando ensayos experimentales, revisiones sistemáticas y metaanálisis relacionados directamente con habilidades clínicas; se excluyeron aplicaciones exclusivamente terapéuticas de realidad virtual, estudios sin propósito formativo clínico y documentos sin información bibliográfica verificable.

El corpus temático quedó conformado por 22 publicaciones y se organizó en categorías relacionadas con desempeño clínico, procedimientos, razonamiento, comunicación, interacción, transferencia y condiciones de implementación. La organización y argumentación se orientaron por los criterios de calidad propuestos para revisiones narrativas (Baethge et al., 2019).

Development

El análisis de la literatura permitió reconocer que el efecto de la realidad virtual sobre las habilidades clínicas no depende únicamente del grado de sofisticación tecnológica. Los resultados varían según el tipo de habilidad, la interacción que permite el sistema, la posibilidad de repetir la tarea, la retroalimentación disponible, la experiencia previa del estudiante y la correspondencia entre el escenario virtual y el objetivo que pretende alcanzarse.

Adquisición de conocimientos y desempeño clínico

La evidencia cuantitativa muestra resultados favorables principalmente cuando la realidad virtual se orienta hacia tareas clínicas definidas. Un metaanálisis de ensayos controlados aleatorizados encontró efectos positivos sobre los dominios cognitivo, psicomotor y afectivo en estudiantes de enfermería, además de mejoras en satisfacción y confianza. La magnitud del beneficio fue mayor en el desempeño de habilidades que en algunos resultados afectivos, lo que señala una relación especialmente clara con la práctica procedimental (Lin et al., 2024).

Una revisión y metaanálisis de 26 estudios y 1815 estudiantes identificó mejoras en conocimiento, ejecución de habilidades, satisfacción y autoeficacia, con resultados particularmente favorables en experiencias de mayor inmersión. Sin embargo, no se observaron efectos consistentes sobre motivación, carga cognitiva, razonamiento clínico o comunicación. Esta diferencia confirma que los resultados de aprendizaje no deben considerarse como una única variable y que una tecnología capaz de mejorar la ejecución de un procedimiento no necesariamente produce el mismo efecto sobre habilidades cognitivas complejas (Huai et al., 2024).

Aprendizaje de procedimientos clínicos

Los procedimientos invasivos constituyen uno de los campos en los que la inmersión ofrece posibilidades de práctica sin consecuencias clínicas para el paciente. En un programa destinado a la administración de inyecciones intravenosas con 128 estudiantes, el conocimiento aumentó significativamente después de la experiencia y los participantes reportaron elevados niveles de aceptación y motivación. Los relatos de los estudiantes destacaron la capacidad del entorno para captar la atención, facilitar la memorización del procedimiento y generar sensación de presencia durante la práctica (Chang et al., 2024).

Los efectos también se han observado cuando la realidad virtual se compara con simuladores físicos. En un ensayo sobre cateterización intravenosa, 29 estudiantes trabajaron mediante realidad virtual y 27 mediante un brazo de entrenamiento. El grupo virtual obtuvo diferencias favorables en la evaluación de la aplicación del catéter y la administración de fluidos, mostrando que la representación digital de una secuencia técnica puede contribuir al entrenamiento de componentes psicomotores específicos (Yildiz & Demiray, 2022).

No obstante, la mayor inmersión no asegura mejores resultados en todas las dimensiones. En un ensayo con 107 estudiantes que aprendieron alimentación por sonda nasogástrica, tanto la realidad virtual inmersiva como un video bidimensional mejoraron el conocimiento y no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en este resultado. La experiencia inmersiva produjo mayor satisfacción, valoración de la tarea y motivación extrínseca, pero también una carga cognitiva significativamente superior (Lo et al., 2022).

Una situación semejante aparece en habilidades de emergencia. En un ensayo aleatorizado con 144 estudiantes de enfermería, tanto la simulación virtual como la simulación tradicional mejoraron las habilidades de reanimación cardiopulmonar y no se encontraron diferencias globales significativas entre modalidades. Sin embargo, el grupo virtual mostró mejor desempeño en varios componentes psicomotores críticos, lo que indica que su utilidad puede aparecer en aspectos concretos de la ejecución sin implicar necesariamente superioridad general sobre la simulación presencial (Bodur et al., 2025).

Razonamiento clínico y toma de decisiones

Las habilidades clínicas requieren algo más que recordar y ejecutar secuencias técnicas. Una revisión de 17 estudios sobre pensamiento clínico encontró que los efectos de la realidad virtual dependen de cómo se configuran los escenarios y del apoyo incorporado durante la experiencia. Los resultados fueron más favorables cuando existieron escenarios dirigidos a problemas clínicos, retroalimentación, ciclos de simulación ajustados y espacios de reflexión, mientras permanecieron inconsistencias en pensamiento crítico, juicio y toma de decisiones cuando estos elementos no estaban claramente articulados (Hou et al., 2025).

La inmersión, por tanto, no puede utilizarse como equivalente de razonamiento. En un ensayo piloto con estudiantes de fisioterapia que resolvieron un caso mediante video inmersivo de 360 grados o mediante texto, el grupo que trabajó con el caso escrito obtuvo puntuaciones superiores en la evaluación del razonamiento clínico, aunque quienes utilizaron realidad virtual mostraron elevada satisfacción y motivación. El resultado evidencia que incrementar el realismo perceptivo no garantiza automáticamente una mejor organización de la información clínica (Bonnin et al., 2023).

Comunicación y habilidades relacionales

Los entornos inmersivos pueden utilizar pacientes virtuales para practicar interacciones que no dependen exclusivamente de destrezas motrices. En una comparación entre realidad virtual inmersiva y juego de roles para comunicación clínica empática participaron profesionales en formación y profesionales cualificados del área de imagenología. Los grupos expuestos a realidad virtual mostraron mejoras en confianza comunicativa y en la selección de respuestas empáticas, lo que respalda el uso de escenarios virtuales para ensayar componentes relacionales cuando la interacción está integrada deliberadamente en el diseño de la experiencia (Sapkaroski et al., 2022).

Estos resultados amplían el alcance de la simulación inmersiva, pero también muestran que la comunicación necesita un grado de interacción distinto al requerido por un procedimiento técnico. Un escenario clínico que únicamente presenta información visual puede aumentar la sensación de presencia sin ofrecer oportunidades suficientes para escuchar, preguntar, responder y

modificar la conducta frente a un paciente virtual. La utilidad en esta dimensión depende, en consecuencia, de que la tecnología permita intercambio y no solo observación.

Retroalimentación háptica y aproximación al componente psicomotor

Una limitación de numerosas experiencias virtuales consiste en representar visualmente acciones que, en la práctica clínica, dependen de fuerza, resistencia, presión y sensibilidad táctil. Una revisión sistemática y de alcance sobre simulación quirúrgica identificó 51 estudios que compararon modalidades con y sin retroalimentación háptica y encontró una tendencia favorable al uso de información táctil en diversas medidas de desempeño. Los autores señalaron, no obstante, heterogeneidad metodológica y tamaños muestrales reducidos en parte de la evidencia (Azher et al., 2024).

Esta necesidad de complementar lo virtual resulta especialmente visible en procedimientos que requieren contacto físico preciso. Una revisión sobre entrenamiento virtual de inyección intravenosa encontró efectos positivos sobre el desempeño en aproximadamente la mitad de los estudios analizados, pero también una elevada diversidad de instrumentos de evaluación y escasa evidencia en los niveles de comportamiento y resultados clínicos. A partir de estos hallazgos se propuso combinar experiencias virtuales con simuladores físicos cuando el aprendizaje necesita incorporar componentes táctiles y transferencia hacia situaciones de práctica (Kim et al., 2024).

Repetición, autonomía y práctica deliberada

La posibilidad de repetir una tarea constituye una de las características funcionales más relevantes de las simulaciones digitales. En un ensayo aleatorizado de 2026 con 103 estudiantes de primer año, quienes utilizaron una simulación para administración parenteral podían repetir los procedimientos tantas veces como consideraran necesario. El grupo experimental mejoró significativamente entre sus mediciones iniciales y finales de conocimientos y habilidades, aunque no presentó diferencias significativas frente al grupo convencional en las puntuaciones finales de administración intramuscular, subcutánea e intravenosa (Biyik Bayram et al., 2026).

Este resultado permite diferenciar dos cuestiones: que una herramienta produzca aprendizaje dentro del grupo que la utiliza y que sea superior a una alternativa existente. La repetición autónoma puede facilitar la práctica y disminuir la dependencia de horarios o disponibilidad de laboratorios, pero su valor debe determinarse en función de lo que añade a los métodos ya disponibles y no únicamente por el cambio observado después de utilizarla.

Competencia clínica e integración pedagógica

Los resultados agregados muestran que el efecto puede ser relevante cuando se analizan conjuntamente distintas dimensiones de competencia. Un metaanálisis de 22 estudios encontró un

efecto global amplio de la simulación basada en realidad virtual sobre la competencia de estudiantes de enfermería. El análisis también mostró que características de diseño, duración, número de sesiones y componentes propios de la simulación influyeron en los resultados, reforzando la necesidad de planificar la experiencia desde el propósito clínico y no desde la disponibilidad del dispositivo (Cho & Kim, 2024).

La incorporación curricular exige además considerar costos, disponibilidad tecnológica, capacitación de quienes facilitan la actividad, adaptación de los usuarios y criterios para elegir situaciones en las que la inmersión aporta un valor pedagógico real. Una revisión sobre aplicaciones de realidad virtual en diversas ciencias médicas identificó beneficios relacionados con comprensión, habilidades prácticas, confianza y motivación, pero también problemas de infraestructura, costos, efectos físicos y necesidad de orientaciones para su implementación. La tecnología, por tanto, requiere condiciones organizativas que garanticen continuidad y accesibilidad, además de demostrar efectividad educativa (Tabatabaei Far et al., 2026).

Conclusions

La revisión permitió establecer que la realidad virtual y la simulación inmersiva pueden contribuir al aprendizaje de habilidades clínicas, principalmente en la adquisición de conocimientos, práctica de procedimientos, desempeño psicomotor, autoconfianza y satisfacción. Su efecto no fue uniforme entre las distintas competencias ni demostró superioridad constante frente a la simulación tradicional, por lo que el grado de inmersión no constituye por sí mismo un indicador de mayor aprendizaje.

El aporte educativo de estas tecnologías depende de la correspondencia entre la experiencia virtual y la habilidad que se pretende desarrollar. La repetición autónoma, los escenarios clínicos pertinentes, la retroalimentación, las oportunidades de tomar decisiones y la incorporación de componentes hápticos cuando la tarea requiere información táctil fortalecen su utilidad. En cambio, el razonamiento clínico, la comunicación y la transferencia hacia situaciones reales necesitan diseños que superen la exposición visual y generen interacción, análisis y reflexión.

La evidencia disponible mantiene vacíos relacionados con retención a largo plazo, transferencia del desempeño al cuidado de pacientes, evaluación de resultados clínicos y comparación entre diferentes grados de inmersión. También deben considerarse carga cognitiva, efectos físicos, costos, infraestructura y accesibilidad. En consecuencia, la realidad virtual presenta mayor valor como recurso integrado y complementario dentro de la formación clínica que como reemplazo independiente de la simulación física o de la experiencia clínica supervisada.

References

- Alsharari, A. F., Salihu, D., & Alshammari, F. F. (2025). Effectiveness of virtual clinical learning in nursing education: A systematic review. *BMC Nursing*, 24, 432.
<https://doi.org/10.1186/s12912-025-03076-y>
- Azher, S., Mills, A., He, J., Hyjazie, T., Tokuno, J., Quaiattini, A., & Harley, J. M. (2024). Findings favor haptics feedback in virtual simulation surgical education: An updated systematic and scoping review. *Surgical Innovation*, 31(3), 331–341.
<https://doi.org/10.1177/15533506241238263>
- Baethge, C., Goldbeck-Wood, S., & Mertens, S. (2019). SANRA—A scale for the quality assessment of narrative review articles. *Research Integrity and Peer Review*, 4, 5.
<https://doi.org/10.1186/s41073-019-0064-8>
- Biyik Bayram, S., Gülnar, E., Çalışkan, N., Özyurt, H., & Bayram, A. (2026). The effect of virtual simulation of parenteral medication administration on nursing students' knowledge and skills: A randomized controlled experimental study. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000001581>
- Bodur, G., Turhan, Z., Altun, Y. E., Kilicaslan, K., Alikan, B., Özer, F., & Can, G. (2025). Evaluating the effectiveness of virtual reality simulation in CPR training for nursing students: A randomized controlled trial. *Nurse Education in Practice*, 87, 104486.
<https://doi.org/10.1016/j.nepr.2025.104486>
- Bonnin, C., Pejoan, D., Ranvial, E., Marchat, M., Andrieux, N., Fourcade, L., & Perrochon, A. (2023). Immersive virtual patient simulation compared with traditional education for clinical reasoning: A pilot randomised controlled study. *Journal of Visual Communication in Medicine*, 46(2), 66–74. <https://doi.org/10.1080/17453054.2023.2216243>
- Chang, Y.-Y., Chao, L.-F., Chang, W., Lin, C.-M., Lee, Y.-H., Latimer, A., & Chung, M. L. (2024). Impact of an immersive virtual reality simulator education program on nursing students' intravenous injection administration: A mixed methods study. *Nurse Education Today*, 132, 106002. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2023.106002>
- Cho, M.-K., & Kim, M. Y. (2024). Enhancing nursing competency through virtual reality simulation among nursing students: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Medicine*, 11, 1351300. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1351300>
- Cossio, S., Chiappinotto, S., Dentice, S., Moreal, C., Magro, G., Dussi, G., Palese, A., & Galazzi, A. (2025). Cybersickness and discomfort from head-mounted displays delivering fully immersive virtual reality: A systematic review. *Nurse Education in Practice*, 85, 104376.
<https://doi.org/10.1016/j.nepr.2025.104376>
- Ferrari, R. (2015). Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, 24(4), 230–235.
<https://doi.org/10.1179/2047480615Z.000000000329>

- Foronda, C. L., Gonzalez, L., Meese, M. M., Slamon, N., Baluyot, M., Lee, J., & Aebersold, M. (2024). A comparison of virtual reality to traditional simulation in health professions education: A systematic review. *Simulation in Healthcare*, 19(1S), S90–S97. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000745>
- Gårdling, J., Viseu, C., Hettinger, E., Jildenstål, P., & Augustinsson, A. (2025). The effects of virtual reality (VR) on clinical skills training in undergraduate radiography education: A systematic review. *Radiography*, 31(3), 102911. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2025.102911>
- Hou, M., Lu, Y., Liu, Y., Luo, W., Xue, H., Yuan, H., & Zhang, X. (2025). The impact of virtual reality applied in nurse education on students' clinical thinking: A systematic review. *Nurse Education Today*, 146, 106553. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106553>
- Huai, P., Li, Y., Wang, X., Zhang, L., Liu, N., & Yang, H. (2024). The effectiveness of virtual reality technology in student nurse education: A systematic review and meta-analysis. *Nurse Education Today*, 138, 106189. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106189>
- Jallad, S. T., & Işık, B. (2022). The effectiveness of virtual reality simulation as learning strategy in the acquisition of medical skills in nursing education: A systematic review. *Irish Journal of Medical Science*, 191(3), 1407–1426. <https://doi.org/10.1007/s11845-021-02695-z>
- Kim, J. Y., Kim, J., & 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>
- Lin, M.-Y., Huang, M.-Z., & Lai, P.-C. (2024). Effect of virtual reality training on clinical skills of nursing students: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nurse Education in Practice*, 81, 104182. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.104182>
- Lo, Y.-T., Yang, C.-C., Yeh, T.-F., Tu, H.-Y., & Chang, Y.-C. (2022). Effectiveness of immersive virtual reality training in nasogastric tube feeding education: A randomized controlled trial. *Nurse Education Today*, 119, 105601. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105601>
- Na, S., Son, J., & Lee, H. J. (2025). Immersive virtual reality in nursing education: A scoping review of components, outcome variables, and interaction modes. *Nurse Education Today*, 155, 106877. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2025.106877>
- Ropponen, P., Tomietto, M., Pramila-Savukoski, S., Kuivila, H., Koskenranta, M., Liaw, S. Y., & Mikkonen, K. (2025). Impacts of VR simulation on nursing students' competence, confidence, and satisfaction: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Nurse Education Today*, 152, 106756. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2025.106756>

- Sapkaroski, D., Mundy, M., & Dimmock, M. R. (2022). Immersive virtual reality simulated learning environment versus role-play for empathic clinical communication training. *Journal of Medical Radiation Sciences*, 69(1), 56–65. <https://doi.org/10.1002/jmrs.555>
- Tabatabaei Far, S. S., Ahmadi Marzaleh, M., Soltani, R., & Ghaleh Golab, F. (2026). Applications and challenges of virtual reality in medical sciences education: A systematic review. *Journal of Advances in Medical Education & Professionalism*, 14(1), 21–31. <https://doi.org/10.30476/jamp.2025.104655.2076>
- Yildiz, H., & Demiray, A. (2022). Virtual reality in nursing education 3D intravenous catheterization E-learning: A randomized controlled trial. *Contemporary Nurse*, 58(2–3), 125–137. <https://doi.org/10.1080/10376178.2022.2051573>
- Zhang, W., Ding, Z., Bakaev, M., Razumnikova, O., Kludacz-Alessandri, M., & Wu, J. (2025). Immersive virtual reality based on head-mounted display in medical education: A systematic review. *BMC Medical Education*, 25, 1593. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-08154-y>

Funding

The authors received no funding for the development of the research.

Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Author Contributions

The authors contributed to the development of the manuscript.