

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2025,
Volumen 9, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

EDUCACIÓN Y PRÁCTICA CLÍNICA EN LA ERA DIGITAL: UNA REVISIÓN NARRATIVA SOBRE INNOVACIÓN Y CUIDADO

EDUCATION AND CLINICAL PRACTICE IN THE DIGITAL ERA: A NARRATIVE REVIEW ON INNOVATION AND CARE

Grecia Esmeralda Pérez-Reyes

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Laura García-Curiel

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Jesús Guadalupe Pérez-Flores

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Isaura Evelia Fuentes-Sánchez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Olga Rocío Flores-Chávez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Julieta Ángel-García

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rem.v9i3.18246

Educación y Práctica Clínica en la era Digital: Una Revisión Narrativa sobre Innovación y Cuidado

Grecia Esmeralda Pérez-Reyes¹

greciaperez491@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-2054-2240>

Instituto de Ciencias de la Salud
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo
México

Laura García-Curiel

laura.garcia@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-8961-2852>

Instituto de Ciencias de la Salud
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo
México

Jesús Guadalupe Pérez-Flores

jesus_perez@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-9654-3469>

Instituto de Ciencias de la Salud
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Área Académica de Química
Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

Isaura Evelia Fuentes-Sánchez

isaura_fuentes@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0003-1200-487X>

Área Académica de Enfermería
Instituto de Ciencias de la Salud
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo
México

Olga Rocío Flores-Chávez

ofloresc@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9479-9834>

Instituto de Ciencias de la Salud
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo
México

Julieta Ángel-García

julieta_angel@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0380-427X>

Instituto de Ciencias de la Salud
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo
México

¹ Autor principal:

² Correspondencia: laura.garcia@uaeh.edu.mx

RESUMEN

El presente trabajo parte del reconocimiento de que la integración de inteligencia artificial (IA) y tecnologías inmersivas está modificando de forma acelerada la educación y la práctica clínica en enfermería, lo que plantea desafíos éticos, técnicos y formativos. El objetivo general fue revisar y analizar la literatura científica sobre el uso de la IA y tecnologías emergentes en el campo de la enfermería, mediante una revisión narrativa estructurada, con la finalidad de identificar aplicaciones actuales, beneficios, limitaciones y oportunidades de mejora que optimicen su incorporación en los sistemas de atención sanitaria. La metodología consistió en un análisis de fuentes recientes que abordaron la implementación de IA, realidad virtual y simulación clínica, poniendo énfasis en sus implicaciones biomédicas, educativas y organizacionales. Los principales hallazgos evidencian que estas tecnologías pueden apoyar el razonamiento clínico, mejorar la calidad del diagnóstico, facilitar la educación personalizada y optimizar procesos en cuidados intensivos, pero también enfrentan barreras relacionadas con la privacidad de datos, sesgos algorítmicos, brechas formativas y resistencia institucional. Además, se discuten experiencias exitosas en simulación clínica, educación con chatbots, monitoreo remoto y colaboración entre enfermería e ingeniería biomédica, lo cual refuerza su potencial transformador. Como conclusión, se destaca que, si bien la adopción de tecnologías inteligentes e inmersivas en enfermería presenta grandes beneficios, su implementación exige una preparación ética, técnica y pedagógica integral, así como marcos normativos robustos que garanticen su uso responsable, equitativo y contextualizado en beneficio de los profesionales y pacientes.

Palabras clave: simulación, ética, educación, algoritmos, colaboración



Education and Clinical Practice in the Digital Era: A Narrative Review on Innovation and Care

ABSTRACT

This study acknowledges that integrating artificial intelligence (AI) and immersive technologies rapidly transforms nursing education and clinical practice, raising ethical, technical, and educational challenges. The general objective was to review and analyze the scientific literature on the use of AI and emerging technologies in the nursing field through a structured narrative review, to identify current applications, benefits, limitations, and opportunities for improvement that may enhance their integration into healthcare systems. The methodology analyzed recent sources addressing the implementation of AI, virtual reality, and clinical simulation, emphasizing their biomedical, educational, and organizational implications. The main findings show that these technologies can support clinical reasoning, improve diagnostic accuracy, facilitate personalized education, and optimize processes in intensive care settings, while also facing challenges related to data privacy, algorithmic bias, training gaps, and institutional resistance. In addition, the review discusses successful experiences in clinical simulation, chatbot-based education, remote monitoring, and interdisciplinary collaboration between nursing and biomedical engineering, highlighting their transformative potential. In conclusion, although adopting intelligent and immersive technologies in nursing offers significant advantages, their practical implementation requires comprehensive ethical, technical, and pedagogical preparation and robust regulatory frameworks to ensure responsible, equitable, and context-aware use for professionals and patients.

Keywords: simulation, ethics, education, algorithms, collaboration

Artículo recibido 05 abril 2025

Aceptado para publicación: 09 mayo 2025



INTRODUCCIÓN

La enfermería, como componente del sistema de salud, ha experimentado transformaciones impulsadas por la incorporación de tecnologías avanzadas. La transición hacia la era digital ha modificado tanto la práctica clínica como los enfoques educativos en la formación de profesionales, exigiendo la adaptación de los métodos tradicionales a entornos mediados por tecnologías de la información y la comunicación (Roman-Huera et al., 2024).

La tecnología ha ganado terreno en la enfermería, tanto en la formación como en la práctica clínica. En lo educativo, las aplicaciones y dispositivos digitales facilitan el aprendizaje y preparan a los estudiantes para entornos hospitalarios modernos (Ostick et al., 2025; Szara & Klukow, 2023). Algunos autores subrayan la importancia de integrar estas herramientas para evitar rezagos frente a la evolución del sector (Pepito & Locsin, 2019). En la práctica clínica, la automatización ha aliviado tareas administrativas, permitiendo una atención más centrada en el paciente (Vasquez et al., 2023). Además, la IA ya se emplea para reducir sesgos y mejorar diagnósticos, mientras que los sistemas de apoyo a decisiones clínicas permiten aplicar guías médicas con mayor precisión (Rouleau et al., 2017), lo que impulsa el desarrollo de competencias en análisis e interpretación de datos clínicos (Harerimana et al., 2021; Notarnicola et al., 2025).

En la última década, el uso de la IA en enfermería ha crecido con rapidez, apoyando decisiones clínicas, mejorando diagnósticos y monitoreando pacientes con precisión. Las herramientas basadas en IA analizan grandes volúmenes de datos para identificar patrones que podrían pasar desapercibidos en una revisión convencional (Gonzalez-Garcia et al., 2024; Lee & Yoon, 2021; Ng et al., 2022). También optimizan la atención al reducir alarmas innecesarias y ayudar a priorizar cuidados (Hah & Goldin, 2022; Rony et al., 2024; Seibert et al., 2021). Algunas plataformas mejoran la administración del cuidado al facilitar el trabajo del personal y optimizar recursos (Abuzaid et al., 2022; O'Connor et al., 2023). A pesar de sus beneficios, persisten dudas sobre privacidad de datos, consentimiento informado y la posible pérdida de la dimensión humana del cuidado (Laari et al., 2025; Mohammed et al., 2025). También hay inquietud entre el personal sobre el impacto de la automatización en sus funciones (Alruwaili et al., 2024; Nashwan et al., 2025), y se enfatiza que la tecnología no debe reemplazar la empatía ni la atención personalizada (Abdelaziz et al., 2025; Locsin & Ito, 2018).



La integración de tecnologías emergentes enfrenta obstáculos como infraestructura inadecuada, falta de capacitación, resistencia al cambio y dilemas éticos. Muchas instituciones no cuentan con sistemas ni recursos suficientes para una implementación efectiva (Dykes & Chu, 2021; Kirubarajan et al., 2020). La formación insuficiente del personal limita su autonomía en el uso de estas herramientas (Wynn et al., 2023; Yigit & Acikgoz, 2024), mientras que culturas laborales conservadoras y desconfianza tecnológica dificultan su adopción (Hall et al., 2017; Jordan et al., 2023). Además, la IA plantea retos éticos que exigen marcos normativos más claros (Bourbonnais et al., 2019; Seibert et al., 2021). Enfrentar estos retos implica mejorar la infraestructura, capacitar al personal, gestionar el cambio y establecer regulaciones éticas (Nashwan et al., 2025).

El uso de IA en decisiones clínicas genera controversias éticas, legales y profesionales. Preocupa que estas tecnologías reemplacen el juicio clínico humano, comprometiendo la seguridad del paciente, la transparencia algorítmica y la rendición de cuentas (Goswami et al., 2019; Thakur, 2024). La necesidad de algoritmos explicables es prioritaria, ya que muchos sistemas funcionan como “cajas negras”, es decir, modelos cuyas decisiones no pueden ser interpretadas ni justificadas fácilmente por los usuarios finales, debilitando la confianza profesional y del paciente, y afectando la autonomía clínica (Elliott, 2025; Macri & Roberts, 2023). Además, se teme que una dependencia excesiva de la IA erosione la identidad profesional de la enfermería (Coşkun et al., 2024). La falta de marcos legales bien definidos crea incertidumbre sobre responsabilidades ante errores, lo que alimenta la resistencia a su adopción (Goswami et al., 2019; Sagona et al., 2025).

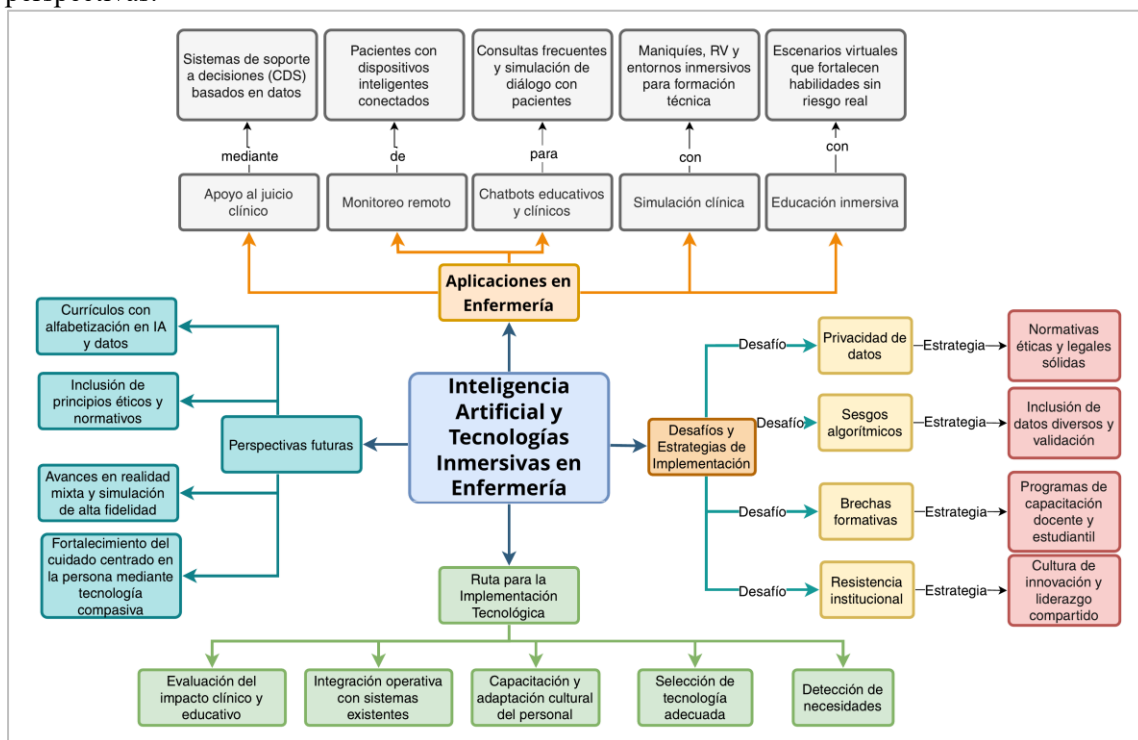
La IA en enfermería ofrece oportunidades de innovación, pero aún existen vacíos en la investigación. Se requieren sistemas adaptados a los flujos de trabajo de enfermería, con estudios que evalúen su impacto clínico a largo plazo (Gonzalez-Garcia et al., 2024; O'Connor et al., 2023; Rony et al., 2024; Ruksakulpiwat et al., 2024). La capacitación es un área crítica, pues muchos enfermeros carecen del conocimiento técnico y ético necesario (Buchanan et al., 2021; Wei et al., 2025). También es necesario estudiar cómo la IA afecta la carga laboral, el bienestar del personal y la equidad en la atención (Chang et al., 2022; Mennella et al., 2024; Ronquillo et al., 2021). Las innovaciones biomédicas han transformado la enfermería en diagnóstico, monitoreo y atención personalizada.



La IA permite decisiones clínicas más precisas basadas en grandes volúmenes de datos (Amin & Alanzi, 2024; Nwankwo et al., 2024). Los dispositivos portátiles, como textiles inteligentes y bandas de monitoreo, registran signos vitales en tiempo real, mejorando la atención y la salud del personal (Buchholz et al., 2023; Elkefi & Asan, 2022). El monitoreo remoto es esencial en enfermedades crónicas y pacientes con movilidad limitada, permitiendo seguimiento continuo sin hospitalización (Mahoney et al., 2023; White et al., 2023). Esta convergencia tecnológica requiere formación en el uso e interpretación de los datos generados, fortaleciendo un cuidado más ágil, preciso y centrado en el paciente (Ferguson et al., 2020; Ronquillo et al., 2021).

De acuerdo con todo lo anterior, el objetivo de esta investigación fue revisar y analizar la literatura científica sobre el uso de la IA y tecnologías emergentes en la enfermería, con énfasis en sus aplicaciones biomédicas y su impacto en la práctica clínica, explorando la implementación de IA para la mejora de diagnósticos, la toma de decisiones clínicas y el seguimiento de pacientes, así como los desafíos y barreras asociados a su adopción en el entorno clínico, con la finalidad de identificar oportunidades para futuras investigaciones que optimicen la integración de estas tecnologías en los sistemas de atención de salud.

Figura 1. Inteligencia artificial y tecnologías inmersivas en enfermería: aplicaciones, desafíos y perspectivas.



Inteligencia Artificial en Enfermería

Definición y principios básicos

La IA es una rama de la informática que busca desarrollar sistemas y algoritmos capaces de realizar tareas que tradicionalmente requieren inteligencia humana. Estas tareas incluyen el aprendizaje, el razonamiento, la toma de decisiones, la resolución de problemas y la comprensión del lenguaje (Seibert et al., 2021).

En el ámbito de la enfermería, su integración permite automatizar tareas rutinarias, analizar datos clínicos con rapidez y asistir en decisiones que requieren alto grado de precisión.

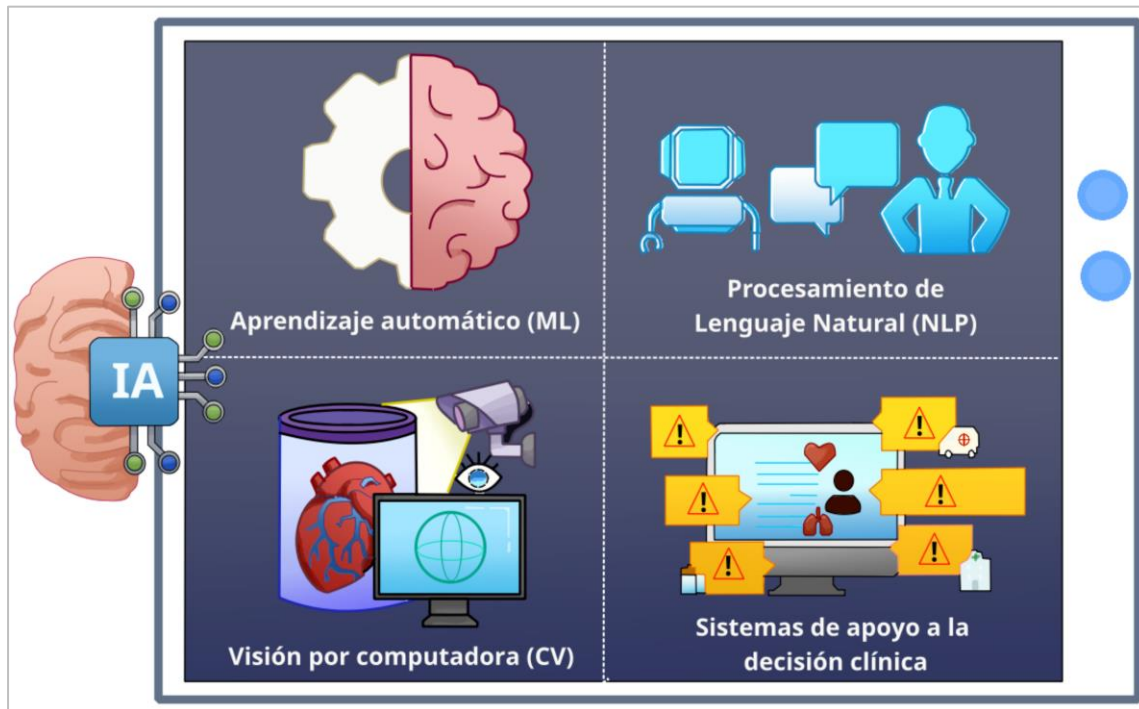
Entre los principios operativos más empleados destaca el aprendizaje automático (ML, Machine Learning), que permite a los sistemas ajustarse a patrones extraídos de grandes volúmenes de datos sin necesidad de programación explícita. Este enfoque se utiliza, por ejemplo, para predecir complicaciones clínicas a partir del historial del paciente. Otro componente esencial es el procesamiento del lenguaje natural (NLP, Natural Language Processing), que facilita la interpretación de notas médicas o la interacción con asistentes virtuales (Ng et al., 2022). La visión por computadora (CV, Computer Vision), por su parte, permite monitorear cambios fisiológicos mediante el análisis de imágenes en tiempo real.

Estos sistemas se complementan con plataformas de apoyo a la decisión clínica, que ofrecen recomendaciones basadas en datos y guías médicas, elevando la calidad de las intervenciones. Adicionalmente, la gestión y estructuración de datos en entornos sanitarios se apoya en tecnologías como lagos de datos o almacenes de información que permiten centralizar registros, analizarlos de forma dinámica y responder a las demandas específicas del entorno clínico (McGrow, 2019).

La IA aplicada en contextos de salud se articula en diversas áreas funcionales que permiten automatizar procesos, analizar grandes volúmenes de datos y asistir en la toma de decisiones clínicas. La Figura 2 resume las principales aplicaciones técnicas de la IA en el ámbito clínico y educativo.



Figura 2. Principales áreas funcionales de la inteligencia artificial aplicadas a la práctica clínica y educativa en enfermería.



Aplicaciones en la práctica clínica

El uso de IA en enfermería ha abierto nuevas posibilidades para mejorar la atención clínica, desde el monitoreo de signos vitales hasta la automatización de tareas administrativas. Dispositivos inteligentes recopilan datos en tiempo real sobre parámetros fisiológicos, permitiendo detectar alteraciones tempranas en pacientes hospitalizados o en seguimiento domiciliario (Villarruel, 2023). Estas herramientas analizan grandes volúmenes de información y pueden emitir alertas automáticas ante posibles complicaciones, favoreciendo una respuesta rápida por parte del personal de salud (Ruksakulpiwat et al., 2024).

Además del monitoreo, los sistemas basados en IA contribuyen en la toma de decisiones clínicas. Plataformas como IBM Watson permiten analizar historiales médicos, consultar literatura científica y ofrecer sugerencias diagnósticas mediante el procesamiento de lenguaje natural (Guo & Li, 2018). Este tipo de soporte ha sido utilizado, por ejemplo, para anticipar eventos como el shock séptico en pacientes hospitalizados (Strickland, 2019).

En entornos clínicos dinámicos, la tecnología informática portátil facilita la recolección y transferencia de datos mediante sincronización con plataformas digitales, mejorando la gestión del registro clínico (Tejani et al., 2010). Esta digitalización ha ido acompañada del desarrollo de chatbots y asistentes virtuales que agilizan la interacción entre el personal de salud, los pacientes y sus familiares, reduciendo tiempos de respuesta y aumentando la eficiencia comunicativa (Palanica et al., 2019).

Por otro lado, la delegación de actividades rutinarias a sistemas automatizados, como la toma de signos vitales o la administración de medicamentos, permite a las enfermeras centrarse en intervenciones complejas y en el trato directo con los pacientes (Pepito & Locsin, 2019). Esta redistribución del trabajo no elimina el papel humano, sino que lo refuerza al liberar tiempo para una atención más personalizada. Los avances en procesamiento de lenguaje natural han ampliado el alcance de la IA, permitiendo extraer información útil de registros clínicos, generar resúmenes automatizados y realizar análisis de texto clínico con fines diagnósticos o administrativos (Carbajal-Degante et al., 2023; Zhang et al., 2023). Estos mecanismos se ajustan a los datos que reciben y mejoran conforme son entrenados con nuevos casos.

Finalmente, los análisis operativos basados en IA ayudan a optimizar flujos de trabajo, gestionar recursos y reforzar la eficiencia institucional mediante la codificación automatizada de documentos y la visualización de patrones históricos (Bini, 2018; McGrow, 2019). No obstante, su implementación plantea desafíos éticos y legales que requieren marcos normativos claros y una evaluación crítica de los valores implicados (Lee & Yoon, 2021).

Aplicaciones en la educación en enfermería

La simulación se ha vuelto una estrategia habitual para preparar a estudiantes de enfermería en contextos clínicos sin exponer a pacientes reales. Este enfoque permite desarrollar habilidades técnicas, tomar decisiones bajo presión y reflexionar sobre errores en entornos controlados, ya sea mediante escenarios físicos o plataformas digitales (Rourke, 2020).

Las competencias psicomotoras, que implican tanto conocimiento teórico como ejecución técnica, requieren práctica sistemática antes del ingreso a escenarios clínicos reales. Su enseñanza se apoya en simulaciones que reproducen procedimientos comunes, lo que facilita la integración de conocimientos en condiciones seguras (Sawyer et al., 2015).



Entre las herramientas disponibles se encuentran los maniqués de cuerpo completo, que permiten modificar parámetros fisiológicos durante los ejercicios; los entrenadores de tareas, centrados en habilidades específicas como canalización venosa o sutura; y los simuladores híbridos, que combinan actores entrenados con dispositivos de práctica (Weller et al., 2012).

Los entornos virtuales han ampliado estas posibilidades. Simuladores como el de acceso intravenoso permiten al estudiante interactuar con escenarios clínicos generados por computadora y adquirir destrezas sin limitaciones físicas de espacio o recursos (Günay İsmailoğlu & Zaybak, 2018).

La realidad virtual y la aumentada están empezando a incorporarse en los entrenamientos, no solo para simular procedimientos, sino también para reforzar la empatía, reducir el estrés de los usuarios y promover una comunicación más fluida entre pacientes, familias y personal de salud. Estas tecnologías enriquecen el aprendizaje y aportan nuevas formas de experimentar la clínica sin salir del aula (Bruno et al., 2022).

Tecnologías Inmersivas en Enfermería

Definición y características

Las tecnologías inmersivas, como la realidad virtual, ofrecen entornos simulados que permiten a estudiantes y profesionales de enfermería entrenarse sin exponer a pacientes reales. Estas herramientas facilitan la práctica segura de procedimientos clínicos, el desarrollo de habilidades técnicas y el fortalecimiento del juicio clínico en escenarios de alta complejidad (Zackoff et al., 2020).

El uso de visores de realidad virtual permite trasladar al usuario a distintos escenarios dentro de una misma sesión, lo que flexibiliza el proceso formativo. Además, la posibilidad de personalizar avatares y recrear entornos familiares mejora la identificación con la situación simulada y refuerza el aprendizaje experiencial (Real et al., 2017). Estas cualidades convierten a la realidad virtual en una opción eficaz para promover la toma de decisiones y la adaptación al entorno clínico.

En la formación quirúrgica, la simulación ha demostrado ser útil para practicar técnicas con una complejidad creciente, recibir retroalimentación inmediata y analizar errores en un ambiente seguro. Esta dinámica favorece la reflexión y permite al estudiante avanzar con confianza hacia la atención directa de pacientes (Villanueva et al., 2020).



El programa “Puente a la Práctica” ejemplifica cómo los simuladores pueden integrarse en la formación de enfermeras recién incorporadas, brindando espacios para consolidar el pensamiento crítico y afinar competencias clínicas antes de enfrentar situaciones reales (Ackermann et al., 2007). Escenarios como el “código simulado” permiten ejercitar maniobras de reanimación, evaluar la respuesta clínica del personal y fortalecer el trabajo en equipo en situaciones de urgencia (Williams et al., 2016).

Para que estas experiencias sean efectivas, se requiere práctica deliberada, retroalimentación puntual y supervisión continua. Estas condiciones favorecen una mejora progresiva del desempeño mediante el diagnóstico personalizado de errores y el acompañamiento durante el aprendizaje (Ericsson et al., 1993).

La realidad virtual basada en juegos ha sido utilizada con éxito para mejorar la retención de habilidades procedimentales, al combinar dinámicas lúdicas con entrenamiento técnico en un formato inmersivo y accesible (Butt et al., 2018). Por otro lado, los sistemas robóticos en cirugía permiten una enseñanza compartida entre instructor y estudiante, gracias al uso de consolas duales que posibilitan intervenciones en tiempo real y grabación de procedimientos para su revisión posterior (Villanueva et al., 2020).

Beneficios y limitaciones

La simulación clínica permite a los estudiantes enfrentar situaciones complejas sin comprometer la seguridad del paciente. En estos entornos controlados, desarrollan habilidades técnicas y fortalecen su razonamiento clínico mediante la práctica repetida y la toma de decisiones en tiempo real. Sin embargo, un estudio demostró que las mejoras más notables en el conocimiento ocurrieron durante la etapa posterior de reflexión guiada, donde los estudiantes reorganizaron y consolidaron lo aprendido. Esta fase mostró un incremento estadísticamente significativo en los puntajes de conocimiento, lo que sugiere que la reflexión estructurada es un componente determinante para el aprendizaje clínico efectivo (Shinnick et al., 2011).

Los entornos inmersivos, como la realidad virtual favorecen la adquisición de habilidades e incrementan la autoeficacia, la satisfacción con el proceso formativo y la retención del conocimiento. Estas plataformas amplían las oportunidades de aprendizaje en contextos donde el acceso a experiencias clínicas reales es limitado (Escandell Rico & Fernández, 2024).



La simulación genera una memoria emocional que intensifica el aprendizaje. Esta conexión entre experiencia y emoción favorece la interiorización de competencias clave para la práctica profesional, como el juicio ético, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo. En conjunto, estas herramientas contribuyen a mejorar la calidad del cuidado y la seguridad en la atención clínica (Contreras et al., 2021).

Experiencias con simuladores virtuales, como los empleados en la enseñanza de la canalización intravenosa, han mostrado buenos resultados tanto en la adquisición de habilidades como en la reducción del miedo durante el entrenamiento. Los estudiantes que entrenaron con este tipo de herramientas reportaron una experiencia más positiva y se desempeñaron con mayor seguridad (Günay İsmailoğlu & Zaybak, 2018).

No obstante, estos avances también enfrentan desafíos. La precisión y el realismo de los entornos virtuales, en especial en etapas tempranas de desarrollo, pueden ser limitados. Las mejoras tecnológicas recientes han atenuado parte de estas deficiencias, aunque aún persisten retos relacionados con la integración efectiva de estas plataformas en escenarios clínicos reales (Shorey & Ng, 2021).

Los costos iniciales de implementación pueden ser elevados, lo que complica su adopción en algunas instituciones. Además, las simulaciones síncronas con múltiples usuarios requieren una infraestructura sólida: buena conexión a internet, dispositivos compatibles y suministro eléctrico estable. Superar estas barreras demanda colaboración entre educadores, personal clínico, ingenieros y desarrolladores desde la fase de diseño (Chang & Weiner, 2016).

La realidad aumentada ofrece nuevas formas de interacción entre información digital y entorno físico. Su uso en espacios clínicos dinámicos, como los quirófanos, presenta retos técnicos relacionados con iluminación, seguimiento visual y ergonomía de los dispositivos (Navab et al., 2022).

Estudios recientes han explorado posibles soluciones, enfocándose en la mejora del hardware, el diseño de software y la adecuación del entorno quirúrgico para lograr una integración funcional (Seetohul et al., 2023).

En la práctica hospitalaria, el uso de bombas de infusión inteligentes ha evolucionado con la incorporación de bibliotecas de seguridad, estandarización de dosis y protocolos automáticos.



Este tipo de tecnología, cuando se implementa con metodologías como Six Sigma, puede optimizar procesos, reducir errores y aumentar la confianza del personal en los sistemas automatizados (Christopher et al., 2008; Gavriloff, 2012).

La colaboración interdisciplinaria también se ha beneficiado del uso de tecnologías inmersivas. Simulaciones diseñadas para estudiantes de enfermería y de ingeniería biomédica, por ejemplo, han demostrado ser útiles para fomentar el trabajo conjunto, fortalecer habilidades comunicativas y comprender el rol de otras disciplinas en contextos clínicos. Las experiencias con realidad virtual fueron percibidas como más envolventes que los métodos tradicionales, lo que favoreció el logro de los objetivos de aprendizaje (Singh et al., 2020).

Casos de uso en la educación de pacientes

Las tecnologías basadas en IA están abriendo nuevas posibilidades para mejorar la educación en salud dirigida a pacientes y familias. Al ofrecer contenidos personalizados, estas herramientas facilitan la comprensión de riesgos, fomentan hábitos saludables y ayudan a prevenir enfermedades desde el entorno doméstico (Zhao & Fu, 2022).

En medicina familiar, el aprovechamiento de la IA requiere colaboración estructurada entre profesionales clínicos, desarrolladores y tomadores de decisiones. Para que su implementación sea efectiva, se recomienda fortalecer alianzas, compartir recursos tecnológicos y asegurar el respaldo institucional a lo largo del proceso formativo e investigativo (Liaw & Kakadiaris, 2020).

En el ámbito del diagnóstico por imagen, la automatización de procesos mediante IA no desplaza el rol del personal médico, sino que transforma sus funciones. Especialistas en imagenología mamaria, por ejemplo, continúan siendo figuras clave para acompañar a las pacientes en la interpretación de hallazgos, discusión de opciones y toma de decisiones informadas, pese al creciente volumen de datos disponibles (Aminololama-Shakeri & López, 2019).

Otro frente de innovación lo representan los asistentes de voz inteligentes. Entrenados con datos clínicos reales, estos sistemas permiten detectar eventos como accidentes cerebrovasculares a través del análisis del habla. Su uso en casa o en clínicas con recursos limitados permite una detección más rápida y una mejor respuesta ante síntomas agudos, al tiempo que contribuye a generar conocimiento clínico útil para la mejora de servicios (Zhang et al., 2023).



La Tabla 1 resume las principales aplicaciones de la IA y tecnologías inmersivas en el ámbito de la enfermería, organizadas por área de intervención, tipo de tecnología involucrada y ejemplos discutidos previamente.

Tabla 1. Aplicaciones de IA y tecnologías inmersivas en enfermería.

Área de aplicación	Tecnología involucrada	Función principal	Ejemplos
Práctica clínica	IA, Internet de las cosas, chatbots	Monitoreo remoto, soporte a decisiones clínicas	Sistemas de apoyo a la decisión clínica, IBM Watson, asistentes de voz
Educación profesional	Simulación, realidad virtual/realidad aumentada, chatbots	Desarrollo de competencias, práctica segura, autoevaluación	Simulador intravenoso virtual, simuladores híbridos, ChatGPT
Atención al paciente	Chatbots, IA, realidad aumentada	Educación sanitaria, acompañamiento terapéutico	Educación en salud familiar, consultas en AR
Gestión sanitaria	IA, robótica, sistemas expertos	Optimización de flujos, reducción de carga laboral	Distribución de medicamentos, predicción de eventos
Colaboración interdisciplinaria	Robótica, desarrollo de dispositivos	Innovación en soluciones técnicas para el cuidado	Proyectos con ingeniería biomédica

CHATBOTS y su rol en la educación y práctica clínica

Funciones educativas

Los chatbots y plataformas inteligentes han comenzado a integrarse en la educación en enfermería como herramientas de apoyo para el aprendizaje activo y autónomo. Aplicaciones como ChatGPT permiten a los estudiantes generar preguntas tipo examen, simular respuestas orales, preparar presentaciones y revisar conceptos complejos de forma personalizada. Este tipo de interacción fomenta la autonomía y adapta el estudio al ritmo y estilo de cada usuario (Tam et al., 2023).

Además de asistir en el estudio teórico, los chatbots también permiten simular escenarios clínicos donde los estudiantes practican habilidades de comunicación, evaluación e intervención con respuestas automatizadas, recreando el diálogo con pacientes de manera realista. Esta práctica en un entorno interactivo ofrece una vía para reforzar la toma de decisiones clínicas sin necesidad de recurrir a recursos físicos o humanos (Tam et al., 2023).

El procesamiento del lenguaje natural es clave para que estas herramientas puedan interpretar correctamente las preguntas formuladas por los usuarios.



La diversidad en las formas de expresarse, tanto en pacientes como en estudiantes, exige que el sistema sea capaz de captar la intención comunicativa más allá de la sintaxis literal, ajustando sus respuestas a cada contexto (Cohen et al., 2025).

En aplicaciones previas, como una plataforma portátil diseñada para evaluación conductual, se ha demostrado que los flujos de navegación adaptativos pueden mejorar la recolección de datos al guiar al usuario por rutas lógicas basadas en sus respuestas. Este enfoque puede trasladarse a entornos educativos, permitiendo una interacción más ágil y dirigida con el contenido (Tejani et al., 2010).

Aplicaciones en entornos clínicos

El uso de chatbots en contextos clínicos ha demostrado utilidad en la gestión de consultas frecuentes, especialmente en áreas de alta demanda como la oncología. Al encargarse de dudas relacionadas con síntomas menores, estos sistemas permiten que el personal médico se concentre en casos que requieren atención directa, lo que favorece la eficiencia del servicio y contribuye a la reducción de costos operativos (Xu et al., 2021). Aplicaciones como ChatGPT han comenzado a explorarse en escenarios clínicos específicos. En el caso del cuidado de pacientes con traqueotomía, su capacidad para estructurar respuestas claras y adaptadas a la información que el usuario proporciona en la misma conversación lo convierte en una herramienta útil para orientar sobre cuidados específicos, especialmente cuando se presentan instrucciones en secuencia y con lenguaje accesible (Wang et al., 2024).

El análisis del desempeño de modelos como ChatGPT en medicina ha revelado diferencias en su razonamiento clínico según el tipo de competencia o tema abordado. Evaluar estas respuestas permite identificar patrones de error y ajustar los algoritmos, aunque se requiere precaución debido a posibles sesgos humanos en los métodos de evaluación. Por ello, se están incorporando técnicas de minería de textos y procesamiento de lenguaje natural para obtener análisis más objetivos (Kung et al., 2023).

Además de los chatbots, las simulaciones clínicas siguen siendo recursos eficaces en la formación médica. Desde escenarios quirúrgicos virtuales hasta entrenamientos con retroalimentación guiada, estas prácticas permiten a los estudiantes perfeccionar habilidades sin comprometer la seguridad del paciente. Su utilidad ha sido documentada en especialidades como cirugía cardiotorácica y procedimientos guiados por ultrasonido (Cates & Gallagher, 2012; Jagneaux et al., 2021; Villanueva et al., 2020).



Por otro lado, la IA está transformando las unidades de cuidados intensivos al permitir análisis de grandes volúmenes de datos en tiempo real. Su uso mejora el diagnóstico diferencial, como en el caso de enfermedades cardiovasculares, y permite pronósticos individualizados según la evolución clínica del paciente (Biesheuvel et al., 2024).

El uso combinado de aprendizaje automático y procesamiento de lenguaje natural en los servicios de urgencias está dando paso a sistemas automatizados de clasificación de pacientes (triaje) más precisos y adaptativos. El triaje es una etapa crítica en la atención de emergencias, ya que determina la prioridad con la que un paciente debe ser atendido según la gravedad de su condición. Un estudio demostró que el modelo KATE, basado en IA, superó en precisión a los profesionales de enfermería al asignar niveles de gravedad según el índice de severidad en urgencias (ESI, por sus siglas en inglés). Esto sugiere que los sistemas de apoyo a la decisión clínica pueden reducir errores en la clasificación, mejorar el flujo de pacientes y optimizar el uso de recursos, especialmente en escenarios donde la toma de decisiones humanas puede verse afectada por el estrés o el sesgo (Ivanov et al., 2021).

Sinergia entre la Ingeniería Biomédica y la Enfermería

Desarrollo histórico y contribuciones tecnológicas

La ingeniería biomédica comenzó a consolidarse como disciplina académica a finales de los años cincuenta, aunque fue hasta la década de 1960 cuando se establecieron los primeros programas formales de posgrado. Su crecimiento se mantuvo constante hasta mediados de los noventa, y a partir de entonces, la expansión fue más acelerada, multiplicándose el número de programas en la década siguiente (Linsenmeier & Saterbak, 2020). En paralelo, se fundó la Sociedad de Ingeniería Biomédica (BMES), que al principio centraba sus esfuerzos en el estudio fisiológico de sistemas, aunque con baja visibilidad dentro del ámbito de las ciencias experimentales (Katona, 2006).

A diferencia de otras disciplinas de ingeniería, esta área no fue impulsada directamente por la demanda de la industria, sino que surgió desde la academia, cuando ingenieros de campos tradicionales comenzaron a aplicar sus conocimientos en medicina y biotecnología (Linsenmeier & Saterbak, 2020).

Aunque las empresas del sector médico siguen empleando ingenieros de distintas especialidades, la formación específica en ingeniería biomédica ha permitido desarrollar soluciones más ajustadas a las necesidades clínicas.



En este contexto, la enfermería ha desempeñado un papel esencial en la implementación y uso seguro de tecnologías sanitarias. Las enfermeras, con su capacidad para evaluar tanto las condiciones funcionales del paciente como los requerimientos tecnológicos, pueden colaborar activamente en el diseño y adaptación de dispositivos médicos. Estas sinergias permiten mejorar la calidad del cuidado a través de soluciones más pertinentes y funcionales (Homavazir et al., 2023).

Durante la pandemia por COVID-19, estas colaboraciones tomaron fuerza en la creación e implementación de tecnologías de bajo costo. Ejemplos como el respirador no invasivo desarrollado con un enfoque de código abierto muestran cómo la ingeniería, unida al conocimiento clínico, puede ofrecer alternativas viables para contextos de bajos recursos (Garmendia et al., 2020). A su vez, dispositivos portátiles integrados a plataformas de telemedicina facilitaron la atención remota, ayudando a descongestionar hospitales y brindar seguimiento a distancia en momentos críticos (Islam et al., 2020).

En los hospitales, la integración de tecnologías como bombas de infusión con los sistemas electrónicos de registros médicos ha demostrado reducir errores de medicación. Esta estrategia requiere no solo del componente técnico, sino también de protocolos claros, formación continua y un ambiente organizacional orientado a la seguridad del paciente (Bacon & Hoffman, 2020). Las enfermeras participan en cada uno de estos niveles, fungiendo como puente entre el desarrollo técnico y la aplicación clínica.

La participación conjunta de enfermeras, médicos, ingenieros y otros especialistas permite adaptar las innovaciones a los escenarios reales de atención. Esta cooperación no solo mejora el desempeño de los dispositivos, sino que también asegura que respondan a las particularidades de cada contexto clínico (Pons-Òdena et al., 2020).

Aplicaciones en el cuidado y educación en enfermería

La colaboración entre enfermería e ingeniería biomédica abre nuevas posibilidades para diseñar soluciones que respondan a las necesidades reales del cuidado clínico. Desde el desarrollo de robots de asistencia hasta aplicaciones móviles para el monitoreo remoto, estas sinergias permiten adaptar la tecnología al entorno hospitalario y doméstico, fortaleciendo la atención centrada en el paciente.



También se han explorado sistemas personalizados de monitoreo, asistentes virtuales, herramientas predictivas para riesgos clínicos y plataformas de gestión de información sanitaria (Zhou et al., 2021). Este trabajo conjunto no se limita a la creación de dispositivos; también permite repensar cómo se resuelven los desafíos cotidianos del entorno clínico. Las enfermeras, con su experiencia directa en el cuidado, aportan una perspectiva crítica en las fases de diseño, prueba y mejora de las tecnologías. Su participación activa no solo enriquece el proceso de innovación, sino que también fortalece la efectividad y aceptación de las soluciones propuestas (Glasgow et al., 2018).

Estas alianzas promueven un cambio en la forma en que se concibe la innovación en salud, al integrar de manera más equitativa los saberes clínicos y técnicos. Además, abren oportunidades para que la enfermería se involucre en áreas como la interfaz hombre-máquina, la IA aplicada al cuidado y el diseño de entornos inteligentes, contribuyendo a transformar los modelos tradicionales de atención.

Perspectivas y desafíos de la Inteligencia Artificial y las Tecnologías inmersivas en Enfermería

Las herramientas basadas en IA están reformulando la enseñanza de la enfermería y los procesos de toma de decisiones clínicas. Plataformas como ChatGPT han demostrado ser útiles para personalizar el aprendizaje, fomentar el pensamiento crítico y fortalecer el juicio clínico, siempre que se implementen con criterios éticos y pedagógicos claros (Abdelaziz et al., 2025; Han et al., 2025). Este cambio ha expuesto la necesidad de actualizar las competencias docentes, poniendo énfasis en la alfabetización de datos y el desarrollo de habilidades analíticas entre los estudiantes de enfermería (Gerdes et al., 2025; Simms, 2024). Programas educativos que incorporan tecnologías con IA han reportado mejoras en el rendimiento académico y en la preparación para el uso clínico de estas herramientas (Taskiran, 2023).

En el ámbito clínico, la IA se ha integrado con sistemas de apoyo a la decisión, facilitando la evaluación de grandes volúmenes de información en tiempo real. Estos sistemas ayudan al personal de enfermería a mejorar la precisión diagnóstica y a optimizar las intervenciones mediante predicciones sobre riesgos y necesidades del paciente (Buchanan et al., 2021; Ng et al., 2022; Ronquillo et al., 2021). Aunque la IA aporta recomendaciones útiles, las decisiones finales recaen en el juicio del profesional, por lo que es necesario formar a las enfermeras en el uso crítico y ético de estas herramientas (Abuzaid et al., 2022; O'Connor et al., 2023).



El debate actual también gira en torno a las implicaciones éticas del uso de IA en el cuidado. La automatización de tareas plantea interrogantes sobre el rol profesional y la calidad de la atención, lo que exige marcos educativos que aborden sus dimensiones éticas, legales y sociales (De Gagne, 2023; Kwak et al., 2022; O'Connor et al., 2023). Esto implica no solo enseñar a utilizar la tecnología, sino también a cuestionar sus límites e impactos.

En la práctica hospitalaria, la IA ya está presente en procesos como la distribución de medicamentos, aliviando la carga del personal sin descuidar la seguridad del paciente. Esto refuerza la necesidad de formar a los profesionales en competencias digitales que les permitan integrar estas tecnologías de forma efectiva en su entorno laboral (Abuzaid et al., 2022).

Las tecnologías inmersivas como la realidad virtual y la realidad aumentada están ganando terreno tanto en la educación como en la atención al paciente. Su uso en la formación permite a los estudiantes practicar habilidades clínicas en entornos simulados, mejorando su confianza y destreza ante escenarios complejos (Higazy et al., 2023; Sombilon et al., 2024). La posibilidad de recrear situaciones clínicas de forma realista amplía el aprendizaje experiencial y favorece la conciencia situacional, lo cual es difícil de lograr mediante métodos tradicionales (Evgenikos et al., 2025; Park et al., 2024).

Además, las simulaciones inmersivas refuerzan las competencias técnicas y también promueven actitudes como la empatía y el enfoque centrado en el paciente (Gomathi, 2024; Koivisto et al., 2024). En el cuidado terapéutico, se ha observado que la realidad virtual es eficaz para intervenir en el manejo del dolor, al generar experiencias que desvían la atención del malestar (Higazy et al., 2023). También se ha utilizado en la formación para situaciones de desastre, ofreciendo un entorno que permite entrenar la toma de decisiones bajo presión (Fant, 2025).

En contextos de telesalud, la AR facilita la atención domiciliaria al permitir la visualización directa de lesiones o condiciones a través de superposiciones digitales, mejorando así la eficiencia del seguimiento clínico (Takahashi et al., 2023). La creciente adopción de estas tecnologías en programas académicos responde, en parte, a su capacidad para suplir la falta de acceso a prácticas clínicas presenciales (Mäkinen et al., 2023).

La actualización de los planes de estudio deberá contemplar la incorporación sistemática de realidad virtual y AR, con el objetivo de integrar el aprendizaje técnico con una visión humanista del cuidado



(Liao & Hsu, 2024). A medida que estas herramientas evolucionan, prepararán a las nuevas generaciones de profesionales para responder a un entorno de salud cada vez más orientado por la innovación tecnológica (Fealy et al., 2023).

Preocupaciones sobre la privacidad de datos

La implementación de IA en entornos clínicos plantea interrogantes sustanciales sobre la protección de los datos personales de los pacientes. Debido a la sensibilidad de esta información, se requiere una gestión estricta que impida accesos no autorizados y garantice la confidencialidad en cada etapa del proceso digital (Lee & Yoon, 2021; Williamson & Prybutok, 2024; Zavaleta-Monestel et al., 2025).

Estas preocupaciones no solo involucran aspectos técnicos, sino que tocan dimensiones éticas y legales aún en evolución. Muchos marcos regulatorios actuales no contemplan con precisión los retos que presenta la IA en el manejo de datos clínicos, lo que genera vacíos normativos que deben atenderse con urgencia (Jeelani et al., 2024). Frente a esta incertidumbre, la confianza del personal sanitario en estos sistemas depende en gran medida de la existencia de validaciones clínicas continuas y de garantías sobre el uso responsable de la información (Zavaleta-Monestel et al., 2025).

El tratamiento de grandes volúmenes de datos requiere asegurar el cumplimiento de principios de privacidad desde el diseño mismo de las tecnologías. Este compromiso responde a estándares éticos y a obligaciones legales, lo que exige una vigilancia constante sobre los protocolos de acceso, almacenamiento y uso de la información sensible (Arigbabu et al., 2024; Jeelani et al., 2024).

SESGOS algorítmicos y desigualdad

La aplicación de IA en enfermería plantea riesgos cuando los algoritmos se entrenan con datos que no representan adecuadamente a la población real. Esta falta de representatividad puede generar decisiones clínicas desiguales y reproducir patrones de exclusión ya presentes en el sistema de salud (Celi et al., 2022; Hammood, 2023). Cuando los modelos aprenden de conjuntos de datos sesgados, sus predicciones tienden a favorecer ciertos grupos en detrimento de otros, afectando la equidad en el acceso al diagnóstico y tratamiento (Celi et al., 2022; Morley et al., 2020).

Las consecuencias de estos sesgos son técnicas y éticas: decisiones automatizadas basadas en modelos defectuosos pueden consolidar prácticas discriminatorias bajo una apariencia de neutralidad tecnológica.



Ante este panorama, resulta necesario exigir transparencia en la construcción y validación de los algoritmos, así como implementar medidas de corrección y evaluación constante (Hammood, 2023; Sabah et al., 2023). El personal de enfermería tiene un rol activo en esta vigilancia, asegurando que el uso de IA contribuya a reducir desigualdades, no a ampliarlas.

Capacitación del personal y adaptación cultural

La adopción efectiva de IA en la enfermería requiere una preparación amplia que abarque tanto aspectos técnicos como éticos. Diversos estudios insisten en la necesidad de establecer marcos formativos que doten al personal de enfermería de las competencias necesarias para interactuar con herramientas basadas en IA de forma segura y crítica (Parvathavarthine et al., 2022; Reading Turchioe et al., 2024). Además, esta transformación tecnológica debe ir acompañada de una cultura organizacional abierta al cambio, que disipe temores infundados sobre la pérdida de empleo y promueva una comprensión más informada sobre el papel de estas tecnologías (Alowais et al., 2023; Gonzalez-Garcia et al., 2024).

Uno de los obstáculos más visibles es la limitada preparación tecnológica de docentes y estudiantes, junto con la falta de infraestructura adecuada para integrar tecnologías inmersivas en los programas académicos. A pesar del creciente interés en su uso, persisten barreras como la escasez de dispositivos y la baja alfabetización digital en el ámbito educativo (Ryan et al., 2022; Son et al., 2022). Incluso donde existe acceso a la tecnología, algunos docentes aún se muestran escépticos ante su efectividad en comparación con los métodos tradicionales (Liu et al., 2023).

Los desafíos pedagógicos también son relevantes. Aunque las simulaciones en realidad virtual pueden fortalecer habilidades clínicas y la autoeficacia del estudiantado, los entornos asincrónicos pueden dificultar el desarrollo de competencias interpersonales esenciales para la práctica clínica (Choi et al., 2022; Jeon et al., 2020). Esta transición metodológica exige un enfoque cuidadoso para evitar vacíos formativos, especialmente en lo relativo a la comunicación.

En términos operativos, la integración de estas tecnologías exige inversiones considerables en equipo, capacitación y soporte técnico. Las limitaciones presupuestarias y de tiempo han sido señaladas como barreras frecuentes por quienes implementan programas de simulación, lo cual subraya la necesidad de alianzas estratégicas y modelos sostenibles de financiamiento (Gao et al., 2024; Singleton et al., 2021).



Desde una perspectiva normativa, se hace cada vez más necesario establecer reglas claras sobre el uso de tecnologías inmersivas en la educación en salud. Estas deben considerar principios de accesibilidad y equidad para evitar nuevas brechas educativas, al tiempo que faciliten la evaluación sistemática de la efectividad y seguridad de estas herramientas (Biyik Bayram & Caliskan, 2022; Chen et al., 2020; Sombilon et al., 2024). El desarrollo de marcos pedagógicos sólidos permitirá integrar estas tecnologías a los planes existentes de manera coherente, maximizando su utilidad formativa. Las simulaciones inmersivas favorecen el aprendizaje activo y el dominio de habilidades clínicas en entornos seguros, contribuyendo a cerrar la distancia entre la teoría y la práctica (Johansen et al., 2024; Park et al., 2024). Además, el diseño instruccional adecuado mejora la comprensión conceptual del estudiantado y facilita su aplicación en contextos clínicos reales (Park & Kim, 2022; Rushton et al., 2020).

Finalmente, en el entorno clínico, la formación basada en realidad virtual puede fortalecer capacidades clave como la empatía, el juicio crítico y la confianza profesional. Estos entornos son especialmente útiles en áreas de difícil acceso para la práctica presencial, como salud mental, y han demostrado su aplicabilidad en distintos ámbitos, desde la preparación para emergencias hasta el entrenamiento en soporte vital (Hong & Wang, 2023; Kim, 2024; Koivisto et al., 2024).

La incorporación efectiva de tecnologías inteligentes en instituciones sanitarias requiere de un proceso estructurado que considere no solo la selección tecnológica, sino también factores humanos, operativos y evaluativos. A continuación se presenta un esquema simplificado con los pasos clave recomendados para facilitar su adopción (Figura 3).

Figura 3. Etapas para la implementación de tecnologías inteligentes e inmersivas en entornos de salud.



La Tabla 2 sintetiza los principales desafíos identificados en la literatura respecto a la integración de IA y tecnologías inmersivas en la enfermería, junto con estrategias propuestas para su abordaje.

Tabla 2. Desafíos y estrategias en la implementación de IA y tecnologías inmersivas.

Desafío identificado	Implicación en enfermería	Estrategia sugerida
Privacidad y protección de datos	Riesgo de filtraciones de información sensible	Fortalecer marcos legales y validación clínica
Sesgos algorítmicos	Discriminación en decisiones clínicas	Diseñar datasets representativos, auditorías éticas
Brechas formativas	Baja preparación del personal y estudiantado	Capacitación técnica, ética y pedagógica integral
Resistencia institucional	Rechazo a la adopción tecnológica	Sensibilización y cultura organizacional abierta
Limitaciones técnicas y económicas	Infraestructura insuficiente	Financiamiento sostenible y alianzas estratégicas

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

La presente investigación permitió identificar que la incorporación de IA y tecnologías inmersivas en la enfermería representa una oportunidad para transformar tanto la práctica clínica como la formación profesional. Los hallazgos evidencian que estas herramientas pueden fortalecer el razonamiento clínico, apoyar la toma de decisiones, mejorar el aprendizaje autónomo y enriquecer los entornos de simulación, permitiendo una preparación más realista y segura. Sin embargo, su integración efectiva enfrenta desafíos éticos, técnicos y pedagógicos, como la protección de datos personales, los sesgos algorítmicos, la falta de infraestructura tecnológica y la resistencia institucional. Asimismo, se identificaron experiencias exitosas de colaboración entre enfermería e ingeniería biomédica, así como aplicaciones emergentes en monitoreo remoto, asistentes virtuales y robótica aplicada al cuidado.

La investigación en este campo deberá avanzar hacia la evaluación empírica de resultados clínicos y educativos derivados del uso de estas tecnologías, el diseño de marcos pedagógicos adaptativos y el desarrollo de algoritmos transparentes y auditables. También será necesario fomentar la formación interdisciplinaria, la construcción de normativas inclusivas y la accesibilidad equitativa a recursos digitales, especialmente en contextos con limitaciones estructurales. Las futuras líneas de estudio deberán centrarse en medir el impacto de la IA y la realidad extendida en la calidad del cuidado, la seguridad del paciente y la humanización de los entornos tecnológicos.



Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) y al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por su apoyo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abdelaziz, O., Lee, S., Howard, S., & Lefler, L. (2025). Perceptions and Attitudes of Registered Nurses and Nursing Students Toward Advanced Technology and Artificial Intelligence: A Review of Literature. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 43(3). <https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000001221>
- Abuzaid, M. M., Elshami, W., & Fadden, S. M. (2022). Integration of artificial intelligence into nursing practice. *Health and Technology*, 12(6), 1109-1115. <https://doi.org/10.1007/s12553-022-00697-0>
- Ackermann, A. D., Kenny, G., & Walker, C. (2007). Simulator programs for new nurses' orientation. *Journal for Nurses in Staff Development (JNSD)*, 23(3), 136-139. <https://doi.org/10.1097/01.NND.0000277183.32582.43>
- Alowais, S. A., Alghamdi, S. S., Alsuhebany, N., Alqahtani, T., Alshaya, A. I., Almohareb, S. N., Aldairem, A., Alrashed, M., Bin Saleh, K., Badreldin, H. A., Al Yami, M. S., Al Harbi, S., & Albekairy, A. M. (2023). Revolutionizing healthcare: The role of artificial intelligence in clinical practice. *BMC Medical Education*, 23(1), 689. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z>
- Alruwaili, M. M., Abuadas, F. H., Alsadi, M., Alruwaili, A. N., Elsayed Ramadan, O. M., Shaban, M., Al Thobaity, A., Alkahtani, S. M., & El Arab, R. A. (2024). Exploring nurses' awareness and attitudes toward artificial intelligence: Implications for nursing practice. *DIGITAL HEALTH*, 10, 20552076241271803. <https://doi.org/10.1177/20552076241271803>
- Amin, H. A., & Alanzi, T. M. (2024). Utilization of Artificial Intelligence (AI) in Healthcare Decision-Making Processes: Perceptions of Caregivers in Saudi Arabia. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.67584>



- Aminololama-Shakeri, S., & López, J. E. (2019). The doctor-patient relationship with artificial intelligence. *American Journal of Roentgenology*, 212(2), 308-310. <https://doi.org/10.2214/AJR.18.20509>
- Arigbabu, A. T., Olaniyi, O. O., Adigwe, C. S., Adebisi, O. O., & Ajayi, S. A. (2024). Data Governance in AI - Enabled Healthcare Systems: A Case of the Project Nightingale. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 17(5), 85-107. <https://doi.org/10.9734/ajrcos/2024/v17i5441>
- Bacon, O., & Hoffman, L. (2020). System-level patient safety practices that aim to reduce medication errors associated with infusion pumps: An evidence review. *Journal of Patient Safety*, 16(3), S42-S47. <https://doi.org/10.1097/PTS.0000000000000722>
- Biesheuvel, L. A., Dongelmans, D. A., & Elbers, P. W. G. (2024). Artificial intelligence to advance acute and intensive care medicine. *Current Opinion in Critical Care*, 30(3), 246-250. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000001150>
- Bini, S. A. (2018). Artificial intelligence, machine learning, deep learning, and cognitive computing: What do these terms mean and how will they impact health care? *The Journal of Arthroplasty*, 33(8), 2358-2361. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.02.067>
- Biyik Bayram, S., & Caliskan, N. (2022). The Use of Virtual Reality Simulations in Nursing Education, and Patient Safety. En S. P. Stawicki & M. S. Firstenberg (Eds.), *Contemporary Topics in Patient Safety—Volume 1*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.94108>
- Bourbonnais, A., Rousseau, J., Lalonde, M., Meunier, J., Lapierre, N., & Gagnon, M. (2019). Conditions and ethical challenges that could influence the implementation of technologies in nursing homes: A qualitative study. *International Journal of Older People Nursing*, 14(4), e12266. <https://doi.org/10.1111/opn.12266>
- Bruno, R. R., Wolff, G., Wernly, B., Masyuk, M., Piayda, K., Leaver, S., Erkens, R., Oehler, D., Afzal, S., Heidari, H., Kelm, M., & Jung, C. (2022). Virtual and augmented reality in critical care medicine: The patient's, clinician's, and researcher's perspective. *Critical Care*, 26(1), 326. <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04202-x>



- Buchanan, C., Howitt, M. L., Wilson, R., Booth, R. G., Risling, T., & Bamford, M. (2021). Predicted Influences of Artificial Intelligence on Nursing Education: Scoping Review. *JMIR Nursing*, 4(1), e23933. <https://doi.org/10.2196/23933>
- Buchholz, S. W., Mowbray, F. I., Allman, G., Verboncoeur, J. P., Beam, L., & Small, L. (2023). Wearable Devices and Nurses' Health: Protocol for an Integrative Review. *JMIR Research Protocols*, 12, e48178. <https://doi.org/10.2196/48178>
- Butt, A. L., Kardong-Edgren, S., & Ellertson, A. (2018). Using game-based virtual reality with haptics for skill acquisition. *Clinical Simulation in Nursing*, 16, 25-32. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2017.09.010>
- Carbajal-Degante, E., Gutiérrez, M. H., & Sánchez-Mendiola, M. (2023). Hacia revisiones de la literatura más eficientes potenciadas por inteligencia artificial. *Investigación en Educación Médica*, 12(47), 111-119. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2023.47.23526>
- Cates, C. U., & Gallagher, A. G. (2012). The future of simulation technologies for complex cardiovascular procedures. *European Heart Journal*, 33(17), 2127-2134. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs155>
- Celi, L. A., Cellini, J., Charpignon, M.-L., Dee, E. C., Dernoncourt, F., Eber, R., Mitchell, W. G., Moukheiber, L., Schirmer, J., Situ, J., Paguio, J., Park, J., Wawira, J. G., Yao, S., & for MIT Critical Data. (2022). Sources of bias in artificial intelligence that perpetuate healthcare disparities—A global review. *PLOS Digital Health*, 1(3), e0000022. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000022>
- Chang, C., Jen, H., & Su, W. (2022). Trends in artificial intelligence in nursing: Impacts on nursing management. *Journal of Nursing Management*, 30(8), 3644-3653. <https://doi.org/10.1111/jonm.13770>
- Chang, T. P., & Weiner, D. (2016). Screen-based simulation and virtual reality for pediatric emergency medicine. *Clinical Pediatric Emergency Medicine*, 17(3), 224-230. <https://doi.org/10.1016/j.cpem.2016.05.002>



- Chen, F.-Q., Leng, Y.-F., Ge, J.-F., Wang, D.-W., Li, C., Chen, B., & Sun, Z.-L. (2020). Effectiveness of Virtual Reality in Nursing Education: Meta-Analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 22(9), e18290. <https://doi.org/10.2196/18290>
- Choi, J., Thompson, C. E., Choi, J., Waddill, C. B., & Choi, S. (2022). Effectiveness of Immersive Virtual Reality in Nursing Education: Systematic Review. *Nurse Educator*, 47(3), E57-E61. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000001117>
- Christopher, D. A., Campbell, A., & Dateshidze, J. (2008). Working smarter with intelligent pumps. *Nursing Management (Springhouse)*, NA, 9-10. <https://doi.org/10.1097/01.NUMA.0000338975.88898.10>
- Cohen, N. D., Ho, M., McIntire, D., Smith, K., & Kho, K. A. (2025). A comparative analysis of generative artificial intelligence responses from leading chatbots to questions about endometriosis. *AJOG Global Reports*, 5(1), 100405. <https://doi.org/10.1016/j.xagr.2024.100405>
- Contreras, V. A. Y., Ríos, G. A. S., & Palma, F. A. S. (2021). Importancia de la simulación clínica en el desarrollo personal Y desempeño del estudiante de enfermería. *Ciencia y Enfermería*, 27. <https://doi.org/10.29393/CE27-39ISVF30039>
- Coşkun, A. B., Kenner, C., & Elmaoğlu, E. (2024). Neonatal Intensive Care Nurses' Perceptions of Artificial Intelligence: A Qualitative Study on Discharge Education and Family Counseling. *Journal of Perinatal & Neonatal Nursing*. <https://doi.org/10.1097/JPN.0000000000000904>
- De Gagne, J. C. (2023). Values Clarification Exercises to Prepare Nursing Students for Artificial Intelligence Integration. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(14), 6409. <https://doi.org/10.3390/ijerph20146409>
- Dykes, S., & Chu, C. H. (2021). Now more than ever, nurses need to be involved in technology design: Lessons from the COVID-19 pandemic. *Journal of Clinical Nursing*, 30(7-8). <https://doi.org/10.1111/jocn.15581>
- Elkefi, S., & Asan, O. (2022). Wearable Devices' Use in Geriatric Care between Patient-Centeredness and Psychology of Patients. *Proceedings of the International Symposium on Human Factors and Ergonomics in Health Care*, 11(1), 125-128. <https://doi.org/10.1177/2327857922111025>



- Elliott, M. T. J. (2025). Schools of AI in the Public Sector: Fairness and Accountability Concerns. *Proceedings of the AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society*, 7(2), 11-13. <https://doi.org/10.1609/aies.v7i2.31895>
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363-406. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.100.3.363>
- Escandell Rico, F. M., & Fernández, L. P. (2024). Simulación de realidad virtual en la formación de los estudiantes de Enfermería: Una revisión sistemática. *Educación Médica*, 25(1), 100866. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2023.100866>
- Evgenikos, K., Zoulias, E., Liaskos, J., & Malamateniou, F. (2025). Impact of Mixed Reality (MR) Technologies on Nursing Education: A Systematic Review. En J. Mantas, A. Hasman, E. Zoulias, K. Karitis, P. Gallos, M. Diomidous, S. Zogas, & M. Charalampidou (Eds.), *Studies in Health Technology and Informatics*. IOS Press. <https://doi.org/10.3233/SHTI250122>
- Fant, C. (2025). Immersive Technologies and Disaster Nursing Education. *Journal of Nursing Education*, 64(4), 269-272. <https://doi.org/10.3928/01484834-20241122-01>
- Fealy, S., Irwin, P., Tacgin, Z., See, Z. S., & Jones, D. (2023). Enhancing Nursing Simulation Education: A Case for Extended Reality Innovation. *Virtual Worlds*, 2(3), 218-230. <https://doi.org/10.3390/virtualworlds2030013>
- Ferguson, C., Inglis, S. C., Breen, P. P., Gargiulo, G. D., Byiers, V., Macdonald, P. S., & Hickman, L. D. (2020). Clinician Perspectives on the Design and Application of Wearable Cardiac Technologies for Older Adults: Qualitative Study. *JMIR Aging*, 3(1), e17299. <https://doi.org/10.2196/17299>
- Gao, X., Zheng, Y., Li, X., Fu, W., & Han, F. (2024). *Participating experience of virtual reality teaching among nursing Students: a meta synthesis of qualitative studies*. In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4023157/v1>
- Garmendia, O., Rodríguez-Lazaro, M. A., Otero, J., Phan, P., Stoyanova, A., Dinh-Xuan, A. T., Gozal, D., Navajas, D., Montserrat, J. M., & Farré, R. (2020). Low-cost, easy-to-build noninvasive



- pressure support ventilator for under-resourced regions: Open source hardware description, performance and feasibility testing. *European Respiratory Journal*, 55(6), 2000846. <https://doi.org/10.1183/13993003.00846-2020>
- Gavriloff, C. (2012). A performance improvement plan to increase nurse adherence to use of medication safety software. *Journal of Pediatric Nursing*, 27(4), 375-382. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2011.06.004>
- Gerdes, M., Bayne, A., Henry, K., Ludwig, B., Stephenson, L., Vance, A., Wessol, J., & Winston, S. (2025). Emerging Artificial Intelligence-Based Pedagogies in Didactic Nursing Education: A Scoping Review. *Nurse Educator*, 50(1), E7-E12. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000001746>
- Glasgow, M. E. S., Colbert, A., Viator, J., & Cavanagh, S. (2018). The nurse-engineer: A new role to improve nurse technology interface and patient care device innovations. *Journal of Nursing Scholarship*, 50(6), 601-611. <https://doi.org/10.1111/jnu.12431>
- Gomathi, B. (2024). Augmented Reality and Nursing Care Improvement: Enhancing Patient Outcomes and Nursing Efficiency. *SBV Journal of Basic, Clinical and Applied Health Science*, 7(2), 53-57. https://doi.org/10.4103/SBVJ.SBVJ_25_24
- Gonzalez-Garcia, A., Pérez-González, S., Benavides, C., Pinto-Carral, A., Quiroga-Sánchez, E., & Marqués-Sánchez, P. (2024). Impact of Artificial Intelligence-Based Technology on Nurse Management: A Systematic Review. *Journal of Nursing Management*, 2024(1), 3537964. <https://doi.org/10.1155/2024/3537964>
- Goswami, R., Yadav, S., & Kumar, V. (2019). Explainable AI in healthcare: A theoretical overview of interpretable models for medical diagnosis. *The Pharma Innovation*, 8(2S), 29-33. <https://doi.org/10.22271/tpi.2019.v8.i2Sa.25246>
- Günay İsmailoğlu, E., & Zaybak, A. (2018). Comparison of the Effectiveness of a Virtual Simulator With a Plastic Arm Model in Teaching Intravenous Catheter Insertion Skills. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 36(2), 98. <https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000000405>
- Guo, J., & Li, B. (2018). The application of medical artificial intelligence technology in rural areas of developing countries. *Health Equity*, 2(1), 174-181. <https://doi.org/10.1089/heq.2018.0037>



- Hah, H., & Goldin, D. (2022). Moving toward AI-assisted decision-making: Observation on clinicians' management of multimedia patient information in synchronous and asynchronous telehealth contexts. *Health Informatics Journal*, 28(1), 14604582221077049. <https://doi.org/10.1177/14604582221077049>
- Hall, A., Wilson, C. B., Stanmore, E., & Todd, C. (2017). Implementing monitoring technologies in care homes for people with dementia: A qualitative exploration using Normalization Process Theory. *International Journal of Nursing Studies*, 72, 60-70. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.04.008>
- Hammood, Z. D. (2023). Artificial Intelligence in Applied Medicine. *Barw Medical Journal*. <https://doi.org/10.58742/xby1yt29>
- Han, S., Kang, H. S., Gimber, P., & Lim, S. (2025). Nursing Students' Perceptions and Use of Generative Artificial Intelligence in Nursing Education. *Nursing Reports*, 15(2), 68. <https://doi.org/10.3390/nursrep15020068>
- Harerimana, A., Wicking, K., Biedermann, N., & Yates, K. (2021). Integrating nursing informatics into undergraduate nursing education in Africa: A scoping review. *International Nursing Review*, 68(3), 420-433. <https://doi.org/10.1111/inr.12618>
- Higazy, O., Ali, A., Hakami, E., Taha, A., Egaili, K., & Fadlalmola, H. (2023). Exploring transformative role of virtual reality technology in nursing education and patient care: A narrative review. *Rawal Medical Journal*, 48(4), 1065. <https://doi.org/10.5455/rmj.20230828092451>
- Homavazir, Z., Beemkumar, N., & Singh, A. (2023). Exploring the contribution of engineering in enhancing workflow and efficiency in nursing. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 3, 459. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2023459>
- Hong, C., & Wang, L. (2023). Virtual Reality Technology in Nursing Professional Skills Training: Bibliometric Analysis. *JMIR Serious Games*, 11, e44766. <https://doi.org/10.2196/44766>
- Islam, Md. M., Mahmud, S., Muhammad, L. J., Islam, Md. R., Nooruddin, S., & Ayon, S. I. (2020). Wearable technology to assist the patients infected with novel coronavirus (COVID-19). *SN Computer Science*, 1(6), 320. <https://doi.org/10.1007/s42979-020-00335-4>



- Ivanov, O., Wolf, L., Brecher, D., Lewis, E., Masek, K., Montgomery, K., Andrieiev, Y., McLaughlin, M., Liu, S., Dunne, R., Klauer, K., & Reilly, C. (2021). Improving ED emergency severity index acuity assignment using machine learning and clinical natural language processing. *Journal of Emergency Nursing*, 47(2), 265-278.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2020.11.001>
- Jagneaux, T., Caffery, T. S., Musso, M. W., Long, A. C., Zatarain, L., Stopa, E., Freeman, N., Quin, C. C., & Jones, G. N. (2021). Simulation-based education enhances patient safety behaviors during central venous catheter placement. *Journal of Patient Safety*, 17(6), 425-429. <https://doi.org/10.1097/PTS.0000000000000425>
- Jeelani, O. F., Njie, M., & Korzhuk, V. (2024). Methods and Algorithms of Ensuring Data Privacy in AI-Based Healthcare Systems and Technologies. En J. Mantas, A. Hasman, G. Demiris, K. Saranto, M. Marschollek, T. N. Arvanitis, I. Ognjanović, A. Benis, P. Gallos, E. Zoulias, & E. Andrikopoulou (Eds.), *Studies in Health Technology and Informatics*. IOS Press. <https://doi.org/10.3233/SHTI240640>
- Jeon, J., Kim, J. H., & Choi, E. H. (2020). Needs Assessment for a VR-Based Adult Nursing Simulation Training Program for Korean Nursing Students: A Qualitative Study Using Focus Group Interviews. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 8880. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238880>
- Johansen, F., Toft, H., Stalheim, O. R., & Løvsletten, M. (2024). *Exploring the Potential of Virtual Reality in Nursing Education: Learner's Insights and Future Directions*. In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4851992/v1>
- Jordan, M., Hauser, J., Cota, S., Li, H., & Wolf, L. (2023). The Impact of Cultural Embeddedness on the Implementation of an Artificial Intelligence Program at Triage: A Qualitative Study. *Journal of Transcultural Nursing*, 34(1), 32-39. <https://doi.org/10.1177/10436596221129226>
- Katona, P. G. (2006). Biomedical engineering and the whitaker foundation: A thirty-year partnership. *Annals of Biomedical Engineering*, 34(6), 904-916 <https://doi.org/10.1007/s10439-006-9087-7>
- Kim, H.-Y. (2024). Development and Usability Assessment of Virtual Reality- and Haptic Technology-Based Educational Content for Perioperative Nursing Education. *Healthcare*, 12(19), 1947. <https://doi.org/10.3390/healthcare12191947>



- Kirubarajan, A., Taher, A., Khan, S., & Masood, S. (2020). Artificial intelligence in emergency medicine: A scoping review. *JACEP Open*, 1(6), 1691-1702. <https://doi.org/10.1002/emp2.12277>
- Koivisto, J.-M., Kämäräinen, S., Mattsson, K., Jumisko-Pyykkö, S., Ikonen, R., & Haavisto, E. (2024). *Exploring Nursing Students' Experiences of Empathy and User Experiences in an Immersive Virtual Reality Simulation Game: Cross-Sectional Study (Preprint)*. JMIR Serious Games. <https://doi.org/10.2196/preprints.62688>
- Kung, T. H., Cheatham, M., Medenilla, A., Sillos, C., Leon, L. D., Elepaño, C., Madriaga, M., Aggabao, R., Diaz-Candido, G., Maningo, J., & Tseng, V. (2023). Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. *PLOS Digital Health*, 2(2), e0000198. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000198>
- Kwak, Y., Ahn, J.-W., & Seo, Y. H. (2022). Influence of AI ethics awareness, attitude, anxiety, and self-efficacy on nursing students' behavioral intentions. *BMC Nursing*, 21(1), 267. <https://doi.org/10.1186/s12912-022-01048-0>
- Laari, L., Ohene, Boamah, O. A.-, Attafuah, P. Y. A., & Ampomah, M. O. (2025). *Perceived influence of hospital information technology systems on soft skills in nursing: A qualitative study in Ghana*. In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6001118/v1>
- Lee, D., & Yoon, S. N. (2021). Application of artificial intelligence-based technologies in the healthcare industry: Opportunities and challenges. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 271. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010271>
- Liao, Q. Y., & Hsu, M. H. K. (2024). Is virtual reality (VR) a future trend in nursing education? *Edelweiss Applied Science and Technology*, 8(4), 1759-1763. <https://doi.org/10.55214/25768484.v8i4.1550>
- Liaw, W., & Kakadiaris, I. A. (2020). Artificial intelligence and family medicine: Better together. *Family Medicine*, 52(1), 8-10. <https://doi.org/10.22454/FamMed.2020.881454>
- Linsenmeier, R. A., & Saterbak, A. (2020). Fifty years of biomedical engineering undergraduate education. *Annals of Biomedical Engineering*, 48(6), 1590-1615. <https://doi.org/10.1007/s10439-020-02494-0>



- Liu, K., Zhang, W., Li, W., Wang, T., & Zheng, Y. (2023). *Effectiveness of Virtual Reality in Nursing Education: A Systematic Review and Meta-analysis*. In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2970658/v1>
- Locsin, R. C., & Ito, H. (2018). Can humanoid nurse robots replace human nurses? *Journal of Nursing*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.7243/2056-9157-5-1>
- Macri, R., & Roberts, S. L. (2023). The Use of Artificial Intelligence in Clinical Care: A Values-Based Guide for Shared Decision Making. *Current Oncology*, 30(2), 2178-2186. <https://doi.org/10.3390/curroncol30020168>
- Mahoney, C., Hoyle, L., Van Splunter, C., & Kyle, R. G. (2023). Wearable activity trackers for nurses' health: A qualitative acceptability study. *Nursing Open*, 10(9), 6357-6368. <https://doi.org/10.1002/nop2.1884>
- Mäkinen, H., Haavisto, E., Havola, S., & Koivisto, J. (2023). Graduating nursing students' user experiences of the immersive virtual reality simulation in learning – A qualitative descriptive study. *Nursing Open*, 10(5), 3210-3219. <https://doi.org/10.1002/nop2.1571>
- McGrow, K. (2019). Artificial intelligence. *Nursing*, 49(9), 46-49. <https://doi.org/10.1097/01.NURSE.0000577716.57052.8d>
- Mennella, C., Maniscalco, U., De Pietro, G., & Esposito, M. (2024). Ethical and regulatory challenges of AI technologies in healthcare: A narrative review. *Heliyon*, 10(4), e26297. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26297>
- Mohammed, S. A. A. Q., Osman, Y. M. M., Ibrahim, A. M., & Shaban, M. (2025). Ethical and regulatory considerations in the use of AI and machine learning in nursing: A systematic review. *International Nursing Review*, 72(1), e70010. <https://doi.org/10.1111/inr.70010>
- Morley, J., Machado, C. C. V., Burr, C., Cows, J., Joshi, I., Taddeo, M., & Floridi, L. (2020). The ethics of AI in health care: A mapping review. *Social Science & Medicine*, 260, 113172. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113172>
- Nashwan, A. J., Cabrega, J. A., Othman, M. I., Khedr, M. A., Osman, Y. M., El-Ashry, A. M., Naif, R., & Mousa, A. A. (2025). The evolving role of nursing informatics in the era of artificial intelligence. *International Nursing Review*, 72(1), e13084. <https://doi.org/10.1111/inr.13084>



- Navab, N., Martin-Gomez, A., Seibold, M., Sommersperger, M., Song, T., Winkler, A., Yu, K., & Eck, U. (2022). Medical augmented reality: Definition, principle components, domain modeling, and design-development-validation process. *Journal of Imaging*, 9(1), 4. <https://doi.org/10.3390/jimaging9010004>
- Ng, Z. Q. P., Ling, L. Y. J., Chew, H. S. J., & Lau, Y. (2022). The role of artificial intelligence in enhancing clinical nursing care: A scoping review. *Journal of Nursing Management*, 30(8), 3654-3674. <https://doi.org/10.1111/jonm.13425>
- Notarnicola, I., Dervishi, A., Duka, B., Grosha, E., Gioiello, G., Carrodano, S., Rocco, G., & Stievano, A. (2025). A Systematic Review of Nursing Competencies: Addressing the Challenges of Evolving Healthcare Systems and Demographic Changes. *Nursing Reports*, 15(2), 56. <https://doi.org/10.3390/nursrep15020056>
- Nwankwo, E. I., Ebube Victor Emeihe, Mojeed Dayo Ajegbile, Janet Aderonke Olaboye, & Chukwudi Cosmos Maha. (2024). AI in personalized medicine: Enhancing drug efficacy and reducing adverse effects. *International Medical Science Research Journal*, 4(8), 806-833. <https://doi.org/10.51594/imsrj.v4i8.1453>
- O'Connor, S., Yan, Y., Thilo, F. J. S., Felzmann, H., Dowding, D., & Lee, J. J. (2023). Artificial intelligence in nursing and midwifery: A systematic review. *Journal of Clinical Nursing*, 32(13-14), 2951-2968. <https://doi.org/10.1111/jocn.16478>
- Ostick, M., Mariani, B., Lovecchio, C., & Moriarty, H. (2025). Nursing Student and Faculty Attitudes, Perceptions, and Behavioral Intentions of Artificial Intelligence Use in Nursing Education: An Integrative Review. *Nursing Education Perspectives*, 46(2), E7-E11. <https://doi.org/10.1097/01.NEP.0000000000001372>
- Palanica, A., Flaschner, P., Thommandram, A., Li, M., & Fossat, Y. (2019). Physicians' perceptions of chatbots in health care: Cross-sectional web-based survey. *Journal of Medical Internet Research*, 21(4), e12887. <https://doi.org/10.2196/12887>
- Park, S., Shin, H. J., Kwak, H., & Lee, H. J. (2024). Effects of Immersive Technology–Based Education for Undergraduate Nursing Students: Systematic Review and Meta-Analysis Using the Grading



- of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation (GRADE) Approach. *Journal of Medical Internet Research*, 26, e57566. <https://doi.org/10.2196/57566>
- Park, S. Y., & Kim, J.-H. (2022). *Instructional Design and Educational Satisfaction for Virtual Environment Simulation in Undergraduate Nursing Education: The Mediating Effect of Learning Immersion*. In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1694522/v1>
- Parvathavarthine, C. R., Phani Krishna, M. K., Janaki, C. S., Sophia, M., & Chandar, S. N. (2022). Awareness about the future of artificial intelligence in healthcare among medical students in Kancheepuram District, Tamil Nadu. *International journal of health sciences*, 5697-5705. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS8.13571>
- Pepito, J. A., & Locsin, R. (2019). Can nurses remain relevant in a technologically advanced future? *International Journal of Nursing Sciences*, 6(1), 106-110. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2018.09.013>
- Pons-Òdena, M., Valls, A., Grifols, J., Farré, R., Lasosa, F. J. C., & Rubin, B. K. (2020). COVID-19 and respiratory support devices. *Paediatric Respiratory Reviews*, 35, 61-63. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2020.06.015>
- Reading Turchioe, M., Pepingco, C., Lytle, K., & Austin, R. (2024). Nurses' Roles in Artificial Intelligence Implementation: Results from a Mixed-Methods Study. En G. Strudwick, N. R. Hardiker, G. Rees, R. Cook, & Y. J. Lee (Eds.), *Studies in Health Technology and Informatics*. IOS Press. <https://doi.org/10.3233/SHTI240140>
- Real, F. J., DeBlasio, D., Beck, A. F., Ollberding, N. J., Davis, D., Cruse, B., Samaan, Z., McLinden, D., & Klein, M. D. (2017). A virtual reality curriculum for pediatric residents decreases rates of influenza vaccine refusal. *Academic Pediatrics*, 17(4), 431-435. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2017.01.010>
- Roman-Huera, C. K., Vinueza-Martínez, C. N., Portilla-Paguay, G. V., & Díaz-Grefa, W. P. (2024). Tecnología y cuidados de enfermería: Hacia una práctica innovadora y sostenible. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 99-121. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n1/89>



- Ronquillo, C. E., Peltonen, L., Pruinelli, L., Chu, C. H., Bakken, S., Beduschi, A., Cato, K., Hardiker, N., Junger, A., Michalowski, M., Nyrup, R., Rahimi, S., Reed, D. N., Salakoski, T., Salanterä, S., Walton, N., Weber, P., Wiegand, T., & Topaz, M. (2021). Artificial intelligence in nursing: Priorities and opportunities from an international invitational think-tank of the Nursing and Artificial Intelligence Leadership Collaborative. *Journal of Advanced Nursing*, 77(9), 3707-3717. <https://doi.org/10.1111/jan.14855>
- Rony, M. K. K., Parvin, Mst. R., & Ferdousi, S. (2024). Advancing nursing practice with artificial intelligence: Enhancing preparedness for the future. *Nursing Open*, 11(1), nop2.2070. <https://doi.org/10.1002/nop2.2070>
- Rouleau, G., Gagnon, M.-P., Côté, J., Payne-Gagnon, J., Hudson, E., & Dubois, C.-A. (2017). Impact of Information and Communication Technologies on Nursing Care: Results of an Overview of Systematic Reviews. *Journal of Medical Internet Research*, 19(4), e122. <https://doi.org/10.2196/jmir.6686>
- Rourke, S. (2020). How does virtual reality simulation compare to simulated practice in the acquisition of clinical psychomotor skills for pre-registration student nurses? A systematic review. *International Journal of Nursing Studies*, 102, 103466. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.103466>
- Ruksakulpiwat, S., Thorngthip, S., Niyomyart, A., Benjasirisan, C., Phianhasin, L., Aldossary, H., Ahmed, B., & Samai, T. (2024). A systematic review of the application of artificial intelligence in nursing care: Where are we, and what's next? *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, Volume 17, 1603-1616. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S459946>
- Rushton, M. A., Drumm, I. A., Campion, S. P., & O'Hare, J. J. (2020). The Use of Immersive and Virtual Reality Technologies to Enable Nursing Students to Experience Scenario-Based, Basic Life Support Training—Exploring the Impact on Confidence and Skills. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 38(6), 281-293. <https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000000608>
- Ryan, G. V., Callaghan, S., Rafferty, A., Higgins, M. F., Mangina, E., & McAuliffe, F. (2022). Learning Outcomes of Immersive Technologies in Health Care Student Education: Systematic Review



- of the Literature. *Journal of Medical Internet Research*, 24(2), e30082. <https://doi.org/10.2196/30082>
- Sabah, N. U., Fazal, F., Khan, A., Arooj, H., Rafiq, I., Dar, M. A., & Ahmed, M. (2023). Artificial Intelligence in The Healthcare System; A Cross-Sectional Study Involving Medical Students. *Pakistan Journal of Medicine and Dentistry*, 12(3), 16-22. <https://doi.org/10.36283/PJMD12-3/004>
- Sagona, M., Dai, T., Macis, M., & Darden, M. (2025). Trust in AI-assisted health systems and AI's trust in humans. *Npj Health Systems*, 2(1), 10. <https://doi.org/10.1038/s44401-025-00016-5>
- Sawyer, T., White, M., Zaveri, P., Chang, T., Ades, A., French, H., Anderson, J., Auerbach, M., Johnston, L., & Kessler, D. (2015). Learn, see, practice, prove, do, maintain. *Academic Medicine*, 90(8), 1025-1033. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000734>
- Seetohul, J., Shafiee, M., & Sirlantzis, K. (2023). Augmented reality (AR) for surgical robotic and autonomous systems: State of the art, challenges, and solutions. *Sensors*, 23(13), 6202. <https://doi.org/10.3390/s23136202>
- Seibert, K., Domhoff, D., Bruch, D., Schulte-Althoff, M., Fürstenau, D., Biessmann, F., & Wolf-Ostermann, K. (2021). Application scenarios for artificial intelligence in nursing care: Rapid review. *Journal of Medical Internet Research*, 23(11), e26522. <https://doi.org/10.2196/26522>
- Shinnick, M. A., Woo, M., Horwich, T. B., & Steadman, R. (2011). Debriefing: The most important component in simulation? *Clinical Simulation in Nursing*, 7(3), e105-e111. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2010.11.005>
- Shorey, S., & Ng, E. D. (2021). The use of virtual reality simulation among nursing students and registered nurses: A systematic review. *Nurse Education Today*, 98, 104662. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104662>
- Simms, R. C. (2024). Work With ChatGPT, Not Against: 3 Teaching Strategies That Harness the Power of Artificial Intelligence. *Nurse Educator*, 49(3), 158-161. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000001634>



- Singh, A., Ferry, D., Ramakrishnan, A., & Balasubramanian, S. (2020). Using virtual reality in biomedical engineering education. *Journal of Biomechanical Engineering*, 142(11). <https://doi.org/10.1115/1.4048005>
- Singleton, H., James, J., Penfold, S., Falconer, L., Priego-Hernandez, J., Holley, D., & Burden, D. (2021). Deteriorating Patient Training Using Nonimmersive Virtual Reality: A Descriptive Qualitative Study. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 39(11), 675-681. <https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000000787>
- Sombilon, E. V., Rahmanov, S. S., Jachecki, K., Rahmanov, Z., & Peisachovich, E. (2024). Ethical Considerations When Designing and Implementing Immersive Realities in Nursing Education. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.64333>
- Son, H., Ross, A., Mendoza-Tirado, E., & Lee, L. J. (2022). Virtual Reality in Clinical Practice and Research: Viewpoint on Novel Applications for Nursing. *JMIR Nursing*, 5(1), e34036. <https://doi.org/10.2196/34036>
- Strickland, E. (2019). IBM Watson, heal thyself: How IBM overpromised and underdelivered on AI health care. *IEEE Spectrum*, 56(4), 24-31. <https://doi.org/10.1109/MSPEC.2019.8678513>
- Szara, M., & Klukow, J. W. (2023). New technologies used in the education of nurses and midwives. *Pielęgniarstwo XXI Wieku / Nursing in the 21st Century*, 22(3), 181-194. <https://doi.org/10.2478/pielxxiw-2023-0026>
- Takahashi, T., Kitamura, A., Matsumoto, M., Higashimura, S., Nakagami, G., & Sanada, H. (2023). Introduction of augmented reality to the remote wound care nursing consultation system. *Journal of Wound Care*, 32(Sup8), clxvi-clxx. <https://doi.org/10.12968/jowc.2023.32.Sup8.clxvi>
- Tam, W., Huynh, T., Tang, A., Luong, S., Khatri, Y., & Zhou, W. (2023). Nursing education in the age of artificial intelligence powered Chatbots (AI-Chatbots): Are we ready yet? *Nurse Education Today*, 129, 105917. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2023.105917>
- Taskiran, N. (2023). Effect of Artificial Intelligence Course in Nursing on Students' Medical Artificial Intelligence Readiness: A Comparative Quasi-Experimental Study. *Nurse Educator*, 48(5), E147-E152. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000001446>



- Tejani, N., Dresselhaus, T. R., & Weinger, M. B. (2010). Development of a hand-held computer platform for real-time behavioral assessment of physicians and nurses. *Journal of Biomedical Informatics*, 43(1), 75-80. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2009.08.011>
- Thakur, R. (2024). Explainable AI: Developing Interpretable Deep Learning Models for Medical Diagnosis. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 6(4), 25281. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i04.25281>
- Vasquez, Brian A., Moreno-Lacalle, R., Soriano, G. P., Juntasoopeepun, P., Locsin, R. C., & Evangelista, L. S. (2023). Technological machines and artificial intelligence in nursing practice. *Nursing & Health Sciences*, 25(3), 474-481. <https://doi.org/10.1111/nhs.13029>
- Villanueva, C., Xiong, J., & Rajput, S. (2020). Simulation-based surgical education in cardiothoracic training. *ANZ Journal of Surgery*, 90(6), 978-983. <https://doi.org/10.1111/ans.15593>
- Villarruel, H. E. D. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en la monitorización de pacientes en enfermería. *Polo del Conocimiento*, 8(9), Article 9. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i9.6024>
- Wang, T., Mu, J., Chen, J., & Lin, C.-C. (2024). Comparing ChatGPT and clinical nurses' performances on tracheostomy care: A cross-sectional study. *International Journal of Nursing Studies Advances*, 6, 100181. <https://doi.org/10.1016/j.ijnsa.2024.100181>
- Wei, Q., Pan, S., Liu, X., Hong, M., Nong, C., & Zhang, W. (2025). The integration of AI in nursing: Addressing current applications, challenges, and future directions. *Frontiers in Medicine*, 12, 1545420. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1545420>
- Weller, J. M., Nestel, D., Marshall, S. D., Brooks, P. M., & Conn, J. J. (2012). Simulation in clinical teaching and learning. *Medical Journal of Australia*, 196(9), 594-594. <https://doi.org/10.5694/mja10.11474>
- White, M., Pizzetta, C., Davidson, E., Hines, A., Azevedo, M., Ikem, F., Jones, L. M., Malone, S., & Berhie, G. (2023). Mississippi church leaders' perceptions of challenges and barriers to the use of consumer wearables among community members. *AIMS Public Health*, 10(4), 775-790. <https://doi.org/10.3934/publichealth.2023052>



- Williams, K.-L., Rideout, J., Pritchett-Kelly, S., McDonald, M., Mullins-Richards, P., & Dubrowski, A. (2016). Mock code: A code blue scenario requested by and developed for registered nurses. *Curēus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.938>
- Williamson, S. M., & Prybutok, V. (2024). Balancing Privacy and Progress: A Review of Privacy Challenges, Systemic Oversight, and Patient Perceptions in AI-Driven Healthcare. *Applied Sciences*, 14(2), 675. <https://doi.org/10.3390/app14020675>
- Wynn, M., Garwood-Cross, L., Vasilica, C., Griffiths, M., Heaslip, V., & Phillips, N. (2023). Digitizing nursing: A theoretical and holistic exploration to understand the adoption and use of digital technologies by nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 79(10), 3737-3747. <https://doi.org/10.1111/jan.15810>
- Xu, L., Sanders, L., Li, K., & Chow, J. C. L. (2021). Chatbot for health care and oncology applications using artificial intelligence and machine learning: Systematic review. *JMIR Cancer*, 7(4), e27850. <https://doi.org/10.2196/27850>
- Yigit, D., & Acikgoz, A. (2024). Evaluation of future nurses' knowledge, attitudes and anxiety levels about artificial intelligence applications. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 30(7), 1319-1326. <https://doi.org/10.1111/jep.14062>
- Zackoff, M. W., Real, F. J., Sahay, R. D., Fei, L., Guiot, A., Lehmann, C., Tegtmeyer, K., & Klein, M. (2020). Impact of an immersive virtual reality curriculum on medical students' clinical assessment of infants with respiratory distress*. *Pediatric Critical Care Medicine*, 21(5), 477-485. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002249>
- Zavaleta-Monestel, E., Anchía-Alfaro, A., Rojas-Chinchilla, C., Quesada-Loria, D. F., & Arguedas-Chacón, S. (2025). Ethical and Practical Dimensions of Artificial Intelligence (AI) in Healthcare: A Comprehensive Study of Professional Perceptions. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.78416>
- Zhang, J., Wu, J., Qiu, Y., Song, A., Li, W., Li, X., & Liu, Y. (2023). Intelligent speech technologies for transcription, disease diagnosis, and medical equipment interactive control in smart hospitals: A review. *Computers in Biology and Medicine*, 153, 106517. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2022.106517>



Zhao, J., & Fu, G. (2022). Artificial intelligence-based family health education public service system.

Frontiers in Psychology, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.898107>

Zhou, Y., Li, Z., & Li, Y. (2021). Interdisciplinary collaboration between nursing and engineering in health care: A scoping review. *International Journal of Nursing Studies*, 117, 103900.

<https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2021.103900>

