OPINIÓN CLÍNICA

Realidad virtual en la formación de especialistas en medicina de urgencias: oportunidades, limitaciones y perspectivas

Virtual reality in emergency medicine specialist training: opportunities,limitations and future perspectives

Jorge Lorìa Castellanos [1], **Ariana Cerón Apipilhuasco** [1], **Juan Rodrigo Mendoza Carrillo** [1]

[1] Centro Anáhuac de Simulación Clínica, Universidad Anáhuac, México.

Autor de correspondencia

Dr. Jorge Loría Castellanos; jloriac@hotmail.com

Historia del artículo

Recibido: 3/07/2026 **Aceptado:** 20/08/2026 **Publicado:** 5/10/2026

Resumen

La formación de especialistas en medicina de urgencias exige desarrollar competencias técnicas y no técnicas en un entorno caracterizado por alta complejidad clínica, incertidumbre diagnóstica y presión asistencial. En este contexto, la realidad virtual (RV) ha emergido como una estrategia educativa con potencial para complementar la simulación clínica convencional. Sin embargo, la rápida incorporación de esta tecnología ha favorecido interpretaciones que, en ocasiones, sobreestiman el alcance de la evidencia disponible. En esta Opinión Clínica sostenemos que la RV debería incorporarse de manera selectiva, evaluada e integrada dentro de los programas de residencia, priorizando escenarios de baja frecuencia y alto riesgo, entrenamiento deliberado y evaluación objetiva del desempeño. La evidencia publicada durante los últimos años sugiere beneficios en la adquisición de conocimientos, el entrenamiento procedimental y el desarrollo de habilidades no técnicas; no obstante, persisten limitaciones relacionadas con la heterogeneidad metodológica de los estudios, la escasa demostración de transferencia al entorno clínico y la ausencia de evidencia sólida sobre desenlaces clínicos y costo-efectividad. La implementación responsable de la RV requiere objetivos educativos claramente definidos, integración con sesiones estructuradas de *debriefing*, evaluación continua de competencias y análisis de accesibilidad, equidad y protección de datos. Particularmente en América Latina, donde la información sobre su adopción permanece limitada, resulta prioritario generar evidencia propia que permita fundamentar decisiones curriculares.

Palabras clave: Educación Médica; Realidad Virtual; Medicina de Emergencia.

Abstract

Training emergency medicine specialists requires developing technical and non-technical competencies in an extraordinarily complex clinical environment characterized by diagnostic uncertainty and time pressure. In this context, virtual reality (VR) has emerged as an educational strategy with the potential to complement conventional simulation. However, the growing interest in this technology has occasionally led to conclusions that exceed the strength of the available evidence. In this Clinical Opinion, we argue that VR should be incorporated selectively, critically, and within structured residency curricula, focusing on low-frequency, high-risk scenarios, deliberate practice, and objective competency assessment. Recent evidence suggests potential benefits in knowledge acquisition, procedural skills, and non-technical competencies; nevertheless, important limitations remain, including methodological heterogeneity, limited evidence of transfer to real clinical practice, and insufficient data regarding patient outcomes and cost-effectiveness. Responsible implementation should include clearly defined educational objectives, structured debriefing, competency-based assessment, and consideration of accessibility, equity, and data protection. In Latin America, where information regarding the adoption of VR remains scarce, regional research is needed to guide evidence-based educational policies.

Keywords: Education, Medical; Virtual Reality; Emergency Medicine.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.
Versión electrónica: ISSN 3119-7213e CrossRef DOI: 10.65920/rpmed
OJS: https://rpmed.pe/ojs

Citar como:
Lorìa Castellanos J, Cerón Apipilhuasco A, Mendoza Carrillo JR. Realidad virtual en la formación de especialistas en medicina de urgencias: oportunidades, limitaciones y perspectivas. Rev Per Med Emg Desast. 2026; 1(3):37-41. DOI: 10.65920/rpmed.202613.39

Introducción

La medicina de urgencias constituye una de las especialidades con mayores exigencias para la formación clínica. Los residentes deben adquirir competencias diagnósticas, procedimentales y de trabajo en equipo en escenarios caracterizados por incertidumbre, limitaciones de tiempo y riesgo elevado para los pacientes. Al mismo tiempo, la necesidad de preservar la seguridad del paciente, junto con la menor disponibilidad de oportunidades para practicar procedimientos invasivos o enfrentarse a eventos críticos poco frecuentes, ha impulsado la búsqueda de estrategias educativas complementarias a la enseñanza clínica tradicional.

La simulación clínica ha demostrado ser una herramienta fundamental dentro de la educación médica basada en competencias. En los últimos años, la realidad virtual (RV), entendida como la creación de entornos digitales completamente inmersivos con los que el usuario interactúa mediante dispositivos especializados, ha ampliado las posibilidades del entrenamiento clínico. Es importante diferenciar este concepto de la realidad extendida (XR), término que engloba la realidad virtual, la realidad aumentada y la realidad mixta, tecnologías que poseen aplicaciones y niveles de inmersión diferentes.

Las revisiones sistemáticas publicadas recientemente sugieren que la RV puede favorecer la adquisición de conocimientos, el entrenamiento procedimental y algunas habilidades no técnicas cuando se utiliza como complemento de la simulación convencional. Sin embargo, la evidencia disponible continúa siendo heterogénea y aún resulta insuficiente para afirmar que estas mejoras se traduzcan de manera consistente en mejores desenlaces clínicos o mayor seguridad del paciente.

Nuestra postura es que la realidad virtual no debe considerarse un sustituto de la enseñanza clínica ni de la simulación convencional. Su mayor valor radica en incorporarse de forma selectiva, evaluada y basada en evidencia, especialmente para el entrenamiento de escenarios de baja frecuencia y alta complejidad, la práctica deliberada y la evaluación objetiva del desempeño.

Argumentación

¿Qué aporta la realidad virtual a la formación del especialista en medicina de urgencias?

La principal fortaleza de la realidad virtual (RV) no radica en sustituir la enseñanza clínica tradicional, sino en ampliar las oportunidades de aprendizaje cuando la exposición a determinados escenarios resulta limitada por razones éticas, logísticas o epidemiológicas. En medicina de urgencias, donde muchas decisiones deben tomarse en segundos y algunos eventos críticos ocurren con baja frecuencia, la posibilidad de practicar repetidamente en un entorno inmersivo constituye una ventaja educativa difícil de reproducir durante la actividad asistencial cotidiana [1–3].

La evidencia disponible sugiere que la RV favorece la adquisición de conocimientos y habilidades procedimentales cuando forma parte de programas estructurados de entrenamiento. Revisiones sistemáticas recientes han observado resultados favorables en procedimientos relacionados con la reanimación cardiopulmonar, el manejo inicial del trauma y otras competencias de urgencias; sin embargo, la magnitud del beneficio varía entre estudios y depende del diseño pedagógico, del grado de inmersión utilizado y de la calidad de la intervención educativa [1–5]. Por ello, interpretar la RV como una tecnología intrínsecamente superior a la simulación convencional no encuentra respaldo suficiente en la literatura actual.

Desde nuestra perspectiva, el mayor valor educativo de la RV reside en tres características.

La primera es la práctica deliberada. La posibilidad de repetir un procedimiento múltiples veces, recibir retroalimentación inmediata y corregir errores antes del contacto con pacientes reales coincide con los principios del aprendizaje experto descritos por Ericsson [9]. En especialidades con alta carga procedimental, esta repetición favorece el desarrollo progresivo de la competencia clínica sin incrementar riesgos para los pacientes.

La segunda corresponde a la estandarización del entrenamiento. La experiencia clínica durante la residencia depende inevitablemente del perfil epidemiológico de cada hospital. Algunos residentes atienden numerosos pacientes politraumatizados, mientras otros rara vez enfrentan eventos como intoxicaciones masivas, incidentes con múltiples víctimas, emergencias obstétricas críticas o desastres químicos. La RV ofrece la posibilidad de que todos los residentes entrenen escenarios equivalentes bajo condiciones controladas, reduciendo parcialmente la variabilidad inherente al aprendizaje basado exclusivamente en la práctica clínica [2,3].

La tercera fortaleza se relaciona con el entrenamiento de competencias no técnicas. El desempeño en medicina de urgencias depende no solo del conocimiento científico, sino también de la comunicación efectiva, el liderazgo, la conciencia situacional y la coordinación del equipo. Los entornos virtuales permiten recrear escenarios dinámicos donde múltiples profesionales interactúan simultáneamente y posteriormente participan en sesiones estructuradas de *debriefing*, facilitando la reflexión sobre la toma de decisiones y el funcionamiento del equipo. Diversos estudios han mostrado resultados favorables en estas competencias, aunque la calidad metodológica continúa siendo variable y la evidencia aún no permite establecer conclusiones definitivas [2–5].

Otra ventaja potencial consiste en la posibilidad de obtener indicadores objetivos del desempeño. Algunas

plataformas registran tiempos de respuesta, secuencia de intervenciones, adherencia a algoritmos y errores durante la simulación. Estos datos pueden complementar la evaluación realizada por instructores y favorecer una valoración más reproducible del progreso del residente. Sin embargo, no todas las plataformas disponen de estas funcionalidades y todavía existe escasa evidencia acerca de cuál es la mejor manera de integrar estos indicadores en procesos formales de evaluación por competencias.

En los últimos años también se ha incrementado el interés por integrar herramientas de inteligencia artificial (IA) dentro de los sistemas de RV. Los modelos adaptativos podrían modificar el comportamiento del paciente virtual según las decisiones del usuario y ofrecer retroalimentación personalizada. No obstante, la mayor parte de estas aplicaciones permanece en etapas tempranas de desarrollo o validación. En consecuencia, consideramos que la IA debe entenderse actualmente como una perspectiva prometedora más que como un beneficio ya demostrado para la educación en medicina de urgencias.

En conjunto, estos elementos apoyan la incorporación progresiva de la RV como complemento de la simulación convencional. No obstante, su utilidad depende mucho más del diseño curricular, de la calidad del escenario educativo y del proceso de retroalimentación que de la tecnología por sí misma. La inmersión, aunque atractiva, no garantiza un aprendizaje significativo si no se acompaña de objetivos claramente definidos y de una estrategia pedagógica basada en competencias.

¿Qué dicen realmente las revisiones sistemáticas y cuáles son sus límites?

El entusiasmo generado por la realidad virtual ha favorecido que, con frecuencia, sus beneficios se presenten como hechos consolidados. Sin embargo, una lectura crítica de la literatura muestra un panorama considerablemente más matizado. Las revisiones sistemáticas publicadas durante los últimos años coinciden en señalar que la RV representa una estrategia educativa prometedora, pero también destacan importantes limitaciones metodológicas que impiden establecer conclusiones definitivas sobre su superioridad frente a otras modalidades de entrenamiento [1–5].

Los metaanálisis disponibles muestran que la RV suele obtener resultados comparables o discretamente superiores respecto a métodos tradicionales para algunos desenlaces educativos, particularmente en adquisición de conocimientos y habilidades procedimentales [1, 2]. Sin embargo, la heterogeneidad entre estudios es elevada. Existen diferencias importantes en el tipo de dispositivos utilizados, el grado de inmersión, la duración de las intervenciones, las características de los participantes y los instrumentos empleados para evaluar el aprendizaje. Esta diversidad limita la posibilidad de extrapolar los resultados a todos los programas de residencia en medicina de urgencias.

Además, la mayoría de los estudios evalúa desenlaces educativos de corto plazo. Es decir, se mide cuánto aprende el participante inmediatamente después de la intervención, pero con menor frecuencia se analiza si esas competencias permanecen a largo plazo o si realmente se transfieren al desempeño clínico cotidiano. Más escasa aún es la evidencia que relacione el entrenamiento mediante RV con mejoras objetivas en los desenlaces de los pacientes, la reducción de errores médicos o la seguridad asistencial.

Otro aspecto que merece cautela corresponde a la evidencia económica. Aunque el costo de los dispositivos ha disminuido progresivamente y algunas plataformas permiten reutilizar escenarios de manera ilimitada, todavía existen pocos estudios de costo-efectividad realizados en programas de residencia. Por ello, resulta prematuro afirmar que la RV reduce costos de forma consistente. Su conveniencia económica probablemente dependerá del volumen de usuarios, de la infraestructura existente y de la integración con otras modalidades de simulación.

Finalmente, tampoco deben ignorarse las barreras prácticas para su implementación. Algunos participantes experimentan fatiga visual, mareo o síntomas compatibles con cinetosis durante sesiones prolongadas. Si bien estos efectos parecen menos frecuentes con los dispositivos más recientes, continúan siendo un aspecto que debe vigilarse al diseñar programas educativos inmersivos. Del mismo modo, la incorporación creciente de plataformas digitales obliga a considerar aspectos relacionados con la protección de datos, la privacidad y la gobernanza de la información generada durante el entrenamiento.

En nuestra opinión, el principal mensaje que ofrece la literatura actual no es que la realidad virtual haya demostrado ser superior a todas las estrategias existentes, sino que constituye una herramienta con un potencial considerable cuyo verdadero impacto dependerá de la calidad de la implementación, del diseño pedagógico y de la producción de evidencia clínica más robusta. Precisamente por ello, la discusión ya no debería centrarse en si la RV reemplazará la simulación convencional, sino en identificar los escenarios donde aporte un valor educativo claramente diferencial.

Propuesta para una implementación responsable de la realidad virtual en los programas de residencia

Si aceptamos que la realidad virtual (RV) no debe sustituir la experiencia clínica ni la simulación convencional, la pregunta deja de ser si debe incorporarse a

la formación del especialista y pasa a ser cómo hacerlo de manera responsable y basada en evidencia. Desde nuestra perspectiva, el éxito de esta tecnología dependerá menos del grado de sofisticación de los dispositivos que de su integración dentro de un currículo estructurado y orientado al desarrollo de competencias.

El primer requisito consiste en definir objetivos educativos específicos. La RV no aporta el mismo valor en todas las áreas del entrenamiento. Su utilización parece especialmente pertinente para escenarios caracterizados por baja frecuencia, alta complejidad o elevado riesgo para el paciente, donde la exposición clínica durante la residencia suele ser limitada [2,3]. Entre ellos se incluyen la atención inicial del paciente politraumatizado, el manejo avanzado de la vía aérea difícil, la reanimación cardiopulmonar, los incidentes con múltiples víctimas, las intoxicaciones graves y otras emergencias tiempo-dependientes. En estos contextos, la práctica repetitiva puede contribuir a reducir la variabilidad del entrenamiento entre residentes.

En segundo lugar, la RV debería incorporarse como parte de programas longitudinales y no mediante sesiones aisladas. La literatura sobre educación médica demuestra que el aprendizaje basado en competencias requiere entrenamiento deliberado, retroalimentación continua y reevaluación periódica [9]. En consecuencia, una sesión inmersiva adquiere verdadero valor cuando forma parte de una secuencia educativa que incluye preparación previa, simulación, *debriefing* estructurado y seguimiento posterior del desempeño. Sin estos elementos, la experiencia tecnológica corre el riesgo de convertirse en un ejercicio atractivo desde el punto de vista visual, pero con impacto educativo limitado.

Otro aspecto fundamental consiste en evaluar competencias, no únicamente conocimientos. Una ventaja potencial de la RV es la posibilidad de registrar indicadores objetivos, como tiempos de respuesta, adherencia a algoritmos o secuencia de intervenciones. Sin embargo, estos parámetros no deberían utilizarse de manera aislada. Su interpretación debe complementarse con la observación directa del desempeño, la reflexión durante el *debriefing* y otras herramientas de evaluación propias de la educación basada en competencias. La tecnología puede enriquecer el proceso evaluativo, pero difícilmente reemplazará el juicio académico del instructor.

Asimismo, la implementación institucional debe considerar criterios de equidad y accesibilidad. En América Latina existe información limitada acerca del grado de incorporación de la RV en los programas de residencia [2]. Más que asumir una adopción insuficiente, resulta necesario reconocer la escasez de datos regionales y promover investigaciones multicéntricas que describan la disponibilidad tecnológica, los modelos de financiamiento y los resultados educativos obtenidos en diferentes contextos. Esta evidencia permitirá diseñar estrategias adaptadas a las necesidades y recursos de cada sistema de salud, evitando extrapolar de manera indiscriminada experiencias desarrolladas en países con mayor infraestructura tecnológica.

La dimensión económica también merece un análisis prudente. Aunque el costo de los dispositivos inmersivos ha disminuido en los últimos años, la adquisición de *hardware*, licencias de *software*, mantenimiento y capacitación de instructores continúa representando una inversión importante para muchas instituciones. En consecuencia, la decisión de incorporar RV debería sustentarse en análisis de costo-beneficio que contemplen el número de residentes, la frecuencia de utilización, la posibilidad de compartir plataformas entre sedes y el impacto educativo esperado, más que en el atractivo tecnológico por sí mismo.

Finalmente, el desarrollo de plataformas digitales obliga a incorporar aspectos relacionados con la ética y la gobernanza de los datos. Algunas aplicaciones registran información detallada sobre el desempeño individual de los residentes, incluyendo tiempos de respuesta, trayectorias de movimiento o patrones de interacción. Estas capacidades ofrecen oportunidades para personalizar el aprendizaje, pero también plantean desafíos respecto a la confidencialidad, el uso responsable de los datos y la transparencia de los algoritmos utilizados para generar retroalimentación. La incorporación de estas tecnologías debe acompañarse de políticas institucionales claras sobre protección de datos personales y evaluación ética de las herramientas educativas.

Conclusiones

La realidad virtual representa una de las innovaciones más prometedoras para fortalecer la educación en medicina de urgencias. La evidencia disponible sugiere beneficios en el aprendizaje de conocimientos, el entrenamiento procedimental y el desarrollo de algunas competencias no técnicas, particularmente cuando se integra dentro de programas educativos estructurados y acompañados de práctica deliberada y *debriefing* [1–5]. No obstante, estos resultados deben interpretarse con cautela debido a la heterogeneidad metodológica de los estudios y a la limitada evidencia sobre transferencia al entorno clínico, desenlaces en pacientes y costo-efectividad.

Consideramos que el debate ya no debe centrarse en determinar si la realidad virtual sustituirá la enseñanza clínica o la simulación convencional. Su verdadero potencial reside en complementar estas estrategias allí donde ofrece mayores ventajas: entrenamiento de escenarios poco frecuentes, evaluación estandarizada de competencias y oportunidades de práctica repetitiva en un entorno seguro.

La incorporación de la RV en los programas de residencia debería realizarse de manera selectiva, progresiva y evaluada, con objetivos educativos claramente de-

finidos, integración curricular, evaluación continua del desempeño y vigilancia de aspectos relacionados con accesibilidad, equidad, sostenibilidad y protección de datos. Paralelamente, es indispensable fortalecer la investigación en América Latina mediante estudios multicéntricos que permitan determinar cuáles modelos de implementación generan el mayor beneficio educativo en nuestro contexto.

En síntesis, la realidad virtual no constituye una solución tecnológica universal para los desafíos de la formación en medicina de urgencias. Sí representa, en cambio, una oportunidad para enriquecer la educación basada en competencias cuando su incorporación responde a necesidades pedagógicas concretas y se apoya en evidencia científica de calidad. Ese enfoque, más que el entusiasmo tecnológico, debería orientar las decisiones curriculares durante los próximos años.

Aprobación ética: No requiere.
Financiamiento: Este estudio no recibió financiamiento externo.
Conflicto de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias bibliográficas

1. Sun R, Wang Y, Wu Q, Wang S, Liu X, Wang P, et al. Effectiveness of virtual and augmented reality for cardiopulmonary resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med Educ*. 2024;24:730. doi: https://doi.org/10.1186/s12909-024-05730-4
2. Zhang Z, Meybodi MM, Ingale A, Karimova L, Vinnikov M. Extended reality technology for emergency medical service training: systematic review. *Front Disaster Emerg Med*. 2025;3:1630167.
3. Cardós-Alonso MC, Otero-Varela L, Redondo M, Uzuriaga M, González M, Vázquez T, et al. Extended reality training for mass casualty incidents: a systematic review on effectiveness and experience of medical first responders. *Int J Emerg Med*. 2024;17:99. doi: https://doi.org/10.1186/s12245-024-00699-2
4. Trevi R, Chiappinotto S, Palese A, Galazzi A. Virtual reality for cardiopulmonary resuscitation healthcare professionals training: a systematic review. *J Med Syst*. 2024;48:50. doi: https://doi.org/10.1007/s10916-024-02062-0
5. Abbas JR, Chu MMH, Jeyarajah C, Isba R, Payton A, McGrath B, et al. Virtual reality in simulation-based emergency skills training: a systematic review with narrative synthesis. *Resusc Plus*. 2023;16:100484. doi: https://doi.org/10.1016/j.resplu.2023.100484
6. Kyaw BM, Saxena N, Posadzki P, Vseteckova J, Nikolaou CK, George PP, et al. Virtual reality for health professions education: systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res*. 2019;21(1):e12959. doi: https://doi.org/10.2196/12959
7. Radianti J, Majchrzak TA, Fromm J, Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: design elements, lessons learned, and research agenda. *Comput Educ*. 2020;147:103778. doi: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778
8. Lateef F. Simulation-based learning: just like the real thing. *J Emerg Trauma Shock*. 2010;3(4):348–352. doi: https://doi.org/10.4103/0974-2700.70743
9. Ericsson KA. Deliberate practice and acquisition of expert performance: a general overview. *Acad Emerg Med*. 2008;15(11):988–994. doi: https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2008.00227.x