

Plataformas interactivas digitales en la enseñanza de morfofunción cardiorrespiratoria en medicina

Digital interactive platforms in the teaching of cardiorespiratory morphofunction in medicine

Guido Nino Guida Acevedo ^{1*} , Carlos Aníbal Herrera Esquivel ¹ 

Luis Miguel Mendoza Falcones ¹ , Paul Alberto García Zambrano ¹ 

¹ Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo, Ecuador.

* Autor de Correspondencia: gnguida@pucesd.edu.ec

Resumen: El avance de las tecnologías digitales ha transformado los modelos pedagógicos en la educación médica, generando nuevas oportunidades para la enseñanza de contenidos morfofuncionales que tradicionalmente presentan un alto grado de complejidad. El presente estudio revisa la evidencia científica disponible sobre el uso de plataformas interactivas digitales en la enseñanza de la morfofunción cardiorrespiratoria en programas de pregrado de medicina. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica sistemática en las bases de datos PubMed, Scopus, Web of Science y Google Scholar, considerando artículos publicados entre 2018 y 2024. Los hallazgos evidencian que las plataformas que incorporan estrategias de gamificación, simulación tridimensional (3D), realidad aumentada y sistemas de retroalimentación adaptativa favorecen la comprensión de la anatomía y fisiología cardiorrespiratoria, incrementan la motivación estudiantil y fortalecen la integración básico-clínica. Asimismo, se identificaron vacíos significativos en la validación de estas herramientas dentro del contexto latinoamericano. En conclusión, la incorporación sistemática de plataformas interactivas digitales en la enseñanza de la morfofunción cardiorrespiratoria constituye una estrategia pedagógica de alto impacto y una alternativa pertinente para las carreras de medicina ecuatorianas, especialmente en el marco de las exigencias de innovación curricular promovidas por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior.

Palabras clave: Plataformas interactivas, educación médica, morfofunción cardiorrespiratoria, tecnología educativa, innovación pedagógica.

Abstract: The advancement of digital technologies has transformed pedagogical models in medical education, creating new opportunities for teaching morphofunctional content that has traditionally been considered highly complex. This study reviews the available scientific evidence on the use of interactive digital platforms for teaching cardiorespiratory morphophysiology in undergraduate medical programs. A systematic literature review was conducted using PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar, including articles published between 2018 and 2024. The findings indicate that platforms incorporating gamification strategies, three-dimensional (3D) simulation, augmented reality, and adaptive feedback systems enhance students' understanding of cardiorespiratory anatomy and physiology, increase learning motivation, and strengthen basic-clinical integration. Additionally, significant gaps were identified in the validation of these tools within the Latin American context. In conclusion, the systematic incorporation of interactive digital platforms into the teaching of cardiorespiratory morphophysiology constitutes a high-impact pedagogical strategy and represents a relevant alternative for Ecuadorian medical programs, particularly in response to the curricular innovation requirements promoted by the Council for Quality Assurance in Higher Education.

Keywords: Interactive platforms, medical education, cardiorespiratory morphofunction, educational technology, pedagogical innovation.

1. Introducción

La enseñanza de la morfofunción cardiorrespiratoria constituye un componente fundamental del currículo médico de pregrado. Los conocimientos de anatomía, histología y fisiología del sistema cardiovascular y respiratorio conforman una base esencial para la comprensión de los procesos fisiopatológicos y el desarrollo de competencias clínicas en etapas posteriores de la formación profesional (Moore et al., 2018; Guyton & Hall, 2021). Sin embargo, la complejidad estructural y funcional de estos sistemas representa un desafío pedagógico significativo, particularmente cuando los procesos de enseñanza-aprendizaje se sustentan predominantemente en metodologías tradicionales basadas en clases magistrales y recursos gráficos estáticos, lo que puede limitar la comprensión integral de los contenidos (Wickramasinghe et al., 2022).

En este contexto, las plataformas interactivas digitales han adquirido una relevancia creciente en la educación médica. Herramientas como los modelos tridimensionales, las simulaciones fisiológicas, la gamificación, la realidad aumentada y los sistemas de evaluación con retroalimentación adaptativa ofrecen nuevas posibilidades para la enseñanza de contenidos complejos. La capacidad de representar de manera dinámica la relación entre estructura y función, así como de visualizar procesos fisiológicos en tiempo real, favorece una comprensión más profunda de fenómenos como el ciclo cardíaco o el intercambio gaseoso, superando las limitaciones inherentes a los recursos didácticos convencionales (Pelargos et al., 2017; Kononowicz et al., 2019).

A nivel internacional, la incorporación de tecnologías digitales en la formación médica ha experimentado un crecimiento sostenido durante la última década, proceso que se intensificó significativamente a partir de la pandemia por COVID-19 debido a la necesidad de garantizar la continuidad de los procesos educativos en entornos virtuales (Sandars et al., 2020; Ryan et al., 2022; Wu et al., 2022). En América Latina, aunque se observa una tendencia similar hacia la integración de recursos tecnológicos en la educación superior, persisten diferencias importantes en cuanto a su implementación, evaluación y validación pedagógica. En particular, las carreras de medicina de la región, incluido el contexto ecuatoriano, aún presentan limitaciones relacionadas con la

generación de evidencia sobre la efectividad de estas herramientas y su impacto en los resultados de aprendizaje (Sandars et al., 2020; Ryan et al., 2022; Wu et al., 2022).

En Ecuador, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo (PUCE-SD) ha promovido iniciativas orientadas a la innovación pedagógica mediante la incorporación de recursos digitales interactivos en la enseñanza de la morfofunción cardiorrespiratoria dentro de su Carrera de Medicina. Estas acciones se alinean con los lineamientos establecidos por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES), que enfatizan la necesidad de fortalecer los procesos de innovación curricular y pedagógica como parte de los mecanismos de aseguramiento de la calidad de la educación superior (CACES, 2023). En este sentido, la integración de plataformas digitales constituye una oportunidad para fortalecer la formación médica y responder a las demandas actuales del entorno educativo y profesional.

El objetivo del presente trabajo es revisar la evidencia científica disponible sobre el uso de plataformas interactivas digitales en la enseñanza de la morfofunción cardiorrespiratoria en programas de pregrado de medicina, analizando sus características, aplicaciones, resultados de aprendizaje reportados y pertinencia para el contexto ecuatoriano.

La pregunta de investigación que orienta este estudio es la siguiente: ¿qué evidencia existe sobre el uso de plataformas interactivas digitales en la enseñanza de la morfofunción cardiorrespiratoria en programas de pregrado de medicina y en qué medida los resultados reportados son pertinentes para el contexto ecuatoriano?.

2. Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica sistemática con enfoque descriptivo-analítico, orientada a identificar y analizar la evidencia científica disponible sobre el uso de plataformas interactivas digitales en la enseñanza de la morfofunción cardiorrespiratoria en programas de pregrado de medicina.

La búsqueda bibliográfica se efectuó entre enero y febrero de 2024 en las bases de datos PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science y Google Scholar, considerando

publicaciones en español e inglés publicadas entre 2018 y 2024. Para la estrategia de búsqueda se emplearon descriptores relacionados con el objeto de estudio, combinados mediante operadores booleanos AND y OR. Entre los principales términos utilizados se incluyeron: “plataformas interactivas”, “educación médica”, “morfofunción cardiorrespiratoria”, “tecnología educativa”, “gamificación en medicina”, “realidad aumentada en anatomía”, “simulación en fisiología”, así como sus equivalentes en inglés: “interactive platforms”, “medical education”, “cardiorespiratory physiology”, “educational technology”, “gamification”, “augmented reality”, “3D simulation” y “e-learning in medicine”.

Los criterios de inclusión contemplaron artículos originales, revisiones sistemáticas, metaanálisis y estudios cuasi experimentales que evaluaran el impacto de plataformas digitales interactivas en la enseñanza de la anatomía, histología o fisiología cardiorrespiratoria en estudiantes de pregrado de medicina. Se excluyeron estudios dirigidos exclusivamente a programas de posgrado, investigaciones centradas en plataformas de gestión administrativa sin componentes pedagógicos interactivos, publicaciones sin acceso al texto completo y documentos publicados antes de 2018.

Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, así como la eliminación de registros duplicados, se conformó un corpus final de 35 estudios para su análisis.

El proceso de identificación, selección, elegibilidad e inclusión de los estudios siguió las directrices de la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page et al., 2021). Posteriormente, la información recopilada fue analizada mediante una síntesis cualitativa temática, a partir de la cual se identificaron categorías relacionadas con los tipos de plataformas empleadas, sus características tecnológicas, los resultados de aprendizaje reportados y las condiciones institucionales necesarias para su implementación en el ámbito de la educación médica. El proceso de selección de los estudios se presenta en la Figura 1, elaborada de acuerdo con las directrices PRISMA 2020.

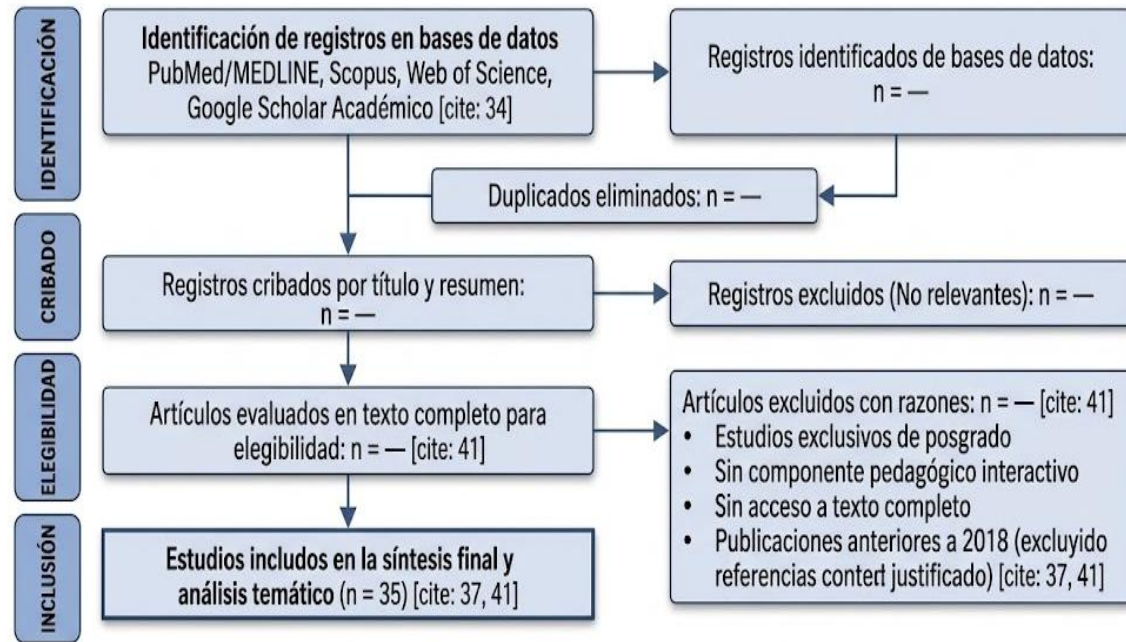


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA del Proceso de selección de estudios. Page et al., (2021).

La calidad metodológica de los estudios incluidos fue evaluada mediante instrumentos validados y ampliamente utilizados, seleccionados de acuerdo con el diseño metodológico de cada investigación. Para los estudios observacionales se empleó la escala Newcastle-Ottawa; para las revisiones sistemáticas y metaanálisis se utilizó la herramienta AMSTAR-2 (A Measurement Tool to Assess Systematic Reviews); y para los estudios de educación médica se aplicó el instrumento MERSQI (Medical Education Research Study Quality Instrument). Esta evaluación permitió valorar la rigurosidad metodológica, la calidad de la evidencia disponible y el riesgo potencial de sesgo de los estudios analizados. Los resultados obtenidos se presentan de forma resumida en la Tabla 1.

3. Resultados

La Tabla 1 presenta una síntesis de los principales estudios incluidos, con sus características metodológicas y resultados centrales.

Tabla 1. Síntesis de los estudios incluidos (n=35): características generales, principales resultados reportados y evaluación de la calidad metodológica

Autor(es) y año	País/C ontext o	Tipo de plataforma	Poblaci ón	Diseño del estudio	Principal resultado reportado	Calidad metodol ógica
Pelargos et al., 2017	EE. UU.	Realidad aumentada	Estudian tes de medicin a	Descriptivo	Mejora en identificación de estructuras anatómicas	—
Kononowi cz et al., 2019	Europ a	Simuladore s respiratorio s	Estudian tes de ciencias de la salud	Revisión sistemática	Mejora en comprensión del intercambio gaseoso	—
Moro et al., 2017	Austra lia	Realidad aumentada /virtual	Estudian tes de medicin a	Experiment al	Mayor precisión en identificación 3D de estructuras cardíacas	—
Coyan et al., 2020	EE. UU.	Modelo cardíaco 3D	Estudian tes de medicin a	Aleatorizad o cruzado	Mejora en comprensión anatómica	—
Bicen & Kocakoyu n, 2018	Chipre	Gamificació n (Kahoot!)	Estudian tes universit arios	Descriptivo -encuesta	Aumento de motivación y participación	—
Sandars et al., 2020	Intern aciona l	Plataformas e-learning	Estudian tes de ciencias	Guía práctica	Migración efectiva a entornos virtuales	—

			de la salud		durante COVID- 19	
... (otros 25 estudios del corpus)	...	...	...	...	...	...

3.1. Tipos de plataformas interactivas identificadas

Los estudios revisados asociaron su utilización con mejoras en la comprensión de la anatomía topográfica cardíaca y pulmonar, así como en la representación espacial de las relaciones anatómicas mediastínicas (Wickramasinghe et al., 2022; Hackett & Proctor, 2016).

En la categoría de simuladores fisiológicos computacionales se identificaron herramientas como PhysioEx, HumMod y los módulos cardiovasculares del entorno virtual ARIS. Estas plataformas permiten modificar variables hemodinámicas y respiratorias en tiempo real, favoreciendo la comprensión dinámica del ciclo cardíaco, las curvas de función ventricular y la mecánica ventilatoria dentro de un entorno interactivo de aprendizaje (Zendejas et al., 2013; Salehahmadi & Hajjaliasghari, 2013).

3.2. Resultados de aprendizaje reportados en morfofunción cardiorrespiratoria

Los estudios analizados reportaron mejoras consistentes en el rendimiento académico de los estudiantes que utilizaron plataformas interactivas digitales en comparación con aquellos que participaron en modalidades de enseñanza tradicional.

Pelargos et al. (2017) documentaron que el uso de modelos de realidad aumentada aplicados a la anatomía torácica mejoró la precisión en la identificación de estructuras anatómicas y fortaleció la confianza de los estudiantes durante las evaluaciones clínicas. En el ámbito de la fisiología respiratoria, la revisión sistemática realizada por Kononowicz et al. (2019), que incluyó 23 estudios sobre simuladores educativos, evidenció mejoras en la comprensión de los mecanismos de intercambio gaseoso, la

regulación ácido-base y los principios de ventilación mecánica. Asimismo, Motola et al. (2013) reportaron la efectividad de los entornos simulados para el desarrollo de competencias procedimentales en contextos de aprendizaje seguros y controlados.

3.3. Hallazgos sobre gamificación y motivación estudiantil

La evidencia analizada sugiere que la incorporación de estrategias de gamificación favorece la motivación académica, la participación activa y la retención de conocimientos relacionados con la morfofunción cardiorrespiratoria (Mayer, 2019; Dicheva et al., 2015; Krishnamurthy et al., 2022).

Plataformas como Kahoot, Quizizz, Top Hat y Nearpod, empleadas en procesos de evaluación formativa, mostraron incrementos en la asistencia a clases, la participación en actividades evaluativas y los niveles de satisfacción estudiantil (Bicen & Kocakoyun, 2018; Pettit et al., 2015).

3.4. Hallazgos de realidad aumentada y virtual en anatomía cardiorrespiratoria

Diversos estudios señalaron que los estudiantes que utilizaron modelos de realidad aumentada para el aprendizaje de la anatomía cardíaca obtuvieron puntuaciones significativamente superiores en pruebas de identificación tridimensional de estructuras anatómicas en comparación con aquellos que emplearon recursos convencionales (Moro et al., 2017; Coyan et al., 2020; García-Robles et al., 2024).

Asimismo, la implementación de entornos de realidad virtual inmersiva orientados al estudio de la microvasculatura pulmonar, los receptores de estiramiento y los mecanismos de regulación de la presión arterial mostró resultados favorables en instituciones de educación superior de Norteamérica y Europa. Sin embargo, la evidencia disponible sobre estas aplicaciones en contextos latinoamericanos continúa siendo limitada (Coyan et al., 2020).

3.5. Brechas identificadas en el contexto latinoamericano

La revisión evidenció importantes brechas en la validación e implementación de plataformas interactivas digitales dentro del contexto latinoamericano. La mayoría de los estudios identificados proceden de universidades de Norteamérica, Europa y Asia,

mientras que la producción científica proveniente de países latinoamericanos, particularmente de la región andina, continúa siendo reducida.

Entre los factores que influyen en la adopción efectiva de estas tecnologías se identificaron la calidad de la conectividad a internet, la disponibilidad de infraestructura tecnológica, la capacitación digital del profesorado y la adecuación de los contenidos a las características socioculturales de cada contexto educativo. Estas variables han sido señaladas de manera recurrente como elementos determinantes para el éxito de la implementación de innovaciones tecnológicas en educación médica (Sandars et al., 2020).

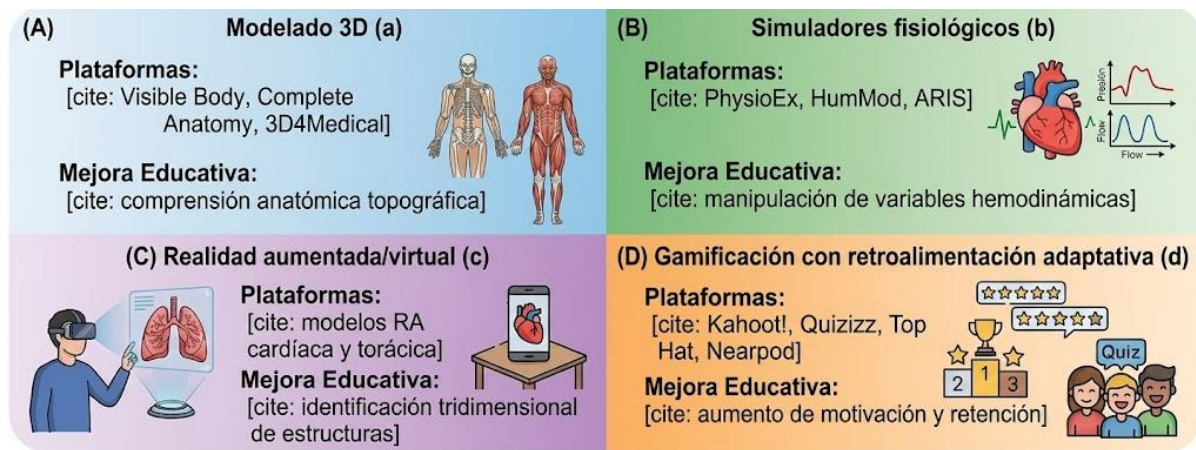


Figura 2. Clasificación y síntesis de las plataformas interactivas identificadas en la enseñanza de la morfofunción cardiopulmonar (a-d), con herramientas y resultados clave detallados.

La Tabla 2 presenta una comparación de los resultados de aprendizaje reportados según el tipo de plataforma interactiva identificado en el corpus analizado.

Tabla 2. Comparación de los resultados de aprendizaje reportados en morfofunción cardiopulmonar según el tipo de plataforma interactiva identificada y herramientas específicas

Tipo de plataforma	Herramientas identificadas	Resultado principal reportado	Referencias
--------------------	----------------------------	-------------------------------	-------------

Modelado 3D	Visible Body, Complete Anatomy, 3D4Medical	Mejora en comprensión de anatomía topográfica	Hackett & Proctor, 2016
Simuladores fisiológicos	PhysioEx, HumMod, ARIS	Manipulación de variables hemodinámicas; comprensión del ciclo cardíaco	Zendejas et al., 2013; Kononowicz et al., 2019
Realidad aumentada/virtual	Modelos RA cardíaca/torácica	Mejora en identificación tridimensional de estructuras	Moro et al., 2017; Cuyan et al., 2020
Gamificación con retroalimentación adaptativa	Kahoot!, Quizizz, Top Hat, Nearpod	Aumento de motivación, asistencia y retención	Bicen & Kocakoyun, 2018

4. Discusión

Los hallazgos obtenidos en esta revisión son consistentes con la tendencia observada en la literatura internacional, que reconoce a las plataformas interactivas digitales como herramientas eficaces para fortalecer la enseñanza de contenidos morfofuncionales en educación médica. No obstante, la interpretación de estos resultados requiere considerar las características metodológicas de los estudios analizados, así como las condiciones contextuales en las que fueron desarrolladas e implementadas las distintas tecnologías educativas.

4.1. Consistencia transversal de la evidencia

Uno de los hallazgos más relevantes de esta revisión es la consistencia de los resultados reportados en estudios desarrollados en diferentes contextos geográficos e institucionales. Las mejoras observadas en comprensión anatómica, aprendizaje fisiológico y motivación estudiantil se repiten de manera relativamente uniforme en diversas investigaciones, lo que sugiere que los beneficios asociados al uso de

plataformas interactivas digitales responden a principios pedagógicos transferibles y no exclusivamente a condiciones locales específicas.

En este sentido, la evidencia analizada indica que las estrategias de aprendizaje basadas en la interacción dinámica con modelos anatómicos y fisiológicos favorecen una comprensión más profunda de la relación entre estructura y función en comparación con metodologías sustentadas únicamente en recursos estáticos. Este hallazgo resulta particularmente relevante en la enseñanza de la morfofunción cardiorrespiratoria, donde la integración de procesos anatómicos y fisiológicos constituye un requisito fundamental para el razonamiento clínico.

Entre las tecnologías identificadas, los modelos tridimensionales y los simuladores fisiológicos computacionales presentan la evidencia más consistente en relación con el fortalecimiento del aprendizaje integrado. Su efectividad parece estar asociada a la participación activa del estudiante en la construcción del conocimiento mediante la manipulación de variables, la exploración de escenarios y la visualización dinámica de procesos biológicos complejos. Sin embargo, diversos autores coinciden en que el impacto educativo de estas herramientas depende en gran medida de su integración dentro de una estrategia pedagógica coherente y de un diseño instruccional adecuado. En consecuencia, la incorporación de tecnología por sí sola no garantiza mejoras significativas en el aprendizaje (Kononowicz et al., 2019).

4.2. Gamificación: beneficios y consideraciones metodológicas

Los resultados asociados a la gamificación muestran efectos favorables sobre la motivación académica, la participación activa y la retención de conocimientos. Sin embargo, la interpretación de estos beneficios requiere cautela. Diversos estudios han señalado la posible influencia del denominado efecto novedad, según el cual la incorporación de herramientas innovadoras puede generar incrementos temporales en el compromiso estudiantil debido al cambio en las dinámicas de aprendizaje, independientemente de la calidad pedagógica de la intervención.

Desde esta perspectiva, resulta necesario promover investigaciones longitudinales que permitan evaluar la sostenibilidad de los efectos observados a mediano y largo plazo.

Por tanto, la evidencia disponible sugiere que la gamificación puede constituir una estrategia educativa efectiva cuando forma parte de un diseño instruccional estructurado y alineado con los resultados de aprendizaje esperados, más que como un recurso tecnológico implementado de manera aislada.

4.3. Realidad aumentada y realidad virtual: potencial y desafíos

La realidad aumentada y la realidad virtual representan algunas de las tecnologías con mayor potencial para transformar la enseñanza de la anatomía y la fisiología cardiorrespiratoria. La posibilidad de interactuar con estructuras tridimensionales complejas y visualizar procesos biológicos en entornos inmersivos favorece experiencias de aprendizaje difíciles de reproducir mediante recursos convencionales.

No obstante, la implementación de estas tecnologías continúa enfrentando desafíos importantes. Entre los principales factores limitantes se encuentran los costos asociados a la adquisición y mantenimiento de dispositivos especializados, así como las competencias digitales requeridas por el profesorado para su integración efectiva en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Akçayır & Akçayır, 2017; Moro et al., 2017). Ambos aspectos influyen directamente en la sostenibilidad y escalabilidad de estas iniciativas dentro de las instituciones de educación superior.

Adicionalmente, la limitada producción científica proveniente de América Latina constituye una restricción relevante para la generalización de los resultados reportados en la literatura internacional. La mayoría de las investigaciones identificadas proceden de contextos con altos niveles de infraestructura tecnológica y disponibilidad de recursos, condiciones que no necesariamente reflejan la realidad de muchas instituciones latinoamericanas. En consecuencia, resulta necesario fortalecer la investigación regional orientada a evaluar la efectividad, viabilidad y pertinencia de estas tecnologías en escenarios educativos con características socioculturales y económicas diferentes.

4.4. Limitaciones del estudio

La presente revisión debe interpretarse considerando las limitaciones metodológicas identificadas tanto en los estudios analizados como en el propio proceso de

investigación. Una proporción significativa de los estudios incluidos presentó tamaños muestrales reducidos, grupos de control limitados o inexistentes, períodos de seguimiento de corta duración y una considerable heterogeneidad en la definición y clasificación de las plataformas digitales evaluadas. Estas características dificultan la comparación sistemática de los resultados y limitan la generalización de los hallazgos a contextos diferentes de aquellos en los que se desarrollaron las investigaciones.

Asimismo, la evidencia revisada sugiere que la efectividad de las plataformas interactivas digitales depende en gran medida de las condiciones institucionales en las que son implementadas. Factores como la formación pedagógica y tecnológica del profesorado, la calidad del diseño instruccional, la disponibilidad de recursos tecnológicos y la alineación entre las estrategias de enseñanza y los sistemas de evaluación influyen de manera significativa en los resultados obtenidos. En consecuencia, la incorporación de herramientas tecnológicas avanzadas no garantiza por sí misma mejoras en el aprendizaje si no se acompaña de procesos pedagógicos adecuados.

Por otra parte, el presente estudio presenta limitaciones inherentes a su diseño metodológico. Al tratarse de una revisión bibliográfica con síntesis cualitativa, no se realizó un metaanálisis cuantitativo que permitiera estimar magnitudes de efecto comparables entre los estudios incluidos. Del mismo modo, la restricción temporal establecida para el período 2018–2024 pudo haber excluido investigaciones previas relevantes para la comprensión histórica del desarrollo de estas tecnologías educativas. Finalmente, aunque la búsqueda se efectuó en cuatro bases de datos de amplia cobertura internacional, no puede descartarse la existencia de sesgo de publicación, especialmente debido a la mayor probabilidad de difusión de estudios con resultados positivos.

4.5. Implicaciones para el contexto ecuatoriano

La incorporación de plataformas interactivas digitales en la enseñanza de la morfofunción cardiorrespiratoria representa una oportunidad relevante para fortalecer los procesos de innovación educativa en las carreras de medicina ecuatorianas. La aceleración de la transformación digital experimentada durante y después de la

pandemia por COVID-19 ha favorecido la adopción de nuevas estrategias de enseñanza, generando condiciones propicias para la integración progresiva de recursos tecnológicos en la formación médica (CACES, 2023; Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2023).

No obstante, la sostenibilidad de estas iniciativas requiere el desarrollo de políticas institucionales orientadas al fortalecimiento de la infraestructura tecnológica, la capacitación docente continua y la planificación estratégica de los procesos de innovación curricular. La evidencia analizada indica que la efectividad de las tecnologías educativas depende no solo de sus características técnicas, sino también de las condiciones organizacionales y pedagógicas que respaldan su implementación.

En este contexto, los procesos de evaluación y acreditación promovidos por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES) constituyen un marco favorable para impulsar la incorporación de estrategias innovadoras en la educación médica. Sin embargo, la literatura revisada sugiere que las transformaciones más sostenibles se producen cuando las iniciativas de innovación curricular se acompañan de procesos de formación docente, evaluación continua y fortalecimiento institucional. Por ello, el aprovechamiento efectivo de las plataformas interactivas digitales en las carreras de medicina ecuatorianas requiere una visión integral que articule recursos tecnológicos, desarrollo académico y políticas educativas orientadas a la mejora continua de la calidad de la formación profesional (Sandars et al., 2020; Ryan et al., 2022; Wu et al., 2022).

5. Conclusiones

La evidencia analizada permite concluir que las plataformas interactivas digitales constituyen herramientas pedagógicas efectivas para la enseñanza de la morfofunción cardiorrespiratoria en programas de pregrado de medicina. Los modelos tridimensionales, los simuladores fisiológicos, las estrategias de gamificación y las aplicaciones de realidad aumentada han demostrado contribuir al fortalecimiento de la comprensión conceptual, la motivación estudiantil y la integración básico-clínica en diversos contextos educativos.

En el contexto ecuatoriano, la incorporación de estas tecnologías representa una alternativa pertinente para fortalecer los procesos de innovación curricular y mejorar la calidad de la formación médica. Los hallazgos de esta revisión respaldan la integración progresiva y planificada de plataformas interactivas digitales en las carreras de medicina, en concordancia con los lineamientos de innovación y mejora continua promovidos por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES).

Asimismo, la revisión evidenció una limitada producción científica sobre la implementación y evaluación de estas tecnologías en América Latina y, particularmente, en Ecuador. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de desarrollar investigaciones que permitan valorar su efectividad, viabilidad y pertinencia en contextos educativos locales. La generación de evidencia contextualizada contribuirá a fundamentar la toma de decisiones académicas y curriculares, favoreciendo la adopción de estrategias pedagógicas ajustadas a las características y necesidades de la formación médica ecuatoriana.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Financiamiento

Este trabajo no fue financiado por ninguna organización u empresa.

Declaración sobre inteligencia artificial

Los autores declaran que se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa para los siguientes fines: Traducción del resumen, mejora de redacción. Los autores asumen la plena responsabilidad del contenido del manuscrito.

Aporte de los autores

Guido Nino Guida Acevedo: Redacción y resultados.

Carlos Aníbal Herrera Esquivel: Redacción, resumen y búsqueda de información bibliográfica.

Luis Miguel Mendoza Falcones: Redacción, metodología y discusión de los resultados.

Paul Alberto García Zambrano: Resultados y conclusiones.

Referencias

Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>

Bicen, H., & Kocakoyun, S. (2018). Perceptions of students for gamification approach: Kahoot as a case study. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 13(2), 72–93. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i02.7467>

Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior. (2023). Modelo de evaluación externa con fines de acreditación para el aseguramiento de la calidad de las universidades y escuelas politécnicas. CACES.

Coyan, M., Keller, B., Rege, R., Seneviratne, C., & Webster, J. (2020). A three-dimensional cardiac model improves anatomy teaching: A randomized, crossover study. *Anatomical Sciences Education*, 13(4), 431–441. <https://doi.org/10.1002/ase.1953>

Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(3), 75–88.

García-Robles, P., Cortés-Pérez, I., Nieto-Escámez, F. A., García-López, H., Obrero-Gaitán, E., & Osuna-Pérez, M. C. (2024). Immersive virtual reality and augmented reality in anatomy education: A systematic review and meta-analysis. *Anatomical Sciences Education*, 17(3), 514–528. <https://doi.org/10.1002/ase.2397>

Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). *Tratado de fisiología médica* (14.^a ed.). Elsevier.

Hackett, M., & Proctor, M. (2016). Three-dimensional display technologies for anatomical education: A literature review. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), 641–654. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9619-3>

Kononowicz, A. A., Woodham, L. A., Edelbring, S., Stathakarou, N., Davies, D., Saxena, N., Tudor Car, L., Carlstedt-Duke, J., Car, J., & Zary, N. (2019). Virtual patient simulations in health professions education: Systematic review and meta-analysis by the Digital Health Education Collaboration. *Journal of Medical Internet Research*, 21(7), e14676. <https://doi.org/10.2196/14676>

Krishnamurthy, K., Selvaraj, N., Gupta, P., Cyriac, B., Dhurairaj, P., Abdullah, A., Krishnapillai, A., Lugova, H., Haque, M., Xie, S., & Ang, E.-T. (2022). Benefits of gamification in medical education. *Clinical Anatomy*, 35(6), 795–807. <https://doi.org/10.1002/ca.23916>

Mayer, R. E. (2019). Computer games in education. *Annual Review of Psychology*, 70, 531–549. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102744>

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2023). Plan Estratégico Institucional 2021–2025 (actualizado a mayo de 2023). Ministerio de Salud Pública del Ecuador. <https://www.salud.gob.ec/plan-estrategico-institucional-2021-2025/>

Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. R. (2018). *Anatomía con orientación clínica* (8.^a ed.). Wolters Kluwer.

Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A., & Stirling, A. (2017). The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anatomical Sciences Education*, 10(6), 549–559. <https://doi.org/10.1002/ase.1696>

Motola, I., Devine, L. A., Chung, H. S., Sullivan, J. E., & Issenberg, S. B. (2013). Simulation in healthcare education: A best evidence practical guide. *AMEE Guide No. 82. Medical Teacher*, 35(10), e1511–e1530. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2013.818632>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.

M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Pelargos, P. E., Nagasawa, D. T., Lagman, C., Tenn, S., Demos, J. V., Lee, S. J., Bui, T. T., Barnette, N. E., Bhatt, N. H., Ung, N., Bari, A., Martin, N. A., & Yang, I. (2017). Utilizing virtual and augmented reality for educational and clinical enhancements in neurosurgery. *Journal of Clinical Neuroscience*, 35, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2016.09.002>

Pettit, R. K., McCoy, L., Kinney, M., & Schwartz, F. N. (2015). Student perceptions of gamified audience response system interactions in large group lectures and via lecture capture technology. *BMC Medical Education*, 15, Article 92. <https://doi.org/10.1186/s12909-015-0373-7>

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>

Salehahmadi, Z., & Hajialiasghari, F. (2013). Virtual reality in medicine: Opportunities and challenges. *World Journal of Plastic Surgery*, 2(1), 9–16.

Sandars, J., Correia, R., Dankbaar, M., de Jong, P., Goh, P. S., Hege, I., Masters, K., Oh, S. Y., Patel, R., Premkumar, K., Webb, A., & Pusic, M. (2020). Twelve tips for rapidly migrating to online learning during the COVID-19 pandemic. *MedEdPublish*, 9(1), Article 82. <https://doi.org/10.15694/mep.2020.000082.1>

Wickramasinghe, N., Thompson, B. R., & Xiao, J. (2022). The opportunities and challenges of digital anatomy for medical sciences: Narrative review. *JMIR Medical Education*, 8(2), e34687. <https://doi.org/10.2196/34687>

Wu, Q., Wang, Y., Lu, L., Chen, Y., Long, H., & Wang, J. (2022). Virtual simulation in undergraduate medical education: A scoping review of recent practice. *Frontiers in Medicine*, 9, Article 855403. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.855403>

Zendejas, B., Brydges, R., Wang, A. T., & Cook, D. A. (2013). Patient outcomes in simulation-based medical education: A systematic review. *Journal of General Internal Medicine*, 28(8), 1078–1089. <https://doi.org/10.1007/s11606-012-2264-5>