

Más allá del realismo tecnológico: simulación clínica de alta fidelidad para la formación por competencias en estudiantes de Medicina. Revisión sistemática.

Beyond technological realism: high-fidelity clinical simulation for competency-based training in medical students. A systematic review.

Yoiler Batista Garcet¹, Lissette Beatriz Villavicencio Cedeño², Jacqueline Macías Mendoza³, Marieta del Jesús Azúa Menéndez

¹⁻³ ybatista@sangregorio.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-7851-576>; <https://orcid.org/0000-0002-8779-9091>; Universidad San Gregorio de Portoviejo, Carrera de Medicina, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

² liso_villa@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8475-3947>; Universidad Nacional de Tumbes, Perú; Unidad Educativa Cristo Rey, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

⁴ Universidad Estatal del Sur de Manabí, docente de la carrera de Laboratorio Clínico, Jipijapa, Manabí, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-5601-6621>

* Correspondencia: ybatista@sangregorio.edu.ec

Recibido: 4/8/26; Aceptado: 1/9/26; Publicado: 3/9/26

Resumen.

Introducción: La simulación clínica de alta fidelidad se usa para adiestrar habilidades complejas antes de interactuar con pacientes autónomamente, aunque aún subsiste la duda acerca del valor extra que el realismo tecnológico tiene sobre diseños pedagógicos más económicos. **Objetivo:** Determinar la eficacia de la simulación clínica de alta fidelidad en el desarrollo de habilidades en alumnos de Medicina y reconocer las condiciones pedagógicas que se asocian con un mejor rendimiento. **Métodos:** Análisis sistemático de acuerdo a PRISMA 2020. Se investigaron investigaciones que se hayan publicado en PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, ERIC, CINAHL, SciELO y LILACS desde enero de 2010 hasta el 2 de agosto de 2026. Se incorporaron investigaciones cuasiexperimentales y experimentales con alumnos de la carrera de Medicina. La síntesis se llevó a cabo de manera narrativa, utilizando SWiM. Se utilizó RoB 2 o ROBINS-I para evaluar el riesgo de sesgo. **Resultados:** Se encontraron 300 registros y se incorporaron 30 estudios que contenían un total de 4,216 alumnos. La alta fidelidad mostró beneficios constantes en el trabajo colaborativo, el razonamiento clínico, la identificación del deterioro y la eficacia en los procedimientos, especialmente cuando involucró la práctica intencionada, las observaciones y el debriefing. Pero en la comparación directa con estrategias activas o de baja fidelidad, la superioridad era variable. La retención fue evaluada por diez estudios, y los resultados clínicos y la transferencia a pacientes reales fueron excelentes. Un exceso de confianza y el estrés eran consecuencias que podían ser dañinas. **Conclusiones:** En cuanto a habilidades individuales, la simulación de alta fidelidad es más beneficiosa para habilidades integradas y dinámicas. La eficacia depende sobre todo de la coherencia entre los objetivos, el debriefing, la evaluación, la dificultad y la práctica. Se recomienda elegir la fidelidad mínima que se requiere para la competencia, y verificar la transferencia y retención.

Palabras clave: simulación clínica; alta fidelidad; educación médica; formación por competencias; estudiantes de Medicina; práctica deliberada; debriefing; revisión sistemática.

Abstract.

Introduction: High-fidelity clinical simulation is used to train complex competencies before students undertake autonomous patient care, yet uncertainty remains regarding the added value of technological realism over less costly educational designs. **Objective:** To evaluate the effectiveness of high-fidelity clinical simulation for competency development in medical students and identify the educational conditions associated with better outcomes. **Methods:** A systematic review was conducted in accordance with PRISMA 2020. Studies published from January 2010 to 2 August 2026 were searched in PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, ERIC, CINAHL, SciELO and LILACS. Experimental and quasi-experimental studies involving undergraduate medical students were eligible. Narrative synthesis followed SWiM; risk of bias was assessed using RoB 2 or ROBINS-I. **Results:** Three hundred records were identified and 30 studies involving 4,216 students were included. High-fidelity simulation frequently improved procedural performance, clinical reasoning, recognition of deterioration and teamwork, particularly when deliberate practice, feedback and structured debriefing were present. However, direct comparisons with lower-fidelity or active educational alternatives showed inconsistent superiority. Ten studies assessed retention; transfer to real patients and clinical outcomes were rarely examined. Stress and overconfidence were potential adverse effects. **Conclusions:** High-fidelity simulation is most useful for integrated, dynamic competencies rather than isolated skills. Effectiveness depends primarily on alignment among objectives, difficulty, practice, debriefing and assessment. The minimum sufficient fidelity should be selected for each competency, with explicit evaluation of retention and transfer.

Keywords: clinical simulation; high fidelity; medical education; competency-based education; medical students; deliberate practice; debriefing; systematic review.

1. Introducción

Para que la educación médica basada en competencias sea efectiva, los estudiantes deben demostrar desempeños observables que integren habilidades técnicas, comunicación, profesionalismo, razonamiento clínico y seguridad del paciente (1, 2). Esta visión modifica la lógica del currículo, pues el aprendizaje ya no se mide únicamente por el tiempo de exposición, sino por la capacidad de actuar de manera competente en situaciones clínicas. En consecuencia, las estrategias pedagógicas deben proporcionar oportunidades para practicar en condiciones seguras, observar el desempeño y recibir retroalimentación antes de asumir responsabilidades progresivamente autónomas en la atención de pacientes. La simulación clínica responde a esta necesidad al reproducir situaciones asistenciales en ambientes controlados, donde es posible practicar, cometer errores y analizar sus consecuencias sin generar riesgo para el paciente (3, 4). La denominada simulación de alta fidelidad incorpora habitualmente entornos inmersivos, maniqués computarizados y sistemas capaces de modificar parámetros fisiológicos en respuesta a las decisiones de los participantes. En estudiantes de Medicina, experiencias publicadas en la Revista Española de Educación Médica han mostrado una percepción favorable de la simulación clínica de alta fidelidad y su utilidad para fortalecer destrezas clínicas y confianza durante el aprendizaje (5). Sin embargo, la fidelidad constituye un concepto multidimensional que comprende componentes físicos, funcionales, psicológicos, conceptuales y sociológicos. Por ello, un simulador tecnológicamente avanzado puede resultar pedagógicamente inadecuado si no reproduce los elementos esenciales de la tarea o competencia que se pretende desarrollar (6, 7).

La evidencia acumulada sobre educación basada en simulación muestra efectos favorables sobre conocimientos, habilidades y desempeño, especialmente cuando las intervenciones incorporan repetición, retroalimentación, práctica deliberada y debriefing estructurado (8-14). No obstante, persisten limitaciones importantes en la literatura, entre ellas las definiciones variables de alta fidelidad, los tamaños muestrales reducidos, el empleo de instrumentos con evidencia de validez insuficientemente documentada, el predominio de evaluaciones inmediatamente posteriores a la intervención y la utilización frecuente de resultados autoinformados, como satisfacción y confianza, en lugar de indicadores objetivos de competencia (15). En este sentido,

también se han desarrollado instrumentos específicos para evaluar la calidad y satisfacción de los estudiantes de Medicina con la simulación clínica, lo que evidencia la importancia de distinguir estas variables perceptivas de la demostración objetiva del desempeño competencial (16). Asimismo, una mayor complejidad tecnológica puede incrementar los costos, las necesidades de infraestructura, mantenimiento y personal sin garantizar necesariamente una mejora proporcional del aprendizaje.

Revisiones sistemáticas recientes han identificado beneficios de la simulación sobre el desempeño de estudiantes de Medicina y han analizado específicamente el empleo de simuladores de alta fidelidad (17, 18). Asimismo, una revisión sistemática publicada recientemente en la Revista Española de Educación Médica mostró que la utilización de modelos anatómicos y escenarios simulados puede favorecer el desarrollo de habilidades clínico-quirúrgicas, el aprendizaje teórico, el desempeño y la satisfacción de estudiantes de Medicina (19). Sin embargo, estos antecedentes no permiten establecer de manera concluyente si una mayor fidelidad tecnológica ofrece ventajas educativas consistentes frente a estrategias activas o modalidades de menor fidelidad, ni bajo qué condiciones pedagógicas se producen dichas ventajas. En consecuencia, persiste la necesidad de analizar la alta fidelidad desde una perspectiva centrada en las competencias y no exclusivamente en la sofisticación del dispositivo. La cuestión relevante no es únicamente si la simulación es más realista, sino qué competencias contribuye a desarrollar, frente a qué comparador, mediante qué diseño instruccional y con qué evidencia de retención y transferencia.

En este contexto, la presente revisión amplía las síntesis previas al integrar el análisis de los niveles de fidelidad, los comparadores educativos, las competencias y los instrumentos de evaluación, las características del diseño instruccional, la retención del aprendizaje, su transferencia, los efectos emocionales asociados con la experiencia y el riesgo de sesgo. De este modo, se desplaza el foco desde el realismo tecnológico hacia la correspondencia entre la fidelidad utilizada, la competencia que se pretende desarrollar y las condiciones pedagógicas que sustentan el aprendizaje.

Esta revisión sistemática tuvo como objetivo evaluar la eficacia de la simulación clínica de alta fidelidad en el desarrollo de competencias en estudiantes de Medicina e identificar las condiciones pedagógicas asociadas con mejores resultados. De manera complementaria, se analizaron los niveles y características de fidelidad empleados, los instrumentos y competencias evaluadas, la retención del aprendizaje, su transferencia y el riesgo de sesgo de los estudios incluidos.

2. Métodos

2.1. Diseño y directrices de reporte

Se llevó a cabo un análisis sistemático de investigaciones sobre intervenciones educativas. La declaración PRISMA 2020 (20) guió la identificación, elección, síntesis y comunicación de los resultados. Debido a la diversidad en las poblaciones, los comparadores, los instrumentos y los períodos de seguimiento, se utilizaron los principios de síntesis sin metaanálisis de la guía SWiM (21). El protocolo no fue registrado prospectivamente; esta circunstancia se consideró una limitación y las decisiones metodológicas utilizadas se describen de forma explícita para favorecer la reproducibilidad.

2.2. Pregunta de revisión

La pregunta se formuló usando el método PICO: ¿En estudiantes de medicina (P), la simulación clínica con alta fidelidad o un ambiente de simulación que responda fisiológicamente (I) mejora, en comparación con métodos tradicionales, como discusión de casos, video, trabajo en equipo, habilidades técnicas, comunicación, desempeño general u otro enfoque activo (C), conocimientos aplicados, razonamiento clínico o transferencia y retención (O)? La ansiedad, la

carga mental, el estrés y la confianza se tuvieron en cuenta como resultados secundarios cuando estaban relacionados con el aprendizaje o la implementación.

2.3. Fuentes de información y periodo

La búsqueda se realizó en las bases de datos CINAHL, ERIC, LILACS, PubMed/MEDLINE, SciELO, Scopus y Web of Science Core Collection. Se complementó mediante el rastreo de referencias y la búsqueda manual de estudios identificados en revisiones relevantes. El periodo de búsqueda comprendió desde el 1 de enero de 2010 hasta el 2 de agosto de 2026. Se consideraron publicaciones en inglés, español y portugués.

2.4. Estrategia de búsqueda

Se unieron términos libres y vocabulario controlado sobre competencias, educación médica de grado y simulación de alta fidelidad. PubMed se basó en la siguiente ecuación:

((("Simulation Training"[Mesh] OR "high-fidelity simulation"[tiab] OR "high fidelity simulation"[tiab] OR "maniquin"[tiab] OR "human patient simulator"[tiab]) AND ("medical education, undergraduate"[Mesh] OR "medical students"[tiab]) AND (competenc*[tiab] OR skill*[tiab])) AND ("2010/01/01"[Date - Publication]: "2026/08/02"[Date - Publication])).

La sintaxis se ajustó a los campos y tesauros de cada base de datos. En el material suplementario se incluyen las estrategias completas, así como las fechas y los rendimientos por fuente.

2.5. Criterios de elegibilidad

- Investigaciones experimentales, cuasiexperimentales o controladas que realizan mediciones previas y posteriores.
- Individuos inscritos en programas de pregrado de Medicina; las muestras mixtas solo fueron aceptadas si los datos relacionados con Medicina eran distintos.
- Intervenciones en las que el elemento esencial sea un entorno híbrido de alta complejidad, un maniquí que responda fisiológicamente o una fidelidad elevada.
- Análisis de un mínimo de un resultado de aprendizaje, rendimiento, retención, transferencia o variable emocional relacionada con la experiencia educativa.
- Artículos originales que han sido evaluados por pares y están accesibles en su totalidad.

Se descartaron investigaciones que se enfocaban solamente en pacientes estandarizados, estudios solo con profesionales o residentes, trabajos puramente descriptivos, protocolos, resúmenes de congresos, editoriales y revisiones. También se eliminaron las publicaciones que no contenían datos suficientes para detallar la intervención o los resultados.

2.6. Selección de estudios

Los registros recuperados se integraron en un gestor bibliográfico y se eliminaron los duplicados. Dos revisores realizaron de forma independiente el proceso de selección de los estudios en dos fases. En la primera fase, ambos evaluaron de manera independiente los títulos y resúmenes de los registros identificados; posteriormente, los artículos potencialmente elegibles fueron examinados a texto completo. Las discrepancias surgidas durante ambas fases se resolvieron mediante discusión y consenso entre los dos revisores. No fue necesaria la participación de un tercer revisor. Los motivos de exclusión de los estudios evaluados a texto completo se registraron de forma categorizada. El proceso de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de los estudios se representó mediante un diagrama de flujo PRISMA 2020.

2.7. Extracción de datos

Dos revisores realizaron de forma independiente la extracción de los datos mediante una matriz previamente estandarizada. Posteriormente, los datos extraídos fueron contrastados entre ambos revisores y las discrepancias se resolvieron mediante discusión y consenso. La matriz

incluyó información sobre autor, año, país, diseño, muestra, nivel curricular, área clínica, definición de alta fidelidad, comparador, duración y número de sesiones; así como los objetivos competenciales, prebriefing, práctica deliberada, retroalimentación (feedback), debriefing, instrumentos utilizados y momento de evaluación.

2.8. Evaluación del riesgo de sesgo

Los ensayos aleatorizados fueron evaluados con RoB 2, teniendo en cuenta la asignación, las desviaciones de la intervención, los datos ausentes, la medición y la selección del resultado (22). Se utilizaron ROBINS-I para analizar los estudios no aleatorizados, teniendo en cuenta la confusión, la selección, la clasificación de la intervención, las desviaciones, los datos ausentes, la medición y el informe (23). Los juicios se comunicaron a través de dominios en vez de una puntuación total. El material adicional incluye la matriz de evaluación.

2.9. Estrategia de síntesis

Se realizó una síntesis narrativa dada la heterogeneidad de métodos y de escenarios clínicos. Los estudios fueron agrupados en: a) habilidades técnicas y rendimiento integrado; b) comunicación, liderazgo y trabajo en equipo; c) comparación de niveles de fidelidad o tácticas activas; d) retención y transferencia; e) variables relacionadas con las emociones; f) conocimiento y raciocinio. Se pusieron de relieve las diferencias entre los grupos y las medidas objetivas. No se hizo metaanálisis debido a que los instrumentos, escalas y comparadores no permitían utilizar una métrica común sin perder de vista el sentido educativo.

2.10. Consideraciones éticas

La revisión se realizó con datos publicados y no contenía información individual identificable, por lo que no fue necesario obtener el consentimiento informado ni la autorización de un comité ético. Se mantuvo la transparencia en los instrumentos complementarios utilizados, en el seguimiento de las fuentes y en la integridad en el ámbito académico.

3. Resultados

3.1. Selección de los estudios

Se identificaron 300 estudios: 292 en bases de datos y ocho a través de búsqueda manual y rastreo de referencias. Se eliminaron 74 ítems duplicados y cinco registros antes de la selección. Se eliminaron 161 de los 221 títulos analizados, junto con sus resúmenes. Se intentó recuperar 60 textos completos; sin embargo, no se lograron conseguir cuatro. De los 56 informes que fueron analizados para determinar si eran elegibles, se descartaron 26 debido a que no cumplían con los criterios de población (10 casos), intervención (9), desenlace (8), diseño (3) o datos insuficientes (2). La síntesis narrativa incluyó, por último, 30 investigaciones (figura 1).

3.2. Características generales

Los 30 estudios (tabla 1) se publicaron entre 2010 y 2026 e incluyeron 4.216 estudiantes; la mediana del tamaño muestral fue 100 (rango: 20-615). Catorce estudios procedieron de Europa, siete de Norteamérica, cuatro de Latinoamérica, cuatro de Asia y uno de África. Dieciséis utilizaron diseños aleatorizados o cruzados, seis comparadores no aleatorizados y ocho diseños de un solo grupo o antes-después. Veintisiete incorporaron al menos una medida objetiva de conocimiento o desempeño; tres se centraron principalmente en ansiedad, estrés o confianza. Diez estudios realizaron seguimiento posterior a la evaluación inmediata, pero solo un número reducido examinó transferencia a pacientes reales. Las áreas clínicas fueron diversas: auscultación y examen cardiovascular o respiratorio (n=6), urgencias y cuidados críticos (n=9), pediatría y neonatología (n=5), reanimación y trabajo en equipo (n=3), procedimientos diagnósticos o de vía aérea (n=3),

geriatría (n=1), neurología (n=1) y estudios predominantemente afectivos o de carga de trabajo (n=2). Esta heterogeneidad justificó la síntesis narrativa.

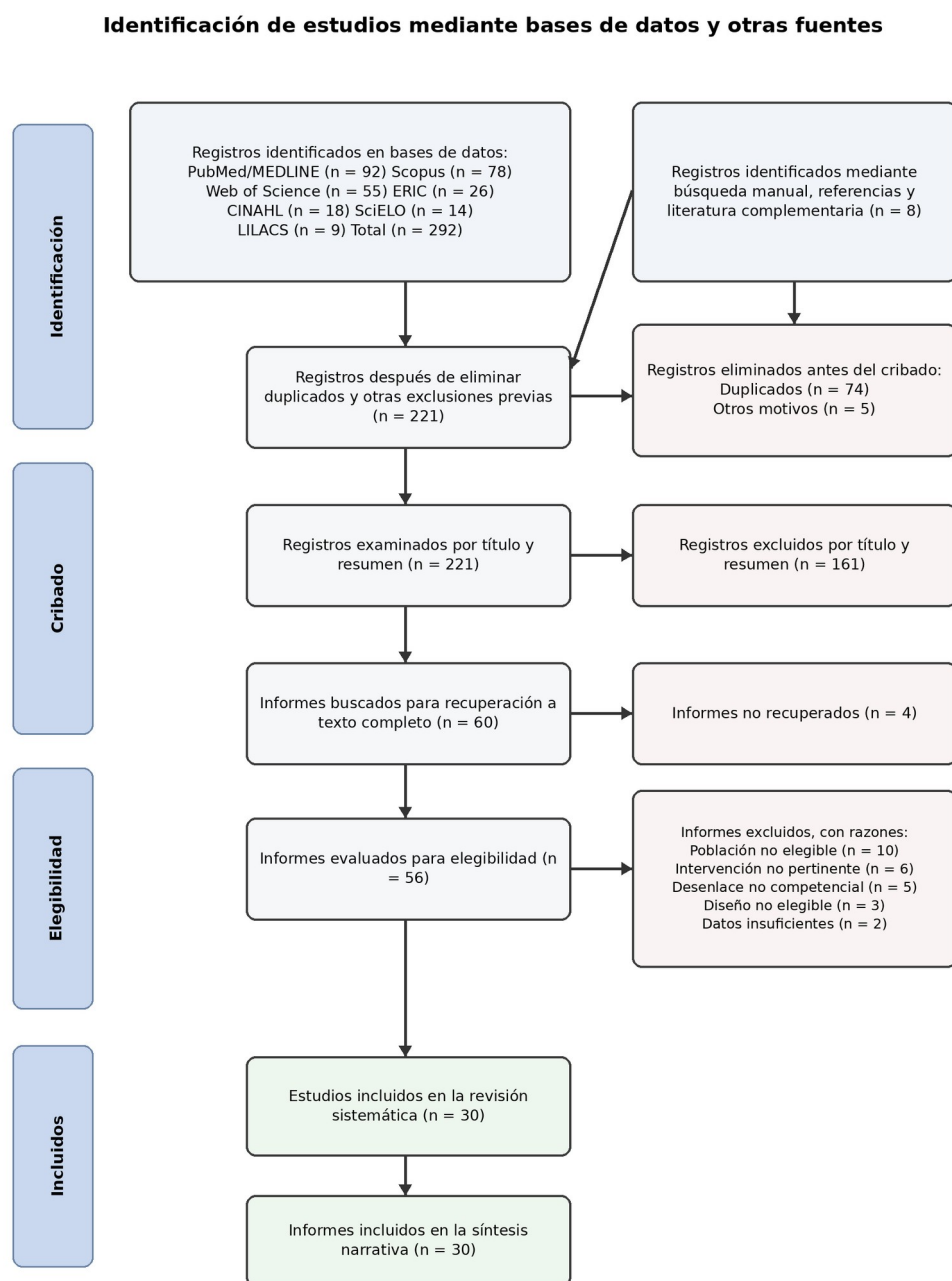


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de estudios según PRISMA 2020.

Tabla 1. Características agregadas de los estudios incluidos.

Característica	Categoría	Resultado
Periodo	Años de publicación	2010-2026
Participantes	Total / mediana / rango	4.216 / 100 / 20-615
Región	Europa; Norteamérica; Latinoamérica; Asia; África	14; 7; 4; 4; 1
Diseño	Aleatorizado o cruzado; controlado no aleatorizado; un grupo/antes-después	16; 6; 8
Medición	Al menos un desenlace objetivo; principalmente afectivo/fisiológico	27; 3
Seguimiento	Evaluación posterior al posttest inmediato	10 estudios
Síntesis	Metaanálisis	No realizado por heterogeneidad

3.3. Conocimientos y razonamiento clínico

La mayoría de los estudios mostró mejoría pre-post después de la simulación, pero la ventaja frente a comparadores activos fue variable. McCoy et al. observaron 93% de respuestas correctas con simulación frente a 71% con didáctica (24), mientras Cortegiani et al. informaron una puntuación posttest de 74,1 frente a 65,5 en soporte vital avanzado (25). DeWaay et al. hallaron mejor desempeño en un examen clínico de síndrome coronario agudo (26), y Mutter et al. documentaron mejor razonamiento mediante Script Concordance Test cuando el análisis de casos se complementó con maniquí de alta fidelidad (27). La superioridad no fue universal. Solymos et al. encontraron una ganancia inmediata mayor, pero sin diferencia a dos semanas (28). A pesar de que la satisfacción fue más alta con simulación (29), Couto et al. no detectaron variaciones en la adquisición o retención de conocimientos frente a la discusión de casos. De acuerdo con Moliterno et al., los dos métodos elevaron la confianza y el conocimiento, pero el de fidelidad alta fue superior en términos de razonamiento, comunicación, actitud y liderazgo (30). Estos descubrimientos indican que la ventaja se evidencia de mejor manera cuando el resultado implica fusionar información dinámica y actuar, en lugar de simplemente recordar contenidos.

3.4. Habilidades técnicas y desempeño integrado

Las habilidades que requerían la ejecución coordinada, el reconocimiento de signos y la priorización mostraron ser los efectos más consistentes. La auscultación, tanto en simuladores como en pacientes auténticos, mejoró gracias al aprendizaje para dominio (31). Kern et al. lograron un desempeño superior en las cinco competencias cardiovasculares del ECOE (32), y Perlini et al. informaron que el reconocimiento de los sonidos cardiacos subió del 11% al 72%, además de que se mantuvo en una muestra más pequeña (33). En urgencias neurológicas, las sesiones repetidas produjeron una progresión competencial, con adquisición más rápida de habilidades técnicas (34). En reanimación y procedimientos, Berger et al. hallaron mayor proporción de RCP suficiente inmediatamente después de la intervención, aunque la ventaja se redujo a seis meses (35). Zhao et al. demostraron mejor adquisición de vistas ecocardiográficas a una semana y un mes (36). En AIR-MASTER-SIM, el entrenamiento con videolaringoscopia dentro de un entorno de alta fidelidad produjo mayor éxito, menos intentos y menos complicaciones que la laringoscopia directa (37); este estudio aporta evidencia sobre cómo el diseño de la tarea y la visualización compartida pueden modificar el aprendizaje dentro de una misma modalidad de simulación.

3.5. Competencias no técnicas

La comunicación, el liderazgo y el trabajo en equipo se beneficiaron cuando fueron objetivos explícitos y se evaluaron con instrumentos observacionales. Gonçalves et al. encontraron mejoras en desempeño técnico y TeamSTEPPS durante reanimación pediátrica (38). Moliterno et al. informaron tamaños del efecto grandes para razonamiento, comunicación, actitud y liderazgo (g de Hedges 1,15-2,20) pese a no encontrar superioridad en conocimiento (30). Nicolaidis et al. mostraron que ambas fidelidades mejoraron el trabajo en equipo; la alta fidelidad fue percibida como más realista y favoreció algunos componentes de liderazgo, aunque la puntuación objetiva global no fue superior (39).

3.6. ¿Es la alta fidelidad superior?

Cinco estudios permitieron comparar de manera directa la alta fidelidad con una alternativa de menor fidelidad o menor complejidad tecnológica. DeStephano et al. no hallaron superioridad del simulador obstétrico de alta fidelidad sobre un modelo de baja tecnología (40). Massoth et al. tampoco observaron ventaja y detectaron mayor sobreconfianza en el grupo de alta fidelidad (41). Nicolaidis y otros informaron hallazgos objetivos que eran equivalentes o ventajosos a baja fidelidad, aunque la experiencia de alta fidelidad resultó ser más realista (39). Valente et al. (42) hallaron que, si bien las dos modalidades mejoraron el aprendizaje, la retención a los tres meses y la confianza fueron superiores con alta fidelidad. Hasta la séptima u octava semana, Pal et al. no encontraron distinciones en el OSCE (43). En síntesis, la superioridad tecnológica no fue una cualidad constante. Los beneficios se presentaron cuando la fidelidad posibilitaba representar relaciones funcionales fundamentales, como las alteraciones fisiológicas, el progreso clínico, los efectos de las decisiones o la coordinación del equipo; y cuando el comparador no brindaba oportunidades equivalentes para una práctica activa. La diferencia entre los niveles de fidelidad disminuyó cuando a ambos grupos se les proporcionó participación, retroalimentación y una tarea alineada.

3.7. Retención y transferencia

Diez investigaciones incluyeron un seguimiento que fue más allá del posttest inmediato. Se encontraron beneficios en la retención a lo largo de un mes en geriatría y ecocardiografía (36,44), a tres meses en urgencias respiratorias pediátricas (42), a cuatro o seis meses con ambos métodos del estudio de Couto et al. (29) y hasta dos años en el análisis sobre asma aguda, con una disminución más baja de conocimiento en alta fidelidad (45). Perlini et al. documentaron mantenimiento de habilidades de auscultación en una submuestra evaluada años después (33). Sin embargo, la durabilidad no fue uniforme. La ventaja inmediata en cuidados críticos desapareció a dos semanas (28), y la diferencia en calidad de RCP se atenuó a seis meses (35). La transferencia a pacientes reales fue excepcional: Butter et al. incluyeron evaluación al lado del paciente y mostraron mejor desempeño (31), pero la mayoría de estudios evaluó a los participantes dentro del mismo entorno o con instrumentos muy próximos a la intervención. Ningún estudio demostró de manera robusta efectos sobre resultados clínicos de pacientes.

3.8. Confianza, ansiedad, estrés y calibración

La confianza aumentó con frecuencia, pero no siempre se correspondió con competencia. Vattanavanit et al. observaron incremento simultáneo de conocimiento y confianza (46), mientras Massoth et al. identificaron sobreconfianza sin superioridad objetiva (41). Yu et al. comunicaron disminución de ansiedad y aumento de confianza después de dos sesiones (47). En contraste, Barbadoro et al. encontraron elevación de ansiedad y cortisol en simulación, con mayor carga percibida en alta fidelidad (48), y Martín-Sánchez et al. mostraron que los escenarios de politrauma y anafilaxia producían niveles especialmente altos de ansiedad (49). Estos hallazgos sugieren una relación no lineal entre activación y aprendizaje. Una tensión moderada puede aumentar implicación y realismo psicológico; una carga excesiva puede deteriorar la memoria de trabajo, la

toma de decisiones y la seguridad psicológica. Por lo tanto, el prebriefing, la dificultad graduada y el debriefing son mecanismos de regulación y no meros componentes adicionales.

3.9. Riesgo de sesgo

Las pruebas aleatorizadas mostraron, sobre todo, ciertas inquietudes debido a la falta de datos acerca del ocultamiento de la secuencia, la imposibilidad de enmascarar a los participantes y a los instructores, el enmascaramiento incompleto de los evaluadores y la falta de protocolos analíticos públicos. En las investigaciones no aleatorizadas, el riesgo moderado fue prevalente debido a la confusión, la selección por conveniencia, los comparadores históricos o la exposición desigual. Tres investigaciones enfocadas en resultados subjetivos o diseños de antes y después mostraron un grave riesgo. A pesar de que la dirección general se mantuvo constante para las competencias complejas que se practicaban constantemente, la confianza en la magnitud exacta del efecto se redujo debido a la variedad de instrumentos, a la falta de pruebas de validez y al seguimiento deficiente.

4. Discusión

Esta revisión sistemática incluyó 30 estudios con 4.216 estudiantes de Medicina. El principal hallazgo es que la simulación clínica de alta fidelidad puede mejorar el desempeño, particularmente cuando las competencias exigen integrar información dinámica, priorizar acciones, tomar decisiones, ejecutar procedimientos y coordinar el trabajo en equipo. Sin embargo, su valor educativo no parece depender exclusivamente del grado de realismo tecnológico. Las ventajas fueron menos consistentes para habilidades aisladas o conocimientos declarativos, que también pueden desarrollarse mediante estrategias activas de menor complejidad y costo.

Estos hallazgos permiten precisar la contribución de la presente revisión frente a síntesis previas sobre simulación en estudiantes de Medicina (17, 18). Mientras estas revisiones han establecido beneficios generales de la simulación y de los simuladores de alta fidelidad, el presente estudio examina específicamente en qué condiciones una mayor fidelidad aporta un valor educativo diferencial. Para ello, integra comparaciones entre niveles de fidelidad y otras estrategias activas, distingue resultados objetivos de competencia de variables autoinformadas, y analiza conjuntamente retención, transferencia, efectos emocionales y riesgo de sesgo. Asimismo, una revisión publicada recientemente en la Revista Española de Educación Médica ha mostrado beneficios de los modelos anatómicos y escenarios simulados para el desarrollo de competencias clínico-quirúrgicas (19). La presente revisión amplía esta perspectiva al analizar específicamente si la fidelidad tecnológica constituye por sí misma un determinante de mejores resultados y qué componentes pedagógicos condicionan su efectividad. Esta contribución permite desplazar el análisis desde la pregunta de si la alta fidelidad «funciona» hacia una cuestión educativa más relevante: para qué competencia, frente a qué alternativa y bajo qué condiciones instruccionales resulta justificable su utilización.

La interpretación de los resultados es consistente con una concepción multidimensional de la fidelidad, según la cual el diseño de la simulación debe reproducir los elementos funcionales relevantes para el objetivo educativo, sin incrementar de manera indiscriminada la similitud física (6, 7). Un entorno de alta fidelidad puede estar especialmente justificado cuando la competencia depende de la incertidumbre, la interacción entre participantes, la evolución temporal de un escenario o la respuesta fisiológica a las decisiones clínicas. Por el contrario, para determinadas habilidades, un simulador de menor fidelidad puede facilitar un mayor número de repeticiones, reducir la carga cognitiva extrínseca y ofrecer una relación más favorable entre recursos y aprendizaje. Por tanto, la selección del recurso debería responder al principio de fidelidad mínima suficiente, entendida como el nivel necesario para activar los procesos cognitivos, técnicos y conductuales requeridos por la competencia.

La efectividad observada parece estar asociada, en buena medida, con la calidad del diseño instruccional. Los programas que incorporaron objetivos explícitos, estándares de desempeño, práctica repetida, retroalimentación inmediata y oportunidades de corrección mostraron resultados favorables, como ocurrió en el entrenamiento de emergencias neurológicas (34) y en el aprendizaje para dominio de la auscultación (31). Estos hallazgos son coherentes con la evidencia previa sobre práctica deliberada y diseño instruccional en simulación (8, 9, 11). En consecuencia, una experiencia altamente inmersiva puede resultar memorable, pero sin repetición, retroalimentación y debriefing estructurado no necesariamente se transforma en aprendizaje duradero.

La evaluación constituye otra fuente importante de heterogeneidad. La satisfacción, la percepción de realismo y la autoconfianza proporcionan información relevante sobre la experiencia educativa, pero no constituyen por sí mismas evidencia de competencia. Estudios publicados han mostrado una percepción favorable de estudiantes de Medicina ante experiencias de simulación de alta fidelidad (5) y han desarrollado instrumentos específicos para evaluar la calidad y satisfacción con la simulación clínica (16). Estas aportaciones son relevantes para valorar la aceptabilidad de la estrategia; sin embargo, los resultados de la presente revisión refuerzan la necesidad de diferenciar las medidas perceptivas del desempeño objetivo. Esta distinción resulta especialmente importante ante la sobreconfianza identificada por Massoth et al. (41), donde una mayor sensación de preparación no estuvo acompañada de superioridad objetiva. En consecuencia, la evaluación debería priorizar listas de cotejo, rúbricas, ECOE y pruebas de razonamiento con evidencia de validez, complementadas —pero no sustituidas— por medidas de satisfacción y confianza. Asimismo, deberían reportarse la confiabilidad de los instrumentos, el cegamiento de los evaluadores, los tamaños del efecto y sus intervalos de confianza.

La retención y la transferencia continúan siendo dos de las principales brechas de evidencia. Algunos estudios mostraron mantenimiento de los aprendizajes durante meses o incluso años, mientras que en otros la ventaja inicial disminuyó rápidamente. Además, la mayoría evaluó a los participantes en condiciones similares a las utilizadas durante el entrenamiento, circunstancia que puede sobreestimar la transferencia. Una formación verdaderamente basada en competencias requiere demostrar que el estudiante puede movilizar lo aprendido ante situaciones nuevas y progresivamente más próximas a la práctica clínica real. Por ello, las investigaciones futuras deberían incorporar seguimientos longitudinales, escenarios no entrenados previamente, evaluación en entornos clínicos supervisados y, cuando sea metodológicamente viable, indicadores relacionados con la calidad y seguridad de la atención.

Los efectos emocionales también requieren una interpretación cuidadosa. La alta fidelidad puede incrementar el compromiso y el realismo psicológico, pero también elevar la ansiedad, la carga mental y la respuesta fisiológica al estrés (48, 49). La relación entre activación emocional y aprendizaje probablemente no sea lineal: determinados niveles de estrés pueden favorecer la implicación y el procesamiento de la situación clínica, mientras que una carga excesiva puede comprometer la memoria de trabajo, la toma de decisiones y la seguridad psicológica. En este contexto, el prebriefing, la familiarización con el entorno, el establecimiento de expectativas claras, el contrato de ficción, la progresión de la dificultad y el debriefing psicológicamente seguro deben considerarse componentes centrales del diseño educativo. El estrés, por tanto, no debería utilizarse como indicador de autenticidad por sí mismo.

Desde una perspectiva institucional, los resultados tampoco justifican la adquisición de tecnología de alta complejidad como un objetivo independiente del currículo. La inversión en simulación requiere formación docente, mantenimiento, soporte técnico, tiempo protegido para el profesorado, disponibilidad de espacios, sistemas de evaluación y una gobernanza curricular que garantice su utilización longitudinal. El costo de oportunidad es particularmente relevante: un simulador de elevada complejidad utilizado ocasionalmente puede generar menos oportunidades

de aprendizaje que una tecnología más sencilla integrada de manera sistemática en el programa formativo. Por ello, las decisiones institucionales deberían considerar simultáneamente pertinencia pedagógica, frecuencia de utilización, competencias previstas, sostenibilidad y recursos disponibles. La tabla 2 sintetiza estos elementos en un marco de decisión curricular derivado de los hallazgos de esta revisión.

Tabla 2. Marco de decisión curricular derivado de la evidencia.

Pregunta curricular	Criterio recomendado	Indicador de calidad	Riesgo que se evita
¿Qué debe demostrar el estudiante?	Definir una competencia observable y su nivel esperado.	Objetivo, estándar y rúbrica explícitos.	Confundir exposición con competencia.
¿Qué fidelidad se necesita?	Seleccionar la mínima fidelidad que reproduzca las claves funcionales de la tarea.	Justificación basada en la competencia.	Tecnocentrismo y costo innecesario.
¿Cómo se aprenderá?	Incluir prebriefing, práctica activa, repetición, feedback y debriefing.	Descripción reproducible de cada fase.	Experiencia aislada sin consolidación.
¿Cómo se evaluará?	Priorizar desempeño objetivo y calibrarlo con autopercepción.	Instrumentos válidos, evaluadores entrenados y efecto con precisión.	Sobreconfianza y conclusiones débiles.
¿Se transfiere?	Evaluar retención y desempeño en situaciones nuevas o clínicas.	Seguimiento longitudinal y transferencia.	Sobreestimar el postest inmediato.
¿Es sostenible?	Incluir personal, mantenimiento, tiempo docente y costo-oportunidad.	Uso longitudinal y análisis de recursos.	Equipamiento infrautilizado.

Limitaciones

La presente revisión presenta varias limitaciones. El protocolo no fue registrado prospectivamente y la heterogeneidad de las intervenciones, comparadores, instrumentos y momentos de evaluación impidió realizar un metaanálisis sin comprometer la interpretabilidad educativa de los resultados. Asimismo, las definiciones de alta fidelidad variaron entre los estudios, algunos trabajos incluyeron muestras pequeñas o comparadores históricos y una parte de los desenlaces se basó en medidas autoinformadas. La restricción lingüística también pudo excluir evidencia potencialmente relevante. Aunque la búsqueda se extendió hasta agosto de 2026 e incorporó estudios recientes, la rápida evolución de las tecnologías de simulación hará necesarias actualizaciones posteriores. Finalmente, la calidad y exhaustividad del reporte de los estudios primarios limitaron el análisis de determinados componentes pedagógicos y la precisión de los juicios de riesgo de sesgo.

Entre las fortalezas de esta revisión destacan su focalización exclusiva en estudiantes de Medicina, la diferenciación entre desempeño objetivo y resultados perceptivos, la comparación directa entre distintos niveles de fidelidad y metodologías activas, y la incorporación conjunta de retención, transferencia, efectos emocionales y riesgo de sesgo. A diferencia de una interpretación centrada exclusivamente en la eficacia global de la simulación, esta revisión permite identificar las circunstancias educativas en las que la alta fidelidad aporta un valor añadido y aquellas en las que una alternativa menos compleja puede ser suficiente. Esta perspectiva supera el binarismo «funciona/no funciona» y sitúa la fidelidad como una variable del diseño instruccional subordinada a la competencia, al contexto y al propósito de la evaluación.

5. Conclusiones

- La simulación clínica de alta fidelidad ayuda a pulir competencias complejas que demandan la integración de información, la toma de decisiones, la ejecución de procedimientos y la coordinación de acciones en grupo. No debe asumirse, sin embargo, que sea intrínsecamente superior a la simulación de baja fidelidad u otras metodologías activas, ya que su valor educativo se basa principalmente en el diseño de la instrucción y en la relación entre el recurso utilizado y la tarea de competencia. Al parecer, la retroalimentación oportuna, el debriefing estructurado, la evaluación objetiva del desempeño y la práctica deliberada se relacionan principalmente con los resultados favorables.
- La confianza en uno mismo, por lo tanto, debe estudiarse en conjunto con el rendimiento observable ya que una inmersión excesiva puede generar estrés o sobre confianza además de beneficios educativos. A pesar de su potencial, todavía hay poca evidencia sobre la eficacia sostenida del mismo, la transferencia de lo aprendido a la práctica clínica, el impacto en los resultados de los pacientes y la relación coste-efectividad. Por lo tanto, los programas de formación deberían poner en práctica el principio de fidelidad mínima suficiente y desarrollar procedimientos de evaluación longitudinal que permitan cuantificar el verdadero progreso de las competencias.

Material suplementario: Matriz final de los estudios incluidos.

Contribuciones de autoría: Conceptualización: LBVC y YBG; metodología: LBVC; J,MM;YBG; búsqueda y curación de datos: LBVC y YBG; análisis e interpretación: todos los autores; redacción del borrador: LBVC; MAM; YBG; revisión crítica y edición: todos los autores; supervisión: YBG. Todos los autores aprobaron la versión final y asumen responsabilidad por su contenido.

Financiación: La investigación no recibió financiación externa específica.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este trabajo.

Disponibilidad de datos: Las estrategias de búsqueda, la matriz de extracción y la evaluación del riesgo de sesgo se proporcionan como material suplementario. No se generaron datos individuales de participantes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial: Se utilizó ChatGPT (OpenAI; versión disponible en agosto de 2026) como herramienta auxiliar para la organización estructural, revisión lingüística y normalización formal del manuscrito. La selección de fuentes, verificación bibliográfica, valoración metodológica, interpretación científica y aprobación final corresponden a los autores, quienes revisaron críticamente el contenido y asumen plena responsabilidad por su exactitud e integridad.

6. Referencias

1. Frank JR, Snell LS, Cate OT, et al. Competency-based medical education: theory to practice. *Med Teach*. 2010, 32(8), 638. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2010.501190>.
2. Epstein RM, Hundert EM. Defining and assessing professional competence. *JAMA*. 2002, 287(2), 226. <https://doi.org/10.1001/jama.287.2.226>.
3. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care*. 2004, 13(Suppl 1), i2-i10. <https://doi.org/10.1136/qshc.2004.009878>.
4. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Gordon DL, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach*. 2005, 27(1), 10. <https://doi.org/10.1080/01421590500046924>.
5. Ramos G, Ardila Botero D. Percepción de la simulación clínica como didáctica en la enseñanza de hemorragia postparto en el Grado en Medicina. *Rev Esp Edu Med*. 2022, 3(1), 31. <https://doi.org/10.6018/edumed.501861>.
6. Hamstra SJ, Brydges R, Hatala R, Zendejas B, Cook DA. Reconsidering fidelity in simulation-based training. *Acad Med*. 2014, 89(3), 387. <https://doi.org/10.1097/ACM.000000000000130>

7. Norman G, Dore K, Grierson L. The minimal relationship between simulation fidelity and transfer of learning. *Med Educ.* **2012**, 46(7), 636. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2012.04243.x>.
8. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Med Educ.* **2010**, 44(1), 50-63. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03547.x>.
9. McGaghie WC, Issenberg SB, Cohen ER, Barsuk JH, Wayne DB. Does simulation-based medical education with deliberate practice yield better results than traditional clinical education? *Acad Med.* **2011**, 86(6), 706. <https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e318217e119>.
10. Cook DA, Hatala R, Brydges R, et al. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA.* **2011**, 306(9), 978-88. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.1234>.
11. Cook DA, Hamstra SJ, Brydges R, et al. Comparative effectiveness of instructional design features in simulation-based education. *Med Teach.* **2013**, 35(1), e867. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.714886>.
12. Motola I, Devine LA, Chung HS, Sullivan JE, Issenberg SB. Simulation in healthcare education: a best evidence practical guide. AMEE Guide No. 82. *Med Teach.* **2013**, 35(10), e1511. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2013.818632>.
13. Cheng A, Eppich W, Grant V, Sherbino J, Zendejas B, Cook DA. Debriefing for technology-enhanced simulation: a systematic review and meta-analysis. *Med Educ.* **2014**, 48(7), 657. <https://doi.org/10.1111/medu.12432>.
14. Rudolph JW, Simon R, Raemer DB, Eppich WJ. Debriefing as formative assessment: closing performance gaps in medical education. *Acad Emerg Med.* **2008**, 15(11), 1010. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2008.00248.x>.
15. Ryall T, Judd BK, Gordon CJ. Simulation-based assessments in health professional education: a systematic review. *J Multidiscip Healthc.* **2016**, 9, 69-82. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S92695>.
16. Padilla MJ, González J, Sarmiento F, Tripoloni D, Cohen Arazí L. Simulación clínica: validación de encuesta de calidad y satisfacción en un grupo de estudiantes de Medicina. *Rev Esp Edu Med.* **2024**, 5(1). <https://doi.org/10.6018/edumed.591511>.
17. McNerney N, Nally D, Khan MF, Heneghan H, Cahill RA. Performance effects of simulation training for medical students: a systematic review. *GMS J Med Educ.* **2022**, 39(5). <https://doi.org/10.3205/zma001572>.
18. Ramah U, Keenoo BS. High-fidelity simulators in undergraduate medical education: a systematic review. *Cureus.* **2025**, 17(10), e95019. <https://doi.org/10.7759/cureus.95019>.
19. Vade Martínez C, Painemal Rivera B, Serey Torres D, et al. Modelos anatómicos e instancias simuladas para el aprendizaje de competencias quirúrgicas de los estudiantes de medicina de pre y post grado. Una revisión sistemática. *Rev Esp Edu Med.* **2025**, 6(1). <https://doi.org/10.6018/edumed.638611>.
20. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* **2021**, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
21. Campbell M, McKenzie JE, Sowden A, et al. Synthesis without meta-analysis (SWiM) in systematic reviews: reporting guideline. *BMJ.* **2020**, 368. <https://doi.org/10.1136/bmj.l6890>.
22. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. Version 2. London: Cochrane; **2019**. <https://www.riskofbias.info/welcome/rob-2-0-tool/current-version-of-rob-2>.
23. Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ.* **2016**, 355. <https://doi.org/10.1136/bmj.i4919>.
24. McCoy CE, Menchine M, Anderson C, Kollen R, Langdorf MI, Lotfipour S. Prospective randomized crossover study of simulation vs. didactics for teaching medical students the assessment and management of critically ill patients. *J Emerg Med.* **2011**, 40(4). <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2010.02.026>.

25. Cortegiani A, Russotto V, Montalto F, et al. Effect of high-fidelity simulation on medical students knowledge about advanced life support: a randomized study. *PLoS One*. **2015**, 10(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125685>.
26. DeWaay DJ, McEvoy MD, Kern DH, Alexander LA, Nietert PJ. Simulation curriculum can improve medical student assessment and management of acute coronary syndrome during a clinical practice exam. *Am J Med Sci*. **2014**, 347(6). <https://doi.org/10.1097/MAJ.0b013e3182a562d7>.
27. Mutter MK, Martindale JR, Shah N, Gusic ME, Wolf SJ. Case-based teaching: does the addition of high-fidelity simulation make a difference in medical students clinical reasoning skills? *Med Sci Educ*. **2020**, 30(1), 307. <https://doi.org/10.1007/s40670-019-00904-0>.
28. Solymos O, O'Kelly P, Walshe CM. Pilot study comparing simulation-based and didactic lecture-based critical care teaching for final-year medical students. *BMC Anesthesiol*. **2015**, 15. <https://doi.org/10.1186/s12871-015-0109-6>.
29. Couto TB, Farhat SCL, Geis GL, Olsen O, Schvartsman C. High-fidelity simulation versus case-based discussion for teaching medical students in Brazil about pediatric emergencies. *Clinics (Sao Paulo)*. **2015**, 70(6), 393. [https://doi.org/10.6061/clinics/2015\(06\)02](https://doi.org/10.6061/clinics/2015(06)02).
30. Moliterno NV, Paravidino VB, Robaina JR, et al. High-fidelity simulation versus case-based discussion for training undergraduate medical students in pediatric emergencies: a quasi-experimental study. *J Pediatr (Rio J)*. **2024**, 100(4), 422. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2024.03.007>.
31. Butter J, McGaghie WC, Cohen ER, Kaye M, Wayne DB. Simulation-based mastery learning improves cardiac auscultation skills in medical students. *J Gen Intern Med*. **2010**, 25(8), 780. <https://doi.org/10.1007/s11606-010-1309-x>.
32. Kern DH, Mainous AG, Carey M, Beddingfield A. Simulation-based teaching to improve cardiovascular exam skills performance among third-year medical students. *Teach Learn Med*. **2011**, 23(1), 15. <https://doi.org/10.1080/10401334.2011.536753>.
33. Perlini S, Salinaro F, Santalucia P, Musca F. Simulation-guided cardiac auscultation improves medical students clinical skills: the Pavia pilot experience. *Intern Emerg Med*. **2014**, 9(2), 165. <https://doi.org/10.1007/s11739-012-0811-z>.
34. Sánchez-Ledesma MJ, Juanes JA, Gómez-Sánchez E, et al. Acquisition of competencies by medical students in neurological emergency simulation environments using high fidelity patient simulators. *J Med Syst*. **2016**, 40(6), 139. <https://doi.org/10.1007/s10916-016-0496-3>.
35. Berger C, Brinkrolf P, Ertmer C, et al. Combination of problem-based learning with high-fidelity simulation in CPR training improves short and long-term CPR skills: a randomised single blinded trial. *BMC Med Educ*. **2019**, 19, 180. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1626-7>.
36. Zhao Y, Zhang X, Li X, et al. Simulation-based training following a theoretical lecture enhances the performance of medical students in obtaining 20 standard cross-sectional transesophageal echocardiographic views: a prospective, randomized, controlled trial. *BMC Med Educ*. **2021**, 21, 336. <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02753-1>.
37. Puerma-Jiménez J, Pérez-Villares JM, Domínguez-Guzmán P, et al. High-fidelity simulation in airway management training: results from the AIR-MASTER-SIM randomised study. *Front Med (Lausanne)*. **2026**, 13, 1829702. <https://doi.org/10.3389/fmed.2026.1829702>.
38. Gonçalves BAR, Melo MCB, Oliveira ACL, et al. Teamwork in pediatric resuscitation: training medical students on high-fidelity simulation. *Adv Med Educ Pract*. **2022**, 13, 697. <https://doi.org/10.2147/AMEP.S365976>.
39. Nicolaides M, Theodorou E, Emin EI, et al. Team performance training for medical students: low vs high fidelity simulation. *Ann Med Surg (Lond)*. **2020**, 55, 308. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2020.05.042>.
40. DeStephano CC, Chou B, Patel S, Slattery R, Hueppchen N. A randomized controlled trial of birth simulation for medical students. *Am J Obstet Gynecol*. **2015**, 213(1), 91.e1. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2015.03.024>.

41. Massoth C, Röder H, Ohlenburg H, et al. High-fidelity is not superior to low-fidelity simulation but leads to overconfidence in medical students. *BMC Med Educ.* **2019**, 19, 29. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1464-7>.
42. Valente BCHG, Melo MCB, Liu PMF, et al. High and low-fidelity simulation for respiratory diseases pediatric training: a prospective and randomized study. *J Pediatr (Rio J).* **2023**, 99(5), 521. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2023.04.007>.
43. Pal B, Chong SV, Thein AW, Tay AGM, Soe HHK, Pal S. A randomised controlled trial study on the effectiveness of high-fidelity simulation in enhancing skills among undergraduate medical students. *Med J Malaysia.* **2024**, 79(4), 421. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39086339/>.
44. Fisher JM, Walker RW. A new age approach to an age old problem: using simulation to teach geriatric medicine to medical students. *Age Ageing.* **2014**, 43(3), 424. <https://doi.org/10.1093/ageing/aft200>.
45. Grissa MH, Dhaoui R, Bel Haj Ali K, et al. Comparison of simulation and video-based training for acute asthma. *BMC Med Educ.* **2023**, 23. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04836-7>.
46. Vattanavanit V, Kawla-Ied J, Bhurayanontachai R. High-fidelity medical simulation training improves medical students knowledge and confidence levels in septic shock resuscitation. *Open Access Emerg Med.* **2017**, 9, 1. <https://doi.org/10.2147/OAEM.S122525>.
47. Yu JH, Chang HJ, Kim SS, et al. Effects of high-fidelity simulation education on medical students anxiety and confidence. *PLoS One.* **2021**, 16(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251078>.
48. Barbadoro P, Brunzini A, Dolcini J, et al. Stress responses in high-fidelity simulation and standard simulation training among medical students. *BMC Med Educ.* **2023**, 23, 116. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04101-x>.
49. Martín-Sánchez R, Castro Villamor MA, Rabanales-Soto J, et al. Threshold-anxiety in medical students performing a prehospital high-fidelity clinical simulation: randomized clinical trial. *Am J Emerg Med.* **2025**, 94, 103. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2025.04.039>.
50. Swamy M, Bloomfield TC, Thomas RH, Singh H, Searle RF. Role of SimMan in teaching clinical skills to preclinical medical students. *BMC Med Educ.* **2013**, 13, 20. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-13-20>.
51. Swamy M, Sawdon M, Chaytor A, Cox D, Barbaro-Brown J, McLachlan J. A study to investigate the effectiveness of SimMan as an adjunct in teaching preclinical skills to medical students. *BMC Med Educ.* **2014**, 14, 231. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-14-231>.
52. Alluri RK, Tsing P, Lee E, Napolitano J. A randomized controlled trial of high-fidelity simulation versus lecture-based education in preclinical medical students. *Med Teach.* **2016**, 38(4), 404-9. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2015.1031734>.
53. Bernardi S, Giudici F, Leone MF, et al. A prospective study on the efficacy of patient simulation in heart and lung auscultation. *BMC Med Educ.* **2019**, 19, 275. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1708-6>.



© 2026 University of Murcia. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 Spain License (CC BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)