



ORIGINAL

Tendencia, colaboración e impacto en la producción científica sobre el aprendizaje basado en simulación durante la formación médica



John Barja-Ore^{a,*}, Jhonny Jesús Chafloque Chavesta^a, Zaida Zagaceta-Guevara^b y Brandon E. Guillen-Calle^c

^a Departamento Académico, Universidad Privada del Norte, Lima, Perú

^b Departamento Académico de Obstetricia, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

^c Sub-Unidad de Investigación e Innovación Tecnológica, Instituto Nacional de Salud del Niño San Borja, Lima, Perú

Recibido el 22 de abril de 2025; aceptado el 29 de mayo de 2025

Disponible en Internet el 3 de julio de 2025

PALABRAS CLAVE

Educación médica;
Enseñanza mediante
simulación de alta
fidelidad;
Análisis bibliométrico;
Tecnología
educacional

Resumen

Introducción: el aprendizaje basado en simulación (ABS) se ha convertido en una herramienta clave en la formación médica, al ofrecer experiencias seguras, realistas e inmersivas que fortalecen las competencias clínicas de los estudiantes. A pesar de sus beneficios, enfrenta desafíos como altos costos y limitaciones de realismo. Este estudio analiza la tendencia, colaboración e impacto de la producción científica sobre ABS en educación médica.

Materiales y métodos: se realizó un estudio bibliométrico descriptivo utilizando la base de datos Scopus. Se seleccionaron artículos originales publicados entre 2019 y 2024. Se analizaron indicadores de productividad, impacto y colaboración mediante SciVal, Excel y el paquete bibliometrix de RStudio.

Resultados: se identificaron 791 publicaciones. Las instituciones más productivas fueron la Universidad de Copenhague, la Universidad de Harvard y la Universidad de California en San Francisco. Canadá mostró el mayor impacto de citas ponderadas. La producción científica aumentó progresivamente, especialmente en revistas de cuartiles Q1 y Q2. Los términos más frecuentes fueron «simulation training», «clinical competence» y «medical education», con emergentes como «virtual reality». Estados Unidos lideró la colaboración internacional, seguido de redes activas en Europa y Brasil. Los autores más destacados fueron Konge y Andersen, con publicaciones recurrentes en *BMC Medical Education* y *Simulation in Healthcare*.

Conclusión: la producción científica sobre ABS en educación médica muestra una tendencia creciente, con alta colaboración internacional e incorporación de tecnologías emergentes, consolidándose como una estrategia pedagógica fundamental en la formación médica moderna.

© 2025 El Autor/Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: john.barja@upn.edu.pe (J. Barja-Ore).

KEYWORDS

Medical education;
High-fidelity
simulation-based
teaching;
Bibliometric analysis;
Educational
technology

Trends, collaboration, and impact in scientific production on simulation-based learning in medical education**Abstract**

Introduction: Simulation-based learning (SBL) has become a key tool in medical education by providing safe, realistic, and immersive experiences that strengthen students' clinical competencies. Despite its benefits, it faces challenges such as high costs and limitations in realism. This study analyzes the trends, collaboration, and impact of scientific production on SBL in medical education.

Materials and methods: A descriptive bibliometric study was conducted using the Scopus database. Original articles published between 2019 and 2024 were selected. Indicators of productivity, impact, and collaboration were analyzed using SciVal, Excel, and the Bibliometrix package in RStudio.

Results: A total of 791 publications were identified. The most productive institutions were the University of Copenhagen, Harvard University, and the University of California at San Francisco. Canada showed the highest field-weighted citation impact. Scientific output increased progressively, particularly in Q1 and Q2 journals. The most frequent terms were "simulation training," "clinical competence," and "medical education," with emerging terms such as "virtual reality." The United States led international collaboration, followed by active networks in Europe and Brazil. The most prominent authors were Konge and Andersen, with recurrent publications in *BMC Medical Education* and *Simulation in Healthcare*.

Conclusion: Scientific production on SBL in medical education shows a growing trend, with high international collaboration and the incorporation of emerging technologies, establishing it as a fundamental pedagogical strategy in modern medical training.

© 2025 The Author(s). Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La educación médica comprende una serie de procesos que permiten una transición orgánica de la teoría y la práctica hacia el logro de competencias de todo estudiante. Históricamente, el modelo tradicional era la base de esta manera de educar, en el cual se aprendía a través del contacto directo con el paciente y bajo la supervisión de un docente experimentado¹. Sin embargo, en la actualidad, se han desarrollado nuevas formas de aprendizaje, como aquella basada en simulación, especialmente por las preocupaciones existentes sobre la seguridad del paciente durante el proceso de atención, que forma parte de la formación médica².

El aprendizaje basado en simulación (ABS) se ha vuelto un elemento clave para la educación médica, dado que ha transformado la capacitación de los estudiantes y brinda nuevas experiencias de aprendizaje inmersivas y realistas que imitan las actividades clínicas y que, como consecuencia, mejoran la confianza para participar activamente en el entorno clínico^{3,4}. Además, permite que los estudiantes aprendan en un entorno seguro, controlado y estandarizado, de modo que los conocimientos y habilidades se puedan aplicar al momento de la atención⁵.

En las últimas décadas, el ABS ha emergido y se ha posicionado como una estrategia pedagógica fundamental, cuya proyección está orientada a la integración de las nuevas tecnologías que favorezcan el desempeño clínico³. Estudios previos han demostrado que no solo se mejoran los conocimientos y desempeño, sino también las habilidades

comunicativas y la capacidad de reflexión^{1,6}. Por otro lado, situaciones simuladas de alto riesgo son percibidas favorablemente pese al entorno de estrés emocional al que se exponen⁷. Su uso ha evidenciado una alta satisfacción en los estudiantes de Medicina, pero puede variar según la especialidad en la que se implementó⁸.

Pese a su impacto favorable, su implementación enfrenta desafíos como el elevado costo asociado con el mantenimiento y la adquisición de herramientas de simulación avanzadas, lo que limita su accesibilidad a las universidades o instituciones con bajos recursos⁹. Además, la capacitación del personal y la integración curricular son otros de los desafíos para su implementación, debido a que se requiere de una adaptación efectiva y coherente de los programas educativos basados en simulación. Asimismo, presenta limitaciones de realismo en los escenarios simulados, lo cual puede perjudicar la transferencia de las habilidades a la realidad clínica¹⁰.

Las tendencias emergentes del ABS son diversas, como el uso recurrente de simuladores de alta fidelidad y la integración de la inteligencia artificial en la educación¹⁰, esto supone una mayor exigencia para todos los involucrados en el proceso de la formación médica, tanto académicos como grupos de investigación. En este contexto, el método bibliométrico representa un aspecto clave para comprender las dinámicas de la producción científica y dilucidar las redes de colaboración entre los centros de simulación y las instituciones académicas, a fin de mejorar la interacción entre el estudiante de Medicina y sus prácticas preprofesionales^{9,11}.

Por lo presentado, este estudio tiene el objetivo de analizar la tendencia, colaboración e impacto en la producción científica sobre el aprendizaje basado en simulación durante la formación médica.

Métodos

Se realizó un estudio descriptivo, basado en la metodología bibliométrica, para explorar parámetros de las publicaciones científicas a nivel global sobre el uso del aprendizaje basado en simulación en la educación médica.

Se seleccionó Scopus como base de datos para la búsqueda de artículos, dado su representatividad de la producción global. Previo a la ejecución, se creó una estrategia de búsqueda con términos relevantes de este campo temático, que fueron conectados con operadores booleanos. Finalmente, se delimitó a los campos del resumen y título. La estrategia fue la siguiente: TITLE-ABS ((«Patient Simulation» OR «Patient Simulations» OR «Simulation Patient» OR «Simulations Patient» OR «Simulation Training» OR «Training Simulation» OR «Interactive Learning» OR «Learning Interactive» OR «High Fidelity Simulation Training» OR «Simulation-based Training» OR «Virtual Reality Simulation») AND («Education Medical Undergraduate» OR «Medical Education Undergraduate» OR «Medical Student» OR «Education Medical» OR «Medical Students» OR «Students Medical» OR «Undergraduate Medical Education» OR «Medical Education» OR «Student Medical» OR «Education Undergraduate Medical»)) AND PUBYEAR >2018 AND PUBYEAR <2025. La búsqueda sistemática se ejecutó el 8 de abril de 2025 y se encontraron 791 documentos.

La selección de estudios se realizó a partir de los criterios que se presentan a continuación: se incluyeron artículos originales que estudiaron el ABS, publicados entre 2019 y 2024, dado el creciente interés temático generado por la pandemia por COVID-19, e indexados en Scopus. Se excluyeron publicaciones indexadas en otras bases de datos, artículos de revisión, conferencias, libros u otros que no reportaron resultados primarios. La muestra final, posterior a la selección de los artículos, fue de 627 publicaciones.

Para el análisis, se exportaron todos los metadatos de los artículos seleccionados. La herramienta SciVal se utilizó

para reportar indicadores de productividad, visibilidad e impacto; además de la tendencia de producción por cuartil de la revista científica. Esto se informó con un gráfico diseñado en Excel 2019. Con el paquete bibliometrix del programa RStudio versión 4.3.3 se elaboraron gráficos como el mapa mundial de colaboración por país, la nube de palabras, que muestra los términos más frecuentes y relevantes de la producción científica, y el *Three-Field-Plot*, que permite visualizar 3 aspectos relevantes de la producción.

Para realizar esta investigación, la evaluación de un comité de ética en investigación no fue necesaria, dado que no participaron sujetos de estudio ni se utilizó información confidencial, solo se basó en la exploración y análisis de metadatos de las publicaciones indexadas.

Resultados

La institución más productiva es la Universidad de Copenhague, seguida de la Universidad de Harvard y la Universidad de California en San Francisco. Entre las que más produjeron se identificaron 3 instituciones de Francia y una de Canadá, que es la que mejor impacto de citas ponderadas tiene (4,57). La Universidad del sur de Dinamarca es una de las que mejor promedio de citas por publicación tiene (9,1) (tabla 1).

Desde el año 2019 hasta 2024 se evidencia un incremento progresivo en el número de publicaciones, con un mayor crecimiento en las posicionadas en los cuartiles Q1 y Q2. Por otro lado, las ubicadas en el cuartil Q4 muestran una cantidad constante de publicaciones (fig. 1).

Los términos más relevantes en la producción científica son «simulation training», «clinical competence» y «medical education»; además, se muestran términos emergentes como «virtual reality» y «computer simulation», que representan el área de desarrollo digital de la investigación (fig. 2).

El mapa de colaboración perfila a Estados Unidos como el que lidera el campo investigativo y el que tiene más redes de colaboración con distintos países del mundo. La región de Europa presenta países con actividad científica con colaboración entre sí, principalmente. Brasil es el país de Latinoamérica con más colaboración internacional (fig. 3).

Tabla 1 Top 10 de instituciones con mayor producción científica sobre el aprendizaje basado en simulación en la educación médica

Institución	País	Producción científica	Citaciones	Citaciones por publicación	Impacto de las citas ponderadas por campo
Universidad de Copenhague	Dinamarca	26	212	8,2	1,63
Universidad de Harvard	Estados Unidos	13	77	5,9	0,99
Universidad de California en San Francisco	Estados Unidos	12	80	6,7	0,99
Universidad de Bern	Suiza y Dinamarca	11	102	9,3	1,54
Universidad del Sur de Dinamarca	Dinamarca	11	100	9,1	2,26
Universidad de la ciudad de París	Francia	11	80	7,3	0,88
Instituto Karolinska	Suecia	10	40	4	1,2
Universidad McGill	Canadá	10	574	57,4	4,57
Instituto Nacional de Salud e Investigación Médica de Francia	Francia	9	37	4,1	0,64

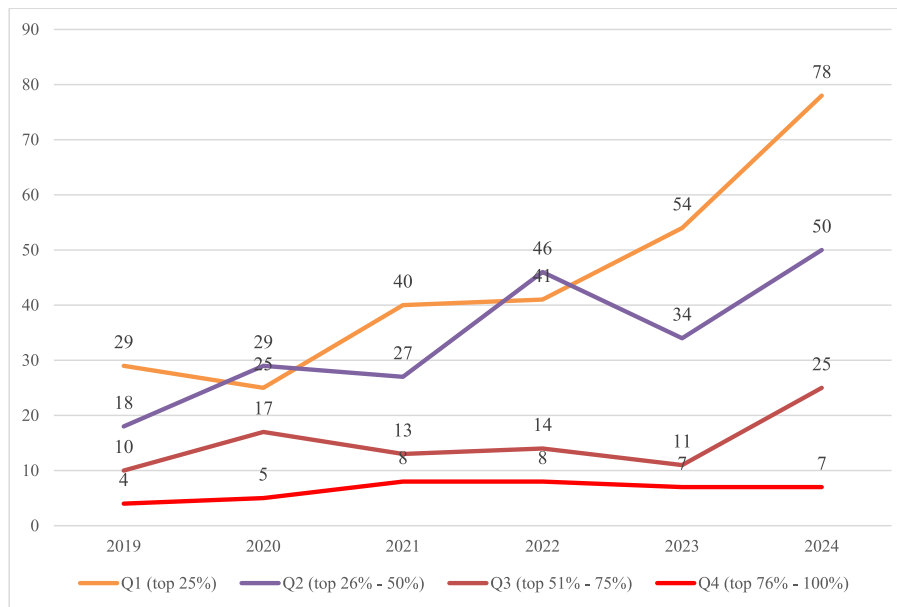


Figura 1 Tendencia en la producción científica según el cuartil de la revista científica.

El *Three-Field-Plot* muestra que Konge y Andersen son los autores mejores posicionados en este campo; además, ambos presentan vínculos con Dinamarca, que es el país más productivo. La preferencia de publicación es hacia la revista *BMC Medical Education* y la *Simulation in Healthcare* (fig. 4).

Discusión

El análisis bibliométrico realizado demuestra un crecimiento sostenido en la producción científica sobre el ABS en la educación médica entre los años 2019 y 2024, particularmente en revistas de alto impacto (Q1 y Q2). Este hallazgo refleja una tendencia internacional hacia la consolidación del ABS como una estrategia pedagógica clave, como también lo evidencian estudios previos que

destacan el papel creciente de las tecnologías inmersivas, la realidad virtual y la simulación computarizada en la enseñanza médica^{12,13}.

Los términos emergentes como «virtual reality» y «computer simulation», identificados en la nube de palabras, reafirman el giro hacia modelos digitales y accesibles de simulación, que permiten escenarios realistas sin comprometer la seguridad del paciente. Esta evolución también se ha observado en otras áreas de la educación médica, como la salud pública¹⁴ y la formación de enfermería en seguridad del paciente¹⁵, consolidando el ABS como un eje transversal en múltiples especialidades. Esta información evidencia una diversificación de los enfoques pedagógicos que están ganando tracción en la comunidad académica; no solo reflejan el desarrollo tecnológico, sino una transformación real en la manera en que se comprende el proceso de enseñanza-



Figura 2 Palabras clave más relevantes.

Country Collaboration Map

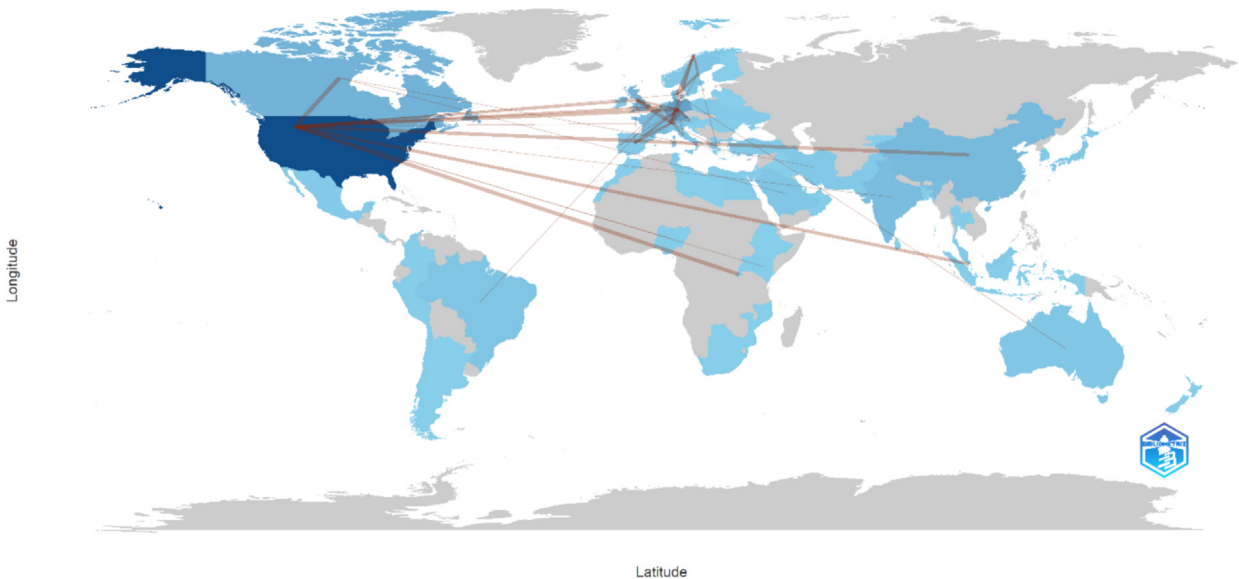


Figura 3 Colaboración por país en la producción científica.

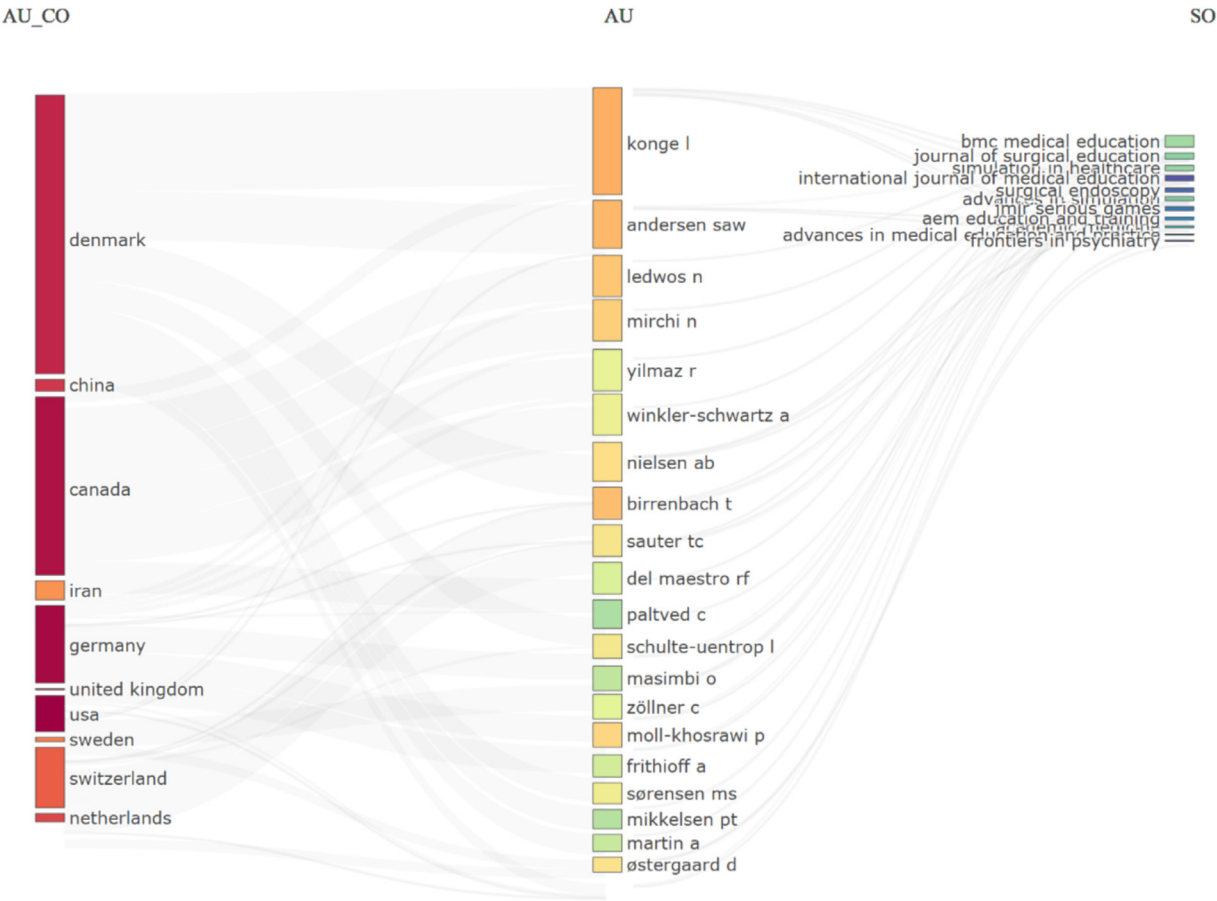


Figura 4 Three-Field-Plot.

aprendizaje en entornos clínicos. Motivo por el que estas no deben verse aisladamente, sino como parte de una pedagogía integradora que pretende promover el aprendizaje activo, centrado en el estudiante, adaptable a diferentes estilos de aprendizaje y niveles de competencia; asimismo, dada su naturaleza escalable, estas tecnologías amplían las posibilidades de acceso a escenarios simulados, sobre todo en escenarios donde la accesibilidad a los simuladores se ve comprometida.

En cuanto al análisis de colaboración, se evidencia que Estados Unidos lidera las redes internacionales, lo cual coincide con lo reportado por múltiples estudios que identifican a este país como el de mayor centralidad en la investigación sobre simulación médica^{12,14,16}. Asimismo, el protagonismo de instituciones como la Universidad de Copenhagen y la Universidad de Harvard se alinea con su alta productividad y citación en este campo, respaldando la consistencia del análisis de impacto presentado en este estudio.

Un aspecto destacado es el papel de Dinamarca como país líder en producción científica, lo cual es coherente con la identificación de autores como Konge y Andersen entre los más influyentes. Esta observación coincide con estudios como el de Sun et al.¹³, que posicionan a países europeos, especialmente escandinavos, entre los más activos en esta área.

A pesar de este panorama favorable, persisten desafíos estructurales que limitan la expansión equitativa del ABS. Tal como se reporta en la literatura, el costo elevado de los simuladores de alta fidelidad y la necesidad de capacitación docente siguen siendo barreras significativas para instituciones de bajos recursos^{17,18}. La validación de modelos de simulación de bajo costo se presenta como una necesidad urgente para democratizar el acceso a estas herramientas y garantizar su efectividad comparativa con las versiones más avanzadas. En el análisis de tendencia, según los métodos en el ABS, se hace evidente una transición progresiva hacia métodos más flexibles y accesibles, cambio que no solo obedece al acelerado avance de las tecnologías digitales, sino también a un replanteamiento pedagógico forzado por la pandemia por COVID-19, que reveló la necesidad de entornos de aprendizaje más accesibles. La diversificación de métodos y estrategias apunta a ampliar y diversificar las metodologías dentro del ABS, en las que se prioricen las habilidades comunicativas, razonamiento clínico y toma de decisiones en contextos reales y complejos, que promueva una visión más integral del desempeño profesional. Pese a esto, también es necesaria la priorización de las dimensiones éticas, emocionales y contextuales del cuidado de la salud. Se puede asumir que este enfoque pedagógico está migrando hacia uno más holístico y multidimensional, centrado en el estudiantado, en el que la tecnología actúa como catalizador de experiencias formativas más auténticas, inclusivas y adaptadas a los desafíos de la formación médica actual.

Además, estudios como el de Cheng et al.¹⁹ destacan la importancia de modelos teóricos como METRICS para evaluar de forma integral las distintas dimensiones del ABS, más allá del rendimiento clínico, integrando innovación, conceptualización y evaluación como pilares de un marco académico sólido. Esto refuerza la necesidad de seguir desarrollando marcos de evaluación más consistentes para las publicaciones del área.

Este estudio se centró exclusivamente en artículos indexados en Scopus, lo cual puede haber excluido investigaciones relevantes presentes en otras bases de datos; pese a esto, se

considera como una de las más grandes y representativas a nivel global, con una cobertura amplia de diversos temas²⁰. Además, debido a que el estudio consistió en un análisis bibliométrico, se enfocó en metadatos bibliográficos y no abordó el análisis cualitativo de los contenidos metodológicos o resultados específicos de los estudios incluidos. Por otro lado, se debe considerar que en esta exploración bibliométrica no se excluyeron las autocitaciones, las cuales pueden haber afectado la medición de algunos parámetros de impacto.

En conclusión, el ABS ha ganado un rol protagónico en la educación médica global, evidenciado por su creciente producción científica, la consolidación de redes internacionales de colaboración y la integración de tecnologías emergentes como la realidad virtual. No obstante, persisten desafíos en términos de equidad, costos y validación de nuevas herramientas, lo que abre un espacio importante para futuras líneas de investigación orientadas a cerrar estas brechas y optimizar su implementación educativa.

Financiación

Los autores declaran que el estudio fue autofinanciado.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no presentar conflictos de intereses.

Bibliografía

1. Wang S, Ren X, Ye J, Wang W, Huang H, Qin C. Exploration of simulation-based medical education for undergraduate students. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100(20):e25982. doi:10.1097/MD.00000000000025982.
2. Gerretsen ECF, Chen A, Annema JT, Groenier M, van der Heijden EHFM, van Mook WNKA, et al. Effectiveness of flexible bronchoscopy simulation-based training: a systematic review. *Chest*. 2023;164(4):952–62. doi:10.1016/j.chest.2023.05.012.
3. Elendu C, Amaechi DC, Okatta AU, Amaechi EC, Elendu TC, Ezech CP, et al. The impact of simulation-based training in medical education: a review. *Medicine (Baltimore)*. 2024;103(27):e38813. doi:10.1097/MD.00000000000038813.
4. Yu JH, Chang HJ, Kim SS, Park JE, Chung WY, Lee SK, et al. Effects of high-fidelity simulation education on medical students' anxiety and confidence. *PloS One*. 2021;16(5):e0251078. doi:10.1371/journal.pone.0251078.
5. McInerney 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):Doc51. doi:10.3205/zma001572.
6. Sassi S, Sakly AK, Zorgati A, Bouraoui H, Ben Soltane H, Mezgar Z, et al. Comparison of simulation and video-based training for acute asthma. *BMC Med Educ*. 2023;23(1):873. doi:10.1186/s12909-023-04836-7.
7. Meyers L, Mahoney B, Schaffernocker T, Way D, Winfield S, Uribe A, et al. The effect of supplemental high fidelity simulation training in medical students. *BMC Med Educ*. 2020;20(1):421. doi:10.1186/s12909-020-02322-y.
8. Riaz S, Jaradat AAK, Gutierrez R, Garadah TS. Outcome of undergraduate medical education using medical simulation according to students' feedback. *Sultan Qaboos Univ Med J*. 2020;20(3):e310–5. doi:10.18295/squmj.2020.20.03.010.
9. Falasco V. Simulación clínica. *Edu Med*. 2021;22(5):249–50. doi:10.1016/j.edumed.2021.10.001.

10. Rognoni G, Benet P, Catro A, Gomar C, Villalonga R, Zorrilla J. La simulación clínica en la educación médica. Ventajas e inconvenientes del aprendizaje al lado del paciente y en entorno simulado. *Med Clín Práct.* 2024;7(4):100459. doi:[10.1016/j.mcpsp.2024.100459](https://doi.org/10.1016/j.mcpsp.2024.100459).
11. Villca Roso S, Choque Medrano JW. The role of medical simulation and artificial intelligence in quality medical training for medical students. *Multidiscip Health Educ J.* 2024;6(1):1042–51.
12. Pezzino S, Luca T, Castorina M, Puleo S, Castorina S. Transforming medical education through intelligent tools: a bibliometric exploration of digital anatomy teaching. *Educ Sci.* 2025;15(3):346. doi:[10.3390/educsci15030346](https://doi.org/10.3390/educsci15030346).
13. Sun W, Jiang X, Dong X, Yu G, Feng Z, Shuai L. The evolution of simulation-based medical education research: from traditional to virtual simulations. *Heliyon.* 2024;10(15):e35627. doi:[10.1016/j.heliyon.2024.e35627](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35627).
14. Dong Y, Ding S, Mao X, Liu X. Global research trends of virtual simulation technology in public health education and training. A visual analysis based on CiteSpace and VOSviewer. *Medicine (United States).* 2024;103(44):e40388. doi:[10.1097/MD.00000000000040388](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000040388).
15. Wang Y, Chen YW, Hu XP, Mei H. Bibliometric analysis of research hotspots and global trends in patient safety education for nursing students. *Medicine (United States).* 2024;103(42):e40163. doi:[10.1097/MD.00000000000040163](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000040163).
16. Su WS, Chang CY. Virtual patient in interactive learning environments: a review of 1989–2020 publications in selected SSCI journals. *Interact Learn Environ.* 2023;31(4):2324–37. doi:[10.1080/10494820.2021.1879873](https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1879873).
17. Flores-Cohaila JA, Ñaña-Cordova AM, Rios-Garcia W, Benavente-Chalco XC, Torres-Zegarra BC, Bustamante-Ordoñez MA. Low-cost simulation in health professions education: a bibliometric analysis and literature review of 20 years of research. *Educ Med.* 2024;25(5):100945. doi:[10.1016/j.edumed.2024.100945](https://doi.org/10.1016/j.edumed.2024.100945).
18. Oluwadele D, Singh Y, Adeliyi TT. Trends and insights in e-learning in medical education: a bibliometric analysis. *Rev Educ.* 2023;11(3):e3431. doi:[10.1002/rev3.3431](https://doi.org/10.1002/rev3.3431).
19. Cheng A, Calhoun A, Topps D, Adler MD, Ellaway R. Using the METRICS model for defining routes to scholarship in healthcare simulation. *Med Teach.* 2018;40(7):652–60. doi:[10.1080/0142159X.2018.1465184](https://doi.org/10.1080/0142159X.2018.1465184).
20. Prancutė R. Web of Science (WoS) and Scopus: the titans of bibliographic information in today's academic world. *Publications.* 2021;9(1):12. doi:[10.3390/publications9010012](https://doi.org/10.3390/publications9010012).