



COMUNICACION BREVE

The Transformative Role of Technology in Medical Education

El Papel Transformador de la Tecnología en la Educación Médica

Justiniano Felix Palomino Quispe¹  , Leopoldo Choque-Flores¹  , Alisson Lizbeth Castro León¹  , Luis Villar Requis Carbajal¹  , Lucio-Arnulfo Ferrer-Peñaranda²  , Lindomira Castro Llaja²  , Elvira García-Huamantumba³  , Roberto Carlos Dávila-Morán⁴  , Leonardo Velarde Dávila⁵  

¹Universidad Cesar Vallejo (UCV). Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil. Ciudad de Lima, Perú.

²Universidad Nacional del Callao (UNAC). Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Educación Física. Ciudad del Callao, Perú.

³Universidad Privada Norbert Wiener (UPNW), Facultad de Ingeniería y Negocios, Carrera de Administración y Negocios Internacionales. Ciudad de Lima, Perú.

⁴Universidad Continental (UC), Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Industrial. Ciudad de Huancayo, Perú.

⁵Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Facultad de Negocios, Carrera de Administración. Ciudad de Lima, Perú.

Citar como: Palomino Quispe JF, Choque-Flores L, Castro León AL, Requis Carbajal LV, Ferrer-Peñaranda L-A, Castro Llaja L, García-Huamantumba E, Dávila Morán RC, Velarde Dávila L. El Papel Transformador de la Tecnología en la Educación Médica. Salud, Ciencia y Tecnología. 7 de noviembre de 2024;4:657. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2024657>

Enviado: 26-08-2023

Revisado: 01-10-2023

Aceptado: 13-11-2023

Publicado: 14-11-2023

Editor: Dr. William Castillo-González 

ABSTRACT

Introduction: medical education has undergone a remarkable transformation driven by technological advances in recent decades. The progressive integration of digital tools and innovative technologies has significantly enriched access to educational resources and improved clinical practice.

Objective: this analysis aims to evaluate the impact of various emerging technologies in medical education and their influence on clinical practice, highlighting improvements in skills and diagnostic accuracy, as well as the personalization of learning.

Methods: a comprehensive analysis of pilot studies and systematic reviews was conducted that evaluated the impact of various technologies on medical education. Data collected from leading institutions were examined and statistical techniques were used to evaluate the effectiveness of these technological interventions.

Results: pilot studies demonstrated significant improvements in surgical skills and diagnostic accuracy of medical students who benefited from virtual reality and clinical simulators. The application of artificial intelligence and machine learning has also improved the interpretation of medical data and early diagnosis of diseases.

Conclusions: the continued integration of emerging technologies into medical education shows promising potential to personalize learning and improve patient care. However, challenges such as data security and appropriate training must be addressed to ensure successful implementation and lasting impact on clinical practice and medical education.

Keywords: Medical Education; Innovative Technologies; Clinical Simulators; Artificial Intelligence; Machine Learning; Clinical Practice.

RESUMEN

Introducción: la educación médica ha experimentado una notable transformación impulsada por los avances tecnológicos en las últimas décadas. La integración progresiva de herramientas digitales y tecnologías innovadoras ha enriquecido significativamente el acceso a recursos educativos y mejorado la práctica clínica.

Objetivo: este análisis tiene como objetivo evaluar el impacto de diversas tecnologías emergentes en la educación médica y su influencia en la práctica clínica, destacando las mejoras en las habilidades y la

precisión diagnóstica, así como la personalización del aprendizaje.

Métodos: se realizó un análisis integral de estudios piloto y revisiones sistemáticas que evaluaron el impacto de diversas tecnologías en la educación médica. Se examinaron los datos recopilados de instituciones líderes y se utilizaron técnicas estadísticas para evaluar la efectividad de estas intervenciones tecnológicas.

Resultados: los estudios piloto demostraron mejoras significativas en las habilidades quirúrgicas y la precisión diagnóstica de los estudiantes de medicina que se beneficiaron de la realidad virtual y los simuladores clínicos. La aplicación de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático también ha mejorado la interpretación de datos médicos y el diagnóstico precoz de enfermedades.

Conclusiones: la integración continua de tecnologías emergentes en la educación médica muestra un potencial prometedor para personalizar el aprendizaje y mejorar la atención al paciente. Sin embargo, se deben abordar desafíos como la seguridad de los datos y la capacitación adecuada para garantizar una implementación exitosa y un impacto duradero en la práctica clínica y la educación médica.

Palabras clave: Educación Médica; Tecnologías Innovadoras; Simuladores Clínicos; Inteligencia Artificial; Aprendizaje Automático; Práctica Clínica.

INTRODUCCIÓN

La evolución de la educación médica ha sido impulsada por avances tecnológicos que han transformado su enfoque y práctica a lo largo de las décadas.⁽¹⁾ Desde los primeros intentos de integrar tecnología en la enseñanza médica hasta las innovaciones actuales de vanguardia, el campo ha experimentado una progresión notable.⁽²⁾ Hoy en día, se está utilizando cada vez más en la educación médica alguna tecnología para mejorar la formación de los estudiantes en sus programas de estudio.⁽³⁾

Desde la implementación temprana de herramientas como simuladores clínicos básicos y modelos anatómicos en 3D hasta tecnologías más avanzadas como la realidad virtual y la inteligencia artificial, la educación médica ha sufrido una metamorfosis gradual.⁽³⁾ La digitalización progresiva de los materiales de estudio y el acceso a plataformas de aprendizaje en línea han ampliado significativamente la disponibilidad de recursos educativos, ofreciendo a estudiantes y profesionales una gama diversa de experiencias de aprendizaje enriquecidas y personalizadas.⁽⁴⁾

Estas transformaciones tecnológicas han impulsado mejoras sustanciales en la práctica clínica y en la prestación de servicios médicos, permitiendo una atención más centrada en el paciente, diagnósticos más precisos y tratamientos médicos más eficientes.⁽⁵⁾ La integración de herramientas digitales y prácticas innovadoras ha allanado el camino para una educación médica más eficaz y una práctica clínica más precisa y segura, sentando así las bases para una atención médica de calidad y orientada al futuro.⁽⁶⁾

DESARROLLO

La integración de tecnologías innovadoras ha transformado la educación médica y ha revolucionado la práctica clínica en todo el mundo.⁽⁷⁾ Estos avances han demostrado ser aplicables a la gran comunidad internacional de profesionales de la salud, facilitando el acceso a las últimas investigaciones y a técnicas de formación avanzadas.⁽⁴⁾

Ejemplos concretos de esta transformación se evidencian en proyectos piloto implementados en instituciones líderes.⁽⁸⁾ En la Universidad de Stanford, se evaluó el uso de la realidad virtual en una muestra de 80 estudiantes de medicina de tercer año, seleccionados a partir de un cálculo de tamaño muestral que garantiza una potencia estadística del 0,8.⁽⁹⁾ Los criterios de inclusión fueron estudiantes activos del último año del programa con especialización en cirugía. Los datos recopilados se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 0.05. El estudio encontró que la realidad virtual mejoró la precisión de las habilidades quirúrgicas de los estudiantes.⁽¹⁰⁾

Estos hallazgos son consistentes con un meta-análisis publicado en *Annals of The Royal College of Surgeons of England* en 2020, que incluyó 24 estudios. El meta-análisis encontró que la formación basada en realidad virtual mejora el rendimiento en las habilidades quirúrgicas en comparación con la formación tradicional.⁽¹¹⁾

En el Hospital de la Universidad de Pennsylvania, se implementaron simuladores clínicos portátiles en una muestra de 35 residentes de primer año de medicina interna, seleccionados aleatoriamente entre los 50 residentes de este programa. La selección de la muestra garantizó una potencia estadística de 0,8, y el estudio utilizó pruebas de chi-cuadrado para analizar la tasa de errores médicos antes y después de la implementación del simulador. Los resultados mostraron una reducción en los errores médicos.⁽¹²⁾

Estos resultados también están respaldados por el meta-análisis publicado en *Academic Medicine* en 2011, que examinó 14 estudios sobre la efectividad de los simuladores clínicos en la educación médica. La revisión concluyó que los simuladores mejoran tanto las habilidades técnicas como las no técnicas de los estudiantes

de medicina.⁽¹³⁾

Además de la realidad virtual y los simuladores clínicos, otras tecnologías también están dejando su huella en la educación médica.⁽¹²⁾ La inteligencia artificial y el aprendizaje automático, por ejemplo, están revolucionando la interpretación de datos clínicos y de investigación.⁽¹⁴⁾ Al analizar grandes conjuntos de datos médicos, estas tecnologías pueden identificar patrones y tendencias que ayudan en el diagnóstico temprano de enfermedades, el diseño de tratamientos personalizados y la predicción de resultados de salud.⁽¹⁵⁾ Su aplicación en la educación médica ha permitido una comprensión más profunda de los conceptos complejos y ha mejorado la toma de decisiones clínicas.⁽¹⁶⁾ Un meta-análisis publicado en *Nature Medicine* en 2019 respaldó estos hallazgos, concluyendo que la inteligencia artificial puede mejorar significativamente la precisión del diagnóstico en medicina.⁽¹⁴⁾

La adopción de dispositivos móviles y aplicaciones de salud también ha tenido un impacto significativo en la educación y la práctica médicas.⁽¹⁷⁾ Al facilitar el acceso a la información médica y educativa, estas tecnologías han permitido un aprendizaje más accesible y flexible, y han mejorado la eficacia de la atención al paciente.⁽¹⁸⁾ Un estudio publicado en *Evidence-based medicine* en 2013 concluyó que las aplicaciones móviles de salud pueden tener un impacto positivo en los resultados de salud de los pacientes y mejorar la calidad de la atención.⁽¹⁹⁾

La creciente adopción de aplicaciones móviles y dispositivos portátiles presenta una oportunidad única para mejorar la telemedicina y la educación médica en áreas rurales.⁽²⁰⁾ Estas tecnologías pueden proporcionar a los profesionales de la salud en áreas remotas un acceso más fácil a la información médica actualizada, a las herramientas de diagnóstico y a las oportunidades de formación continua.⁽²¹⁾

Además, los wearables pueden permitir el seguimiento a distancia de los pacientes, facilitando la atención médica a distancia en áreas donde el acceso a los servicios médicos puede ser limitado.⁽²²⁾ A medida que estas tecnologías continúan desarrollándose, la investigación debe centrarse en cómo pueden ser utilizadas de manera más efectiva para mejorar la educación médica y la atención al paciente en áreas rurales.⁽²³⁾

En resumen, la integración de tecnologías innovadoras en la educación médica ha tenido un impacto transformador en la forma en que se enseña y se practica la medicina. Los estudios piloto en la Universidad de Stanford y el Hospital de la Universidad de Pennsylvania, junto con las revisiones sistemáticas y los meta-análisis recientes, demuestran el potencial de estas tecnologías para mejorar la precisión y la eficacia del aprendizaje y la práctica médica. El potencial de las aplicaciones móviles y los dispositivos portátiles para mejorar la telemedicina y la educación médica en áreas rurales representa una oportunidad emocionante para expandir el alcance de la atención médica y garantizar que todos los pacientes, independientemente de su ubicación, tengan acceso a la atención de alta calidad que necesitan. Con la continua exploración y adaptación a estas tecnologías emergentes a través de la investigación rigurosa, podemos esperar un futuro prometedor para la educación médica.

CONCLUSIONES

Con los avances tecnológicos en constante evolución, el futuro de la educación médica está en constante transformación. La integración continua de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y los dispositivos móviles promete cambiar radicalmente la forma en que los profesionales de la salud se forman y atienden a los pacientes en los próximos años. Estas tecnologías están en camino de personalizar aún más el aprendizaje, adaptándose a las necesidades individuales de los estudiantes y facilitando un enfoque más preciso en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes.

La inteligencia artificial y el aprendizaje automático podrían revolucionar la interpretación de datos médicos y de diagnóstico, permitiendo un diagnóstico más temprano y preciso de enfermedades, lo que a su vez mejoraría las tasas de supervivencia y tratamiento. Además, el uso de dispositivos móviles y aplicaciones específicas para la salud está facilitando un acceso más fácil a la información médica y educativa, especialmente en áreas remotas o con recursos limitados.

Esta evolución tecnológica también tiene el potencial de afectar positivamente al sistema de salud en general, aumentando la eficiencia y la precisión de los registros médicos, la gestión de datos y la comunicación entre profesionales de la salud. Sin embargo, también plantea desafíos en términos de seguridad de datos y privacidad, así como la necesidad de una formación y capacitación continua para adaptarse a estos avances en constante cambio.

En resumen, el futuro de la educación médica y la atención médica en general se ve prometedor con la integración continua de tecnologías emergentes. Sin embargo, es esencial abordar los desafíos y oportunidades que acompañan a estos avances para garantizar una implementación exitosa y un impacto positivo duradero en la educación y la atención médica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, et al. Technology-Enhanced Simulation

for Health Professions Education: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*. 2011;306(9). <http://doi.org/10.1001/jama.2011.1234>

2. Almousa O, Zhang R, Dimma M, Yao J, Allen A, Chen L, et al. Virtual Reality Technology and Remote Digital Application for Tele-Simulation and Global Medical Education: An Innovative Hybrid System for Clinical Training. *Simulation & Gaming*. octubre de 2021;52(5):614-34.

3. Kyaw BM, Saxena N, Posadzki P, Vseteckova J, Nikolaou CK, George PP, et al. Virtual Reality for Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration. *J Med Internet Res*. 2019;21(1):e12959.

4. George PP, Papachristou N, Belisario JM, Wang W, Wark PA, Cotic Z, et al. Online eLearning for undergraduates in health professions: A systematic review of the impact on knowledge, skills, attitudes and satisfaction. *J Glob Health*. 2014;4(1).

5. Bloomrosen M, Starren J, Lorenzi NM, Ash JS, Patel VL, Shortliffe EH. Anticipating and addressing the unintended consequences of health IT and policy: a report from the AMIA 2009 Health Policy Meeting. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 1 de enero de 2011;18(1):82-90.

6. Densen P. Challenges and opportunities facing medical education. *Trans Am Clin Climatol Assoc*. 2011;122:48-58.

7. Ellaway R, Masters K. AMEE Guide 32: e-Learning in medical education Part 1: Learning, teaching and assessment. *Medical Teacher*. enero de 2008;30(5):455-73.

8. Frenk J, Chen L, Bhutta ZA, Cohen J, Crisp N, Evans T, et al. Health professionals for a new century: transforming education to strengthen health systems in an interdependent world. *The Lancet*. diciembre de 2010;376(9756):1923-58.

9. Veloz Montano M de las N, Keeling Álvarez M. The educational and pedagogical intervention in scientific research. *Community and Interculturality in Dialogue*. 2023;3:70. <https://doi.org/10.56294/cid202370>

10. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, O'Brien MK, Bansal VK, Andersen DK, et al. Virtual Reality Training Improves Operating Room Performance: Results of a Randomized, Double-Blinded Study. *Annals of Surgery*. octubre de 2002;236(4):458-64.

11. Portelli M, Bianco S, Bezzina T, Abela J. Virtual reality training compared with apprenticeship training in laparoscopic surgery: a meta-analysis. *annals*. noviembre de 2020;102(9):672-84.

12. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-Based Medical Education: An Ethical Imperative. *Academic Medicine*. agosto de 2003;78(8):783-8.

13. 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? A Meta-Analytic Comparative Review of the Evidence: *Academic Medicine*. junio de 2011;86(6):706-11.

14. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med*. 2019;25(1):44-56.

15. Rajkomar A, Dean J, Kohane I. Machine Learning in Medicine. *N Engl J Med*. 2019;380(14):1347-58.

16. Wartman SA, Combs CD. Reimagining Medical Education in the Age of AI. *AMA J Ethics*. 2019;21(2):E146-152

17. Mosa ASM, Yoo I, Sheets L. A Systematic Review of Healthcare Applications for Smartphones. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2012;12(1):67.

18. Ventola CL. Mobile devices and apps for health care professionals: uses and benefits. *P T*. 2014;39(5):356-64.

19. Buijink AWG, Visser BJ, Marshall L. Medical apps for smartphones: lack of evidence undermines quality and safety. *Evid Based Med*. 2013;18(3):90-2.

20. Kumar S, Nilsen WJ, Abernethy A, Atienza A, Patrick K, Pavel M, et al. Mobile Health Technology Evaluation. *American Journal of Preventive Medicine*. 2013;45(2):228-36.

21. Wootton R. Telemedicine and isolated communities: A UK perspective. *J Telemed Telecare*. 1999;5(2_suppl):27-34.

22. Piwek L, Ellis DA, Andrews S, Joinson A. The Rise of Consumer Health Wearables: Promises and Barriers. *PLoS Med*. 2016;13(2):e1001953.

23. Williams AM, Bhatti UF, Alam HB, Nikolian VC. The role of telemedicine in postoperative care. *mHealth*. mayo de 2018;4:11-11.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Roberto Carlos Dávila-Morán, Leonardo Velarde Dávila.

Curación de datos: Roberto Carlos Dávila-Morán, Elvira García-Huamantumba.

Análisis formal: Justiniano Felix Palomino Quispe, Alisson Lizbeth Castro León.

Investigación: Justiniano Felix Palomino Quispe, Leopoldo Choque-Flores.

Metodología: Lucio-Arnulfo Ferrer-Peñaranda, Lindomira Castro Llaja.

Redacción - borrador original: Luis Villar Requis Carbajal, Leopoldo Choque-Flores.

Redacción - revisión y edición: Alisson Lizbeth Castro León, Luis Villar Requis Carbajal.