



Editorial

Transformando la educación en cirugía ortopédica y traumatológica: Integración de la realidad extendida

Transforming Education in Orthopedic and Trauma Surgery: Integration of Extended Reality

Rodrigo Guiloff^{1,2} Ernesto Pino¹ David Figueroa¹ ¹Facultad de Medicina, Clínica Alemana, Universidad del Desarrollo, Las Condes, Región Metropolitana, Chile²Hospital Sótero del Río, Puente Alto, Región Metropolitana, Chile

Rev Chil Ortop Traumatol 2024;65(2):e55–e57.

La integración de tecnologías de Realidad Extendida (XR, por sus siglas en inglés), que abarca la Realidad Virtual (VR), Realidad Aumentada (AR) y Realidad Mixta (MR), ha comenzado a transformar de manera significativa la educación médica. Estas tecnologías están revolucionando la forma en que se forman y entrenan los futuros cirujanos, ofreciendo experiencias de aprendizaje inmersivas que antes eran impensables.

Relevancia de XR en la Educación Médica

Proporcionar un equilibrio adecuado entre formación teórica y práctica en la educación médica ha sido un reto constante.^{1–3} La exposición y la práctica de procedimientos por parte de los alumnos depende de múltiples factores, incluyendo la prevalencia de la patología, lugar y extensión de la rotación, motivación personal del alumno y su relación con el docente.⁴ La educación médica quirúrgica tradicional, basada en el modelo de Halsted “maestro – aprendiz” (ver uno, hacer uno, enseñar uno)⁵ y la práctica en simuladores físicos o cadavéricos, está siendo complementada y, en algunos casos, reemplazada por herramientas de XR. Estas tecnologías proporcionan una experiencia de aprendizaje inmersiva en un entorno digital tridimensional (3D), permitiendo a los alumnos interactuar con casos simulados generando una formación activa, accesible y considerablemente más económica que otros métodos de simulación médica en el largo plazo.^{6,7} Por ejemplo, la VR ofrece simulaciones donde los usuarios pueden practicar técnicas quirúrgicas con retroalimentación inmediata y sin riesgo para los pacientes, mientras que la AR superpone

elementos digitales con información crucial directamente en el campo de visión del usuario durante un procedimiento, facilitando la toma de decisiones en tiempo real.

Impacto en el Aprendizaje

La XR se ha posicionado como una herramienta académica que mejora el conocimiento teórico, práctico y espacial,^{8,9} el pensamiento crítico,¹⁰ la memorización de pasos para completar un procedimiento y las habilidades motoras,^{11–14} la actitud y el compromiso por el aprendizaje,^{8,15,16} incluso tanto o más que una simulación médica tradicional.¹⁷ Por lo demás, ofrece la oportunidad de entrenarse en técnicas que no son realizadas en la institución o región en la que se desempeñan los residentes, ofreciendo una oportunidad para países en desarrollo. Por estas razones, la simulación de procedimientos traumatológicos en XR está siendo integrada formalmente a los programas de formación.^{18,19} La aplicación de XR permite un acceso más equitativo a la educación de alta calidad. Los residentes pueden practicar una y otra vez en entornos controlados y seguros, algo que es fundamental en una disciplina donde la destreza y la precisión son esenciales.²⁰

Desafíos

Si bien la simulación con XR ofrece las ventajas mencionadas, su implementación no está exenta de desafíos. Estos incluyen el costo inicial de los equipos y la infraestructura necesaria, así como la elección de uno o más software especializados que cumplan con las necesidades del programa académico. Es importante también considerar que la tecnología actual, si

Dirección para correspondencia
Rodrigo Guiloff, Profesor,
Facultad de Medicina, Clínica
Alemana, Universidad del
Desarrollo, Las Condes, Región
Metropolitana, Chile
(e-mail: rguiloff@gmail.com).

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0044-1790257>.
ISSN 0716-4548.

© 2024. Sociedad Chilena de Ortopedia y Traumatología. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

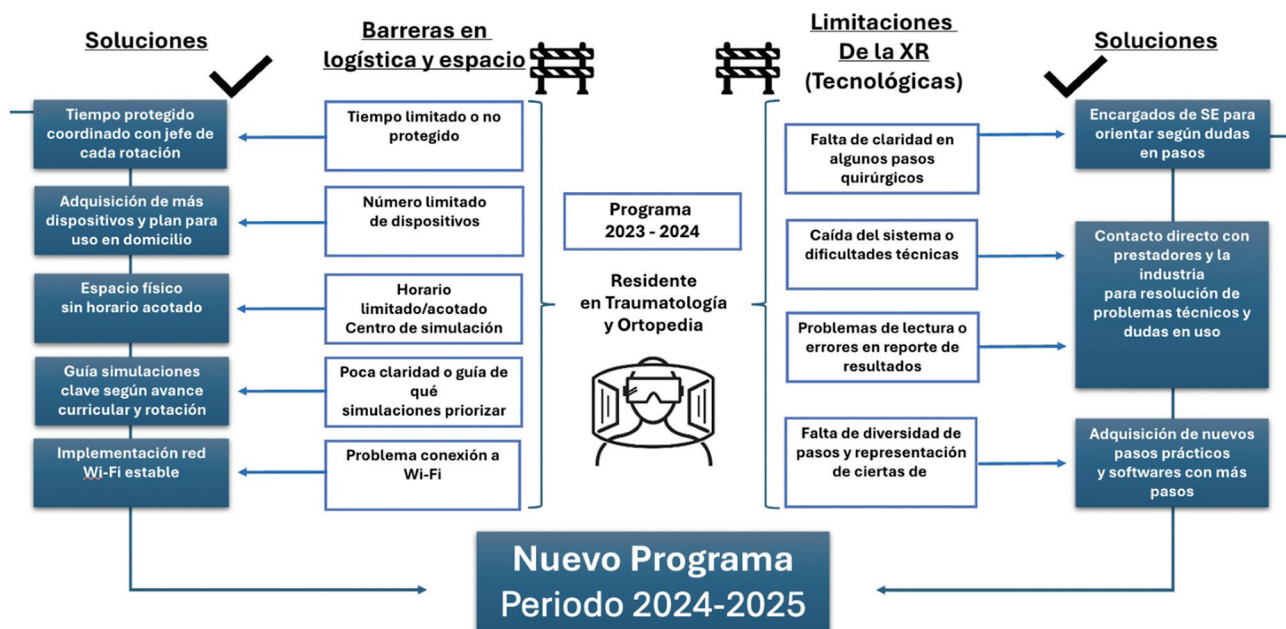


Fig. 1 Desafíos encontrados y soluciones propuestas a la integración de simulación con XR en un programa de formación en traumatología.

bien es inmersiva, aún es incapaz de generar un escenario 100% realista, sobre todo por falencias en feedback háptico. No obstante, ya existen simulaciones en XR que están incorporando esta tecnología demostrando sus mejoras en el aprendizaje.^{21,22} Además, la tecnología impulsa una mejora continua, ya que constantemente evoluciona y se adapta para abordar nuevas necesidades y desafíos, y, mientras esto sucede, sus costos tienden a disminuir.²³ Finalmente, toda intervención e innovación docente pueden conllevar a resistencia en los usuarios y dificultar su integración,²⁴ por lo tanto, es de suma importancia una inserción progresiva que considere una medición y análisis continuo de las dificultades encontradas.

Experiencia Local

La simulación en XR ha sido integrada formalmente en nuestro programa de formación, durante la implementación piloto, el entrenamiento con XR demostró que más del 90% de los residentes refieren que esta herramienta les es beneficiosa, permitiendo comprender y aplicar sus conocimientos de mejor forma y la recomiendan como una forma entretenida de aprender, un 91% confía que a través de la simulación estaba adquiriendo conocimientos que les permiten desenvolverse en un escenario clínico real. La confianza para actuar como primer cirujano y ayudante de los procedimientos entrenados aumentó de un 9% a 50% y 55% a 92% previo a entrenar y posterior a la última sesión, respectivamente. Como desafíos se identificaron elementos similares a lo reportado en la literatura,¹⁹ en particular logístico, de espacio físico y tecnológicos, para cada uno de ellos se propusieron soluciones (–Figura 1). Posterior a comenzar con el proceso de implementación de las soluciones y con 546 simulaciones realizadas, la satisfacción usuaria aumentó de un *Net Promoter Score* promedio de 38 a 48.

Conclusión

La XR se está consolidando como una herramienta esencial en la educación médica, particularmente en traumatología. Es crucial que las instituciones educativas y los profesionales de la salud reconozcan estas tecnologías, no solo como un complemento, sino como una parte integral de la formación médica. La investigación futura debe centrarse en perfeccionar estas tecnologías y en evaluar su impacto a largo plazo en la calidad de la atención médica. Invitamos a los académicos y responsables de la formación traumatológica en el país a explorar e implementar estas herramientas en sus programas. La promesa de XR no solo radica en mejorar las habilidades técnicas de los futuros cirujanos, sino en transformar la educación médica continua para enfrentar los retos del futuro y proveer la mejor atención a nuestros pacientes.

Referencias

- 1 Buja LM. Medical education today: all that glitters is not gold. *BMC Med Educ* 2019;19(01):110. Doi: 10.1186/s12909-019-1535-9
- 2 Palés JL, Rodríguez De Castro F. Desarrollo Profesional Continuo (DPC) y Regulación de La Profesión Médica Retos de La Formación Médica de Grado. Vol 9. 2006
- 3 Swanwick T, Forrest K, O'Brien B. *Understanding Medical Education*. (Swanwick T, Forrest K, O'Brien BC, eds.). Wiley; 2018 Doi: 10.1002/9781119373780
- 4 James HK, Pattison GTR, Griffin DR, Fisher JD. How Does Cadaveric Simulation Influence Learning in Orthopedic Residents? *J Surg Educ* 2020;77(03):671–682. Doi: 10.1016/j.jsurg.2019.12.006
- 5 Kotsis SV, Chung KC. Application of the “see one, do one, teach one” concept in surgical training. *Plast Reconstr Surg* 2013;131(05):1194–1201. Doi: 10.1097/PRS.0b013e318287a0b3
- 6 Farra SL, Gneuh M, Hodgson E, et al. Comparative Cost of Virtual Reality Training and Live Exercises for Training Hospital Workers for Evacuation. *Comput Inform Nurs* 2019;37(09):446–454. Doi: 10.1097/CIN.0000000000000540

- 7 Mao RQ, Lan L, Kay J, et al. Immersive Virtual Reality for Surgical Training: A Systematic Review. *J Surg Res* 2021;268:40–58. Doi: 10.1016/j.jss.2021.06.045
- 8 Cai S, Chiang FK, Sun Y, Lin C, Lee JJ. Applications of augmented reality-based natural interactive learning in magnetic field instruction. *Interact Learn Environ* 2017;25(06):778–791. Doi: 10.1080/10494820.2016.1181094
- 9 Carbonell Carrera C, Bermejo Asensio LA. Augmented reality as a digital teaching environment to develop spatial thinking. *Cartogr Geogr Inf Sci* 2017;44(03):259–270. Doi: 10.1080/15230406.2016.1145556
- 10 Ikhsan J, Sugiyarto KH, Astuti TN. Fostering student's critical thinking through a virtual reality laboratory. *Int J Interactive Mobile Technol* 2020;14(08):183–195. Doi: 10.3991/IJIM.V14I08.13069
- 11 Bowman DA, Sowndararajan A, Ragan ED, Kopper R. Higher levels of immersion improve procedure memorization performance. In: *Proceedings of the Joint Virtual Reality Conference of EGVE - The 15th Eurographics Symposium on Virtual Environments, ICAT, EuroVR 2009*. Eurographics Association; 2009:121–128. Doi: 10.2312/EGVE/JVRC09/121-128
- 12 Pastel S, Petri K, Chen CH, et al. Training in virtual reality enables learning of a complex sports movement. *Virtual Real (Walth Cross)* 2023;27(02):523–540. Doi: 10.1007/s10055-022-00679-7
- 13 Richlan F, Weiß M, Kastner P, Braid J. Virtual training, real effects: a narrative review on sports performance enhancement through interventions in virtual reality. *Front Psychol* 2023;14:1240790. Doi: 10.3389/fpsyg.2023.1240790
- 14 Fahl JT, Duvivier R, Reinke L, Pierie JEN, Schönrock-Adema J. Towards best practice in developing motor skills: a systematic review on spacing in VR simulator-based psychomotor training for surgical novices. *BMC Med Educ* 2023;23(01):154. Doi: 10.1186/s12909-023-04046-1
- 15 Moro C, Štromberga Z, Raikos A, Stirling A. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anat Sci Educ* 2017;10(06):549–559. Doi: 10.1002/ase.1696
- 16 Yoon SA, Elinich K, Wang J, Steinmeier C, Tucker S. Using augmented reality and knowledge-building scaffolds to improve learning in a science museum. *Int J Computer-Supported Collab Learn* 2012;7(04):519–541. Doi: 10.1007/s11412-012-9156-x
- 17 Banaszek D, You D, Chang J, et al. Virtual reality compared with bench-top simulation in the acquisition of arthroscopic skill: A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99(07):e34. Doi: 10.2106/JBJS.16.00324
- 18 Clarke E. Virtual reality simulation-the future of orthopaedic training? A systematic review and narrative analysis. *Adv Simul (Lond)* 2021;6(01):2. Doi: 10.1186/s41077-020-00153-x
- 19 Kuhn AW, Yu JK, Gerull KM, Silverman RM, Aleem AW. Virtual Reality and Surgical Simulation Training for Orthopaedic Surgery Residents: A Qualitative Assessment of Trainee Perspectives. *JBJS Open Access* 2024;9(01):e23.00142. Doi: 10.2106/JBJS.OA.23.00142
- 20 Stirling ERB, Lewis TL, Ferran NA. Surgical skills simulation in trauma and orthopaedic training. *J Orthop Surg Res* 2014;9:126. Doi: 10.1186/s13018-014-0126-z
- 21 Azher S, Mills A, He J, et al. Findings Favor Haptics Feedback in Virtual Simulation Surgical Education: An Updated Systematic and Scoping Review. *Surg Innov* 2024;31(03):331–341. Doi: 10.1177/15533506241238263
- 22 Gani A, Pickering O, Ellis C, Sabri O, Pucher P. Impact of haptic feedback on surgical training outcomes: A Randomised Controlled Trial of haptic versus non-haptic immersive virtual reality training. *Ann Med Surg (Lond)* 2022;83:104734. Doi: 10.1016/j.amsu.2022.104734
- 23 What is Moore's Law? - Our World in Data. Accessed August 27, 2023. <https://ourworldindata.org/moores-law>
- 24 Herur-Raman A, Almeida ND, Greenleaf W, Williams D, Karshenas A, Sherman JH. Next-Generation Simulation—Integrating Extended Reality Technology Into Medical Education. *Front Virtual Real* 2021;2;. Doi: 10.3389/frvir.2021.693399