

Explorando el metaverso en la educación de estudiantes de salud: revisión de alcance*

Andrea Bernardes^{1,2}

 <https://orcid.org/0000-0002-9861-2050>

Lucas Gardim^{1,3}

 <https://orcid.org/0000-0002-5949-1663>

Agostinho A C Araújo^{1,2}

 <https://orcid.org/0000-0003-0996-0385>

Rodrigo Jensen⁴

 <https://orcid.org/0000-0001-6191-2001>

Raquel Acciarito Motta⁵

 <https://orcid.org/0000-0001-7539-7098>

Denise Maria de Almeida⁴

 <https://orcid.org/0000-0003-0992-0201>

Roberta Rubia de Lima⁶

 <https://orcid.org/0009-0006-8160-1423>

Heloísa Helena Ciqueto Peres⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-8759-5670>

Destacados: **(1)** El metaverso es promisorio en la educación de estudiantes de carreras del área de la salud. **(2)** El metaverso hace que la educación se muestre interactiva y atractiva. **(3)** Promueve el protagonismo de los estudiantes en el proceso enseñanza-aprendizaje. **(4)** Demuestra riesgos relacionados con la seguridad y privacidad de los datos. **(5)** Costos elevados de implementación y mantenimiento de su infraestructura.

Objetivo: mapear la literatura respecto de incorporar el metaverso a la educación de estudiantes de carreras del área de salud. **Método:** revisión de alcance, acorde recomendaciones del JBI y *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR), realizada en *Web of Science*, *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) vía PubMed, Embase, Scopus, *Cumulative Index to Nursing and Allied Health* (CINAHL), *Latin American and Caribbean Health Sciences Literature* (LILACS) y ProQuest. **Resultados:** fueron incluidos 23 registros, publicados entre 2020 y 2023, desarrollados en 10 países. El metaverso destaca por permitir simular casos hipotéticos, haciendo que la educación resulte interactiva y atractiva. Sin embargo, enfrenta limitaciones, incluyendo la posible despersonalización de los estudiantes, preocupación por la seguridad y privacidad de los datos, además del elevado costo de implementación y mantenimiento de su infraestructura. **Conclusión:** el metaverso posibilita el desarrollo de competencias clínicas que facilitan la construcción de identidad profesional del estudiante. No obstante, puede no ser equitativo, considerando que demanda recursos y educadores con conocimientos para implementarlo, contribuyendo a acentuar desigualdades en la educación de estudiantes.

Descriptores: Educación; Enseñanza; Estudiantes del Área de la Salud; Tecnología; Tecnología Educacional; Realidad Virtual.

* La publicación de este artículo en la Serie Temática "Salud digital: aportes de enfermería" es parte de la Actividad 2.2 del Término de Referencia 2 del Plan de Trabajo del Centro Colaborador de la OPS/OMS para el Desarrollo de la investigación en Enfermería, Brasil.

¹ Universidade de São Paulo, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Centro Colaborador de la OPS/OMS para el Desarrollo de la Investigación en Enfermería, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

² Becaria del Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil.

³ Becario de la University of Alberta Research Award Recipient (NOC 41201), Emerging Leaders in the Americas Program (ELAP) Program, Global Affairs Canada's International Scholarships Program, Canadá.

⁴ Universidade de São Paulo, Escola de Enfermagem, São Paulo, SP, Brasil.

⁵ Prisma Consultoria, São Paulo, SP, Brasil.

⁶ Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Cómo citar este artículo

Bernardes A, Gardim L, Araújo AAC, Jensen R, Motta RA, Almeida DM, et al. Exploring the metaverse in the education of healthcare students: A scoping review. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2024;32:e4347 [cited ____]. Available from: _____.
URL

año mes día

Introducción

El mundo está en constante evolución tecnológica, lo cual no solo ha influido en el modo en que las personas se relacionan, sino también en el proceso de enseñanza-aprendizaje, particularmente en la educación de estudiantes de carreras del área de la salud⁽¹⁻²⁾. El metaverso surge como una de las más recientes y promisorias innovaciones, ofreciendo una gama de posibilidades y recursos que trascienden restricciones físicas y geográficas⁽³⁾. Por ello, tratándose de un tema de carácter innovador y aunque los estudiantes pertenezcan a una generación con mejor preparación tecnológica, es imprescindible la comprensión científica respecto del uso de dicho ambiente en la educación, vistas las evidencias científicas con desenlace positivo relativas al uso de tecnologías educativas en la mejora de la calidad de atención y de la calidad de vida de los pacientes⁽⁴⁾.

El metaverso está considerado un ambiente educativo tecnológico, constituido real y virtualmente, con límites casi indistinguibles⁽³⁾. Aunque se lo considera asunto emergente, el término “metaverso” fue acuñado en 1992, en una reconocida obra de ciencia ficción del autor Neal Stephenson⁽⁵⁾. En el contexto de la educación, se replica el metaverso como ambiente educativo tecnológico con potencial para revolucionar el proceso enseñanza-aprendizaje, creando ambientes virtuales inmersivos e interactivos, promotores de motivación y compromiso de los estudiantes, favoreciéndose así un aprendizaje personalizado⁽⁶⁾.

Como ambiente tecnológico tridimensional, interactivo e inmersivo, el metaverso ofrece una gama de posibilidades en las que las personas pueden conectarse, colaborar y vivir experiencias educativas envolventes⁽⁷⁻⁹⁾. En el contexto de la formación de profesionales de salud, las evidencias demuestran la eficacia de esta realidad para proponer el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que posibilita la transición de la teoría a la práctica⁽¹⁰⁻¹¹⁾. No obstante, se han referido algunas repercusiones éticas sobre la aplicación del metaverso en diversas áreas del conocimiento, así como limitaciones relacionadas a la escasez de recursos para su implementación y sostenibilidad^(8,12).

En dicho sentido, si bien se han realizado estudios de revisión de literatura que muestran la aplicación y uso del metaverso como ambiente educativo⁽¹³⁻¹⁴⁾, no sintetizan las evidencias en el contexto de la educación de estudiantes de carreras del área de la salud. Dichos estudios demostraron que, debido a su capacidad para facilitar interacciones sociales innovadoras y brindar experiencias inmersivas⁽¹³⁾, el metaverso fue adaptado para su uso en el contexto de la educación a lo largo del tiempo⁽¹⁴⁾. Por tal razón, el objetivo de este estudio fue mapear la literatura sobre la incorporación del metaverso en la educación de estudiantes de carreras del área de la salud.

Método

Esta revisión de alcance fue realizada conforme las recomendaciones del JBI⁽¹⁵⁾ y presentada de acuerdo con las directrices del *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR)⁽¹⁶⁾.

Protocolo

Fueron realizadas búsquedas preliminares en la literatura y no fue identificado ningún protocolo o estudio relativo a la incorporación del metaverso en la educación de estudiantes de carreras del área de la salud. Seguidamente se procedió a registrar el protocolo de este estudio en el *Open Science Framework* (OSF)⁽¹⁷⁾ atendiendo las recomendaciones del JBI⁽¹⁵⁾.

Pregunta de investigación

Fue utilizado el acrónimo PCC (Población, Concepto y Contexto)⁽¹⁵⁾ para establecer la pregunta orientadora, de forma que “P” se refiere a los educación de estudiantes de pregrado; “C” al metaverso; y “C” a la educación en el área de salud.

Vale destacar que las carreras de educación superior incluidas en el área de salud fueron definidas a partir de la clasificación propuesta por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2019)⁽¹⁸⁾, que apunta a mapear las ocupaciones de los trabajadores de salud a partir de las diferencias en el nivel de competencias requeridas para la actuación profesional a escala global. Así, fueron considerados cursos de salud: enfermería, farmacia, fisioterapia, fonoaudiología, medicina (alternativa y generalista), *midwifery*, nutrición, odontología y terapia ocupacional.

La definición de metaverso siguió el concepto descrito en la revisión de Zhang X, Chen Y, Hu L y Wang Y⁽³⁾, que explica esta realidad como un ambiente educativo integrado por tecnologías actualizadas, fundamentales para garantizar los componentes en el mundo real y ficticio con vistas a una experiencia educativa exitosa para los estudiantes. Por tanto, dado el avance científico y la consecuente implementación continua de estrategias digitales en el contexto educativo, surge la necesidad de comprender no sólo la aplicabilidad del metaverso, sino también sus limitaciones para que pueda incorporárselo a la educación de los estudiantes de carreras del área de la salud.

De esta forma, fue establecida la siguiente pregunta orientadora: “¿Cuál es el estado del conocimiento respecto de la incorporación del metaverso en la educación de estudiantes de carreras del área de la salud?”. Esta pregunta fue dividida en las subpreguntas:

- a) ¿Cuál es la aplicabilidad del metaverso en la educación de estudiantes de carreras del área de la salud?
- b) ¿Cuáles son las limitaciones del metaverso en la educación de estudiantes de carreras del área de la salud?

Estrategia de búsqueda

Fue realizada una búsqueda preliminar en el *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) vía PubMed en julio de 2023, con el objetivo de identificar descriptores habituales adoptados por la comunidad científica en relación al tema, considerando que, al momento de las búsquedas en la literatura, “metaverso” no constituía un descriptor. A continuación, se celebraron reuniones entre el equipo de investigación y una bibliotecaria experimentada, a efectos de establecer la estrategia de búsqueda, que fue adecuada y estandarizada en función de las diferentes bases de datos consultadas.

Las búsquedas se realizaron el 20 de julio de 2023 en ISI *Web of Science*, MEDLINE a través de PubMed, Embase, Scopus, *EBSCOhost Cumulative Index to Nursing and Allied Health* (CINAHL), *BVShost Latin American and Caribbean Health Sciences Literature* (LILACS) y ProQuest. Los términos de búsqueda incluyeron: “metaverse*”, “metaverse environment”, “metaverse experience”, “metaverse for learning”, “metaverse healthcare”, “metaverse in education”, “metaverse technolog*”, “educa*”, “workshop*”, “training program*”, “educational activit*”, “literacy program*”, “education service”, “intellectual training”, “training support” y “health”. Los descriptores y/o palabras clave fueron combinados de acuerdo con los términos del índice *Medical Subject Headings* (MeSH), *CINAHL Titles*, Emtree y Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) disponibles en cada banco de datos.

Criterio de selección

Fueron incluidos registros que mapearan la aplicabilidad y las limitaciones del metaverso en la educación de estudiantes de carreras del área de la salud, publicados en portugués, inglés y/o español (lenguas dominadas por los autores). Fueron excluidos los trabajos estrictamente relacionados a la Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA) para la educación de estudiantes de carreras del área de la salud. Cabe destacar que no fue adoptado ningún marco temporal.

Selección de fuentes de evidencias

Los registros identificados fueron exportados a la *EndNote® Web* para eliminar duplicaciones. Posteriormente, los archivos fueron transferidos a Rayyan⁽¹⁹⁾ para su cribado simultáneo e independiente por parte de dos revisores, a fin de optimizar la confiabilidad y precisión metodológica.

Corresponde destacar que se consultó a un tercer revisor experto en el tema a fin de resolver desacuerdos en el proceso de definición de la muestra. El proceso de cribado de los textos completos siguió los mismos procedimientos. A continuación, fue realizada una búsqueda manual y los registros restantes constituyeron la muestra final.

Extracción y análisis de datos

Los registros incluidos fueron analizados y sus datos extraídos por un revisor y validados por un segundo, considerando: (1) características del registro: autor, año de publicación y país (original del primer autor); (2) publicación: tipo (discusión o estudio científico), diseño metodológico, población (caracterización y cantidad de participantes, si correspondiere) y principales hallazgos; (3) aplicabilidad del metaverso en la educación de estudiantes de carreras del área de la salud; y (4) limitaciones del metaverso en la educación de estudiantes de carreras del área de la salud. Los datos fueron analizados mediante análisis descriptivo y de contenido, que comprendió información sobre la aplicabilidad y las limitaciones del metaverso en la educación de los estudiantes de carreras del área de la salud.

Resultados

Los resultados de este estudio fueron orientados por PRISMA-ScR⁽¹⁶⁾, cuyo proceso de revisión se describe en la Figura 1.

De los 278 registros mapeados, 23 fueron incluidos en esta revisión⁽²⁰⁻⁴²⁾. Dichas producciones fueron publicadas entre 2020 y 2023 en 10 países, distribuidos en cuatro continentes: Asia (11, ~48%)^(23-26,39,42), Europa (5, ~22%)^(27-29,40-41), América (4, ~17%)⁽³⁰⁻³³⁾ y Oceanía (3, ~13%)⁽²⁰⁻²²⁾. Mayoritariamente, los registros incluidos fueron estudios científicos (17, ~74%)^(23-29,33-42). Entre los métodos utilizados, predominaron los estudios de revisión de la literatura (16, ~70%)^(23,25,27-28,33-42). Aunque el tipo de revisión no haya sido caracterizado por los autores en su mayoría (10, ~44%)^(23,25,28,34-38,41-42), las revisiones de alcance (2, ~9%)⁽³⁹⁻⁴⁰⁾, las revisiones sistemáticas (1, ~4%)⁽²⁷⁾ y las revisiones paraguas (1, ~4%)⁽³³⁾ integraron la muestra final.

Considerando que esta revisión incluyó varias carreras de salud en un contexto multidisciplinario, se observa que para la mayoría de las producciones (18, ~78%)^(20-21,23,25,27-28,30-33,35-42), la definición de la población por carrera no aplica, considerando que los estudios de revisión de la literatura fueron prevalentes. Sin embargo, un análisis descriptivo muestra que la carrera de medicina es predominante (14, ~61%)^(21,25,28-32,34-36,38-41) en comparación con enfermería (3, ~13%)^(20,24,33) y odontología (1, ~4%)⁽⁴²⁾. La Figura 2 muestra las características de los registros incluidos en esta revisión.

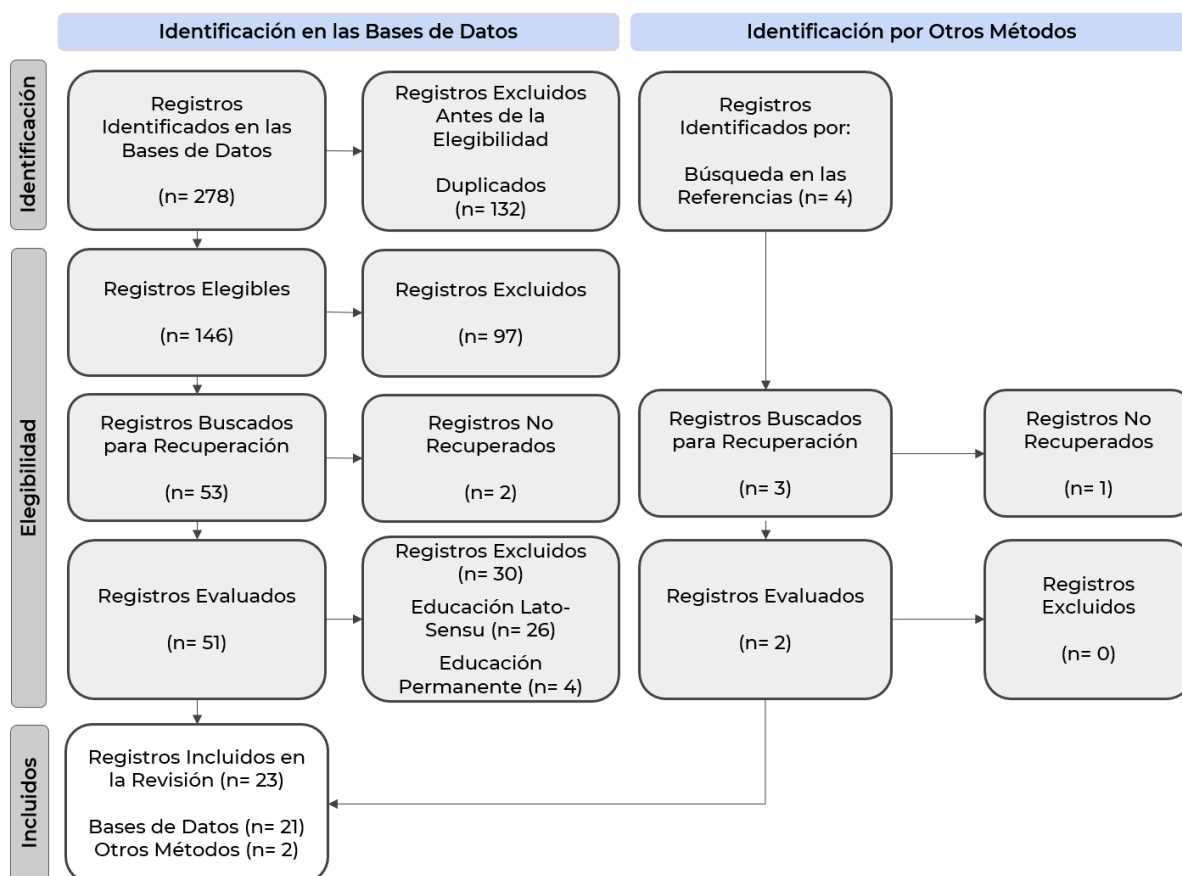


Figura 1 - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR)⁽¹⁶⁾. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2023

Autores, año de publicación y país	Tipo de publicación	Diseño metodológico	Población	Principales hallazgos
van Weelderren, 2022 ⁽²⁰⁾ Australia	Discusión	Artículo de Opinión	No aplica.	Demuestra que, con el progreso de la tecnología, la educación ha avanzado y, en consecuencia, el papel de la enfermería ha cambiado exponencialmente.
Mah, 2023 ⁽²¹⁾ Australia	Discusión	Editorial	No aplica.	Destaca que la integración de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación, la capacitación y la investigación promete revolucionar la educación y la práctica médicas, ofreciendo mejores resultados a los pacientes.
Moro, 2023 ⁽²²⁾ Australia	Discusión	Artículo de Opinión	No detalla.	Demuestra que el metaverso puede ofrecer oportunidades para la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía y la fisiología, aunque existen algunos riesgos a considerar.
Chen, Zou, Xie, Wang, 2023 ⁽²³⁾ China	Estudio científico	Estudio de Revisión	No aplica.	Demuestra que el metaverso promueve experiencias colaborativas y lúdicas, además del desarrollo de competencias, aunque es necesario resolver algunos desafíos. Las conclusiones destacan la necesidad de medidas de seguridad y de capacitación tecnológica de los instructores, además de explorar el metaverso para monitorear y analizar el comportamiento de los estudiantes.
Yang, Kang, 2022 ⁽²⁴⁾ Corea del Sur	Estudio científico	Cuasiexperimental	58 estudiantes de tercer año de enfermería que concluyeron clases teóricas de esquizofrenia y salud mental relacionada a la comunicación terapéutica, siendo: 29 alumnos para el grupo experimental y 29 alumnos para el grupo control.	Muestra que el metaverso presenta resultados positivos que indican su utilidad como alternativa en la educación en enfermería, superando las limitaciones espaciotemporales de la práctica clínica. Sin embargo, muestra que las limitaciones tecnológicas actuales afectan la naturalidad de las interacciones.

(continúa en la página siguiente...)

(continuación...)

Autores, año de publicación y país	Tipo de publicación	Diseño metodológico	Población	Principales hallazgos
Musamih, Yaqoob, Salah, Jayaraman, Al-Hammadi, Omar, et al., 2023 ⁽²⁵⁾ Emiratos Árabes Unidos	Estudio científico	Estudio de Revisión	No aplica.	Reitera la probable aplicación del metaverso en diversos campos de la salud, como telemedicina, educación médica, marketing de atención médica, cadena de suministros, instalaciones de salud y bienestar. Sin embargo, muestra que la adopción generalizada se enfrenta a importantes desafíos.
Al-Kfairy, Al-Fandi, Alema, Altaee, 2023 ⁽²⁶⁾ Emiratos Árabes Unidos	Estudio científico	Estudio Cualitativo	84 estudiantes de enseñanza superior. Sin embargo, no hubo detalle de las respectivas carreras a las que los estudiantes estaban vinculados.	Destaca que la flexibilidad del aprendizaje es el principal incentivo para utilizar aulas basadas en el metaverso, con otras motivaciones como la preocupación por el medio ambiente y la interactividad que ofrece este tipo de tecnología. Sin embargo, destaca la preocupación por posibles problemas de salud, así como por cuestiones de privacidad y seguridad.
Gonzalez-Moreno, Andrade-Pino, Monfort-Vinuesa, Piñas-Mesa, Rincon, 2023 ⁽²⁷⁾ España	Estudio científico	Revisión Sistemática	No aplica.	Subraya que, para aplicar con éxito estrategias exitosas relacionadas con el metaverso en la educación, es necesario considerar las diversas técnicas de realidad mixta que se han desarrollado, abordando sus potencialidades y fragilidades.
Román-Belmonte, Rodríguez-Merchán, Corte-Rodríguez, 2023 ⁽²⁸⁾ España	Estudio científico	Estudio de Revisión	No aplica.	Señala que el uso del metaverso en la enseñanza de la patología musculoesquelética es promisorio para mejorar la adquisición de conocimientos y promover el aprendizaje independiente. También evidencia las aplicaciones clínicas en desarrollo que podrían agregar valor significativo al campo de la medicina osteoarticular. Asimismo, destaca el uso del metaverso como promotor, a pesar de cuestiones clínicas, tecnológicas, educativas y legales que aún deben abordarse.
Méndez, Marcos-Pablos, Izard, 2023 ⁽²⁹⁾ España	Estudio Científico	Anales de la 2022 Tenth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM-2022) Survey	No detalla.	Señala que el metaverso es eficaz para mejorar la visualización de imágenes reales en ambientes virtuales de aprendizaje. El estudio presenta diversos ambientes virtuales inmersivos y aumentados, utilizando modelos estereoscópicos para crear un metaverso donde poder compartir conocimientos para mejorar la capacitación médica.
López-Ojeda, Hurley, 2023 ⁽³⁰⁾ Estados Unidos de América (EEUU)	Discusión	Comentario	No aplica.	Señala que la tecnología de impresión 3D, sumada a la Inteligencia Artificial (IA), se está desarrollando rápidamente en el contexto del metaverso, impulsando avances en la educación médica y la atención de la salud. Aunque todavía no puede sustituir por completo al uso de cadáveres humanos en la formación médica, el estudio destaca al metaverso como complemento innovador en disciplinas como la neurociencia clínica.
Ford, Buchanan, Azeez, Benrimoh, Kaloiani, Bandeira, et al., 2023 ⁽³¹⁾ Estados Unidos de América (EEUU)	Discusión	Perspectiva	No aplica.	Destaca que el metaverso ha surgido en el escenario de la educación médica como un ambiente educativo que permite a los estudiantes experimentar situaciones muy cercanas a la realidad, corroborando su razonamiento clínico.
Ahuja, Polascik, Doddapaneni, Byrnes, Sridhar, 2022 ⁽³²⁾ Estados Unidos de América (EEUU)	Discusión	Comentario	No aplica.	Señala que, cuando se combina con la Inteligencia Artificial (IA), la Realidad Aumentada (RA) y la Realidad Virtual (RV), el metaverso contribuye a revolucionar la educación médica. También destaca que, aunque aún hay margen para el crecimiento y la consideración de desventajas, su adopción puede ampliar el acceso a la educación médica para las poblaciones desfavorecidas.

(continúa en la página siguiente...)

(continuación...)

Autores, año de publicación y país	Tipo de publicación	Diseño metodológico	Población	Principales hallazgos
De Gagne, Randall, Rushton, Park, Cho, Yamane, et al., 2022 ⁽³³⁾ Estados Unidos de América (EEUU)	Estudio científico	Revisión Paraguas	No aplica.	Destaca al metaverso como herramienta pedagógica versátil y en constante evolución, con el potencial de impulsar los resultados del aprendizaje en la educación de enfermería, abriendo oportunidades fascinantes y consideraciones importantes para los docentes.
Bhatia, Joshi, 2023 ⁽³⁴⁾ India	Estudio científico	Anales de la <i>International Conference on Innovative Data Communication Technologies and Application 2023 (ICIDCA-2023)</i> Estudio de Revisión	No detalla.	Destaca que la práctica de los estudiantes de medicina en el metaverso está transformando la formación médica, ahorrando tiempo y recursos.
Kawarase, Anjankar, 2022 ⁽³⁵⁾ India	Estudio científico	Estudio de Revisión	No aplica.	Destaca que, al considerar las diferencias culturales en el contexto global, el metaverso puede ofrecer un ambiente educativo que proporciona calidad y uniformidad en la educación médica.
Pandey, Chirputkar, Ashok, 2023 ⁽³⁶⁾ India	Estudio científico	Anales de la <i>International Conference on Innovative Data Communication Technologies and Application 2023 (ICIDCA-2023)</i> Estudio de Revisión	No aplica.	Subraya que el metaverso se corresponde con un enfoque educativo que influirá en la educación médica en el futuro, aún estando relacionado con la mejora de determinadas características personales.
Mohamed, Naqishbandi, Veronese, 2023 ⁽³⁷⁾ India	Estudio científico	Estudio de Revisión	No aplica.	Destaca al metaverso como un ambiente nuevo y excepcional para la educación. Evidencia que el tema está en creciente desarrollo, particularmente en lo que se refiere a las aplicaciones, cuya importancia ha aumentado significativamente debido a la pandemia COVID-19.
Bhugaonkar, Bhugaonkar, Masne, 2022 ⁽³⁸⁾ India	Estudio científico	Estudio de Revisión	No aplica.	Señala que el metaverso está intrínsecamente asociado a la Realidad Aumentada (RA), por lo que es posible aplicarlo en el proceso educativo de los estudiantes de medicina.
Garavand, Aslani, 2022 ⁽³⁹⁾ Irán	Estudio científico	Revisión de Alcance	No aplica.	Destaca que, en la educación médica, el uso del metaverso puede revolucionar la forma en que los estudiantes aprenden y practican la medicina, en beneficio de la salud pública.
Petrigna, Musumeci, 2022 ⁽⁴⁰⁾ Italia	Estudio científico	Revisión de Alcance	No aplica.	Destaca que el metaverso reduce la discrepancia en la formación médica, considerando la eliminación de las barreras geográficas y temporales gracias a las salas virtuales de aprendizaje.
Massetti, Chiariello, 2023 ⁽⁴¹⁾ Italia	Estudio científico	Estudio de Revisión	No aplica.	Destaca que, en la educación, el metaverso permite a los estudiantes experimentar situaciones clínicas de forma segura, adquiriendo experiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
Bansal, Rajgopal, Chamola, Xiong, Niyato, 2020 ⁽⁴²⁾ Singapur	Estudio científico	Estudio de Revisión	No aplica.	Demuestra que el metaverso surge como alternativa para desarrollar y mejorar los sistemas educativos existentes, permitiendo una experiencia que se asemeja a la realidad.

Figura 2 - Características de los registros incluidos. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2023

La Figura 3 presenta el cuadro-síntesis de los registros incluidos en la muestra final. Los resultados explican la aplicabilidad y las limitaciones del metaverso en la educación de estudiantes de carreras del área de

la salud. Aunque algunos estudios detallen solamente uno de los ejes observados, la mayoría (15, ~65%)^(21-25,29,31-32,34-35,37-40,42) describe tanto la aplicabilidad como las limitaciones en su totalidad.

Autores y año de publicación	Aplicabilidad del metaverso	Limitaciones del metaverso
van Weelderen, 2022 ⁽²⁰⁾	Desarrollo de competencia mediante la ejecución de procedimientos clínicos; Reduce el riesgo de lesiones de los estudiantes al ofrecer un ambiente seguro para practicar y aprender a tomar decisiones críticas antes de interactuar con un paciente real; Reduce el estrés y mejora las tasas de retención del personal.	No describe.
Mah, 2023 ⁽²¹⁾	Simula escenarios quirúrgicos de la vida real en la educación médica; Permite repetición de prácticas, con recursos ilimitados.	Puede provocar confusión en la comprensión de los estudiantes de la diferenciación entre el metaverso y la vida real. Favorece el fraude académico a través de "trampas" en los exámenes.
Moro, 2023 ⁽²²⁾	Disecciones virtuales; Consulta con instructores expertos desde cualquier parte del mundo; Comprensión de la anatomía mediante la representación de órganos en 3D de diferentes modelos anatómicos.	Coste de implementación; Demanda de conectividad estable; Protección, privacidad y seguridad de los datos; Dificultad para monitorear a los estudiantes dentro del mundo virtual.
Chen, Zou, Xie, Wang, 2023 ⁽²³⁾	Permite a que los estudiantes amplíen sus competencias clínicas, a partir de situaciones que se asemejan a la vida real.	Dificultades en la seguridad y protección de la privacidad; Puede causar confusión en la comprensión de los alumnos en la asimilación entre lo real y lo virtual.
Yang, Kang, 2022 ⁽²⁴⁾	Permite a los estudiantes mejorar su comunicación terapéutica con los pacientes psiquiátricos.	Las expresiones faciales y las posturas corporales de los avatares son limitadas y distan de ser naturales en comparación con las de los pacientes; Exposición de los programas a problemas que puedan surgir en el proceso operativo durante su uso.
Musamih, Yaqoob, Salah, Jayaraman, Al-Hammadi, Omar, et al., 2023 ⁽²⁵⁾	Facilita la capacitación quirúrgica; Permite la colaboración entre docentes y estudiantes de diferentes localizaciones.	Requiere tecnologías avanzadas y costosas; Requiere recursos relacionados con la interoperabilidad y compatibilidad de los sistemas; Expone al riesgo de ciberdelincuencia (robo de identidad y violación de datos, ciberacoso y hostigamiento); Expone al riesgo de dependencia virtual.
Al-Kfairi, Al-Fandi, Alema, Altaee, 2023 ⁽²⁶⁾	No describe.	Dificultad de acceso y manejo de la tecnología. Problemas de usabilidad*; Seguridad y privacidad de los datos.
Gonzalez-Moreno, Andrade-Pino, Monfort-Vinuesa, Piñas-Mesa, Rincon, 2023 ⁽²⁷⁾	Permite la reproducción de <i>Health Digital Twins</i> (HDT)*.	No describe.
Román-Belmonte, Rodríguez-Merchán, Corte-Rodríguez, 2023 ⁽²⁸⁾	Permite la capacitación en habilidades quirúrgicas ortopédicas mediante el reconocimiento de estructuras anatómicas y la ejecución de técnicas fluoroscópicas y suturas quirúrgicas, además de acceso a diversos ambientes quirúrgicos a través de una cámara de 360°; Permite la capacitación de los estudiantes ante situaciones consideradas poco habituales, como las simulaciones con víctimas múltiples; Reduce el riesgo de lesiones accidentales con agujas, bisturís u otros instrumentos cortantes, mejorando la seguridad en los procedimientos invasivos.	No describe.

(continúa en la página siguiente...)

(continuación...)

Autores y año de publicación	Aplicabilidad del metaverso	Limitaciones del metaverso
Méndez, Marcos-Pablos, Izard, 2023 ⁽²⁹⁾	Hace posible la visualización espacial de ambientes reales en el mundo virtual (por ejemplo, quirófanos, salas de disección anatómica, salas de exploración clínica); Hace posible el aprendizaje de las estructuras del cuerpo humano, como el sistema esquelético, la musculatura corporal y otras; Permite a los estudiantes de ciencias de la salud obtener información complementaria al contenido regular de sus estudios, convirtiéndose en participantes activos en el proceso de aprendizaje, estimulándolos durante su progreso educativo.	Aún deben solucionarse aspectos técnicos para hacer real la subjetividad de la sensación del usuario de estar físicamente presente.
López-Ojeda, Hurley, 2023 ⁽³⁰⁾	Respalda la capacitación en procedimientos quirúrgicos en el área de la neurocirugía; Permite la impresión de modelos anatómicos en 3D; Posibilita una presentación mejorada de regiones anatómicas complejas, órganos y estructuras.	No describe.
Ford, Buchanan, Azeez, Benrimoh, Kaloiani, Bandeira, et al., 2023 ⁽³¹⁾	Promueve <i>feedback</i> del desempeño; Promueve la enseñanza especializada (neurosimulación); Promueve la enseñanza simulada (recolección de historia clínica previa; realización de examen físico; generación de hipótesis diagnósticas y proposición de manejo terapéutico de diversas enfermedades, incluyendo las consideradas raras); Promueve la mejora del conocimiento clínico y garantiza la seguridad del paciente a través de oportunidades de aprendizaje.	Implicaciones éticas relacionadas con la accesibilidad y la equidad.
Ahuja, Polascik, Doddapaneni, Byrnes, Sridhar, 2022 ⁽³²⁾	Facilita la enseñanza de anatomía y radiología; Ofrece oportunidades para mejorar las habilidades clínicas; Facilita la capacitación quirúrgica.	Altos costos de implementación; Vulnerabilidad en la seguridad de los datos.
De Gagne, Randall, Rushton, Park, Cho, Yamane, et al., 2022 ⁽³³⁾	No describe.	Riesgos de mal funcionamiento de la tecnología.
Bhatia, Joshi, 2023 ⁽³⁴⁾	Facilita la capacitación quirúrgica (manipulación de equipos, habilidades manuales complejas, prácticas en pacientes simulados con datos de pacientes reales); Brinda oportunidades de comunicación e interacción a distancia con otros estudiantes y pacientes; Simulación de casos semejantes a los de la vida real en urgencias neuroquirúrgicas; Ofrece oportunidades para conectar a personas de diferentes regiones.	Alto costo de implementación; Riesgo sobre la privacidad de los datos de los pacientes.
Kawarase, Anjankar, 2022 ⁽³⁵⁾	Posibilita la simulación de escenarios y condiciones de casos que se asemejan a la vida real; Facilita la capacitación en procedimientos quirúrgicos; Posibilita la enseñanza de anatomía de estructuras específicas, como ganglios linfáticos, vasos sanguíneos, nervios, estructuras microscópicas y patologías.	Implementación costosa (infraestructura y personal); Riesgo de violaciones de la seguridad y privacidad de los datos.
Pandey, Chirputkar, Ashok, 2023 ⁽³⁶⁾	Respalda la enseñanza de la anatomía humana; Simula procedimientos quirúrgicos.	No describe.
Mohamed, Naqishbandi, Veronese, 2023 ⁽³⁷⁾	Ofrece un acercamiento entre el mundo real y el virtual.	Tecnologías complejas y no del todo conocidas con potencial para influir profundamente en la vida.
Bhugaonkar, Bhugaonkar, Masne, 2022 ⁽³⁸⁾	Permite la visualización de la estructura anatómica del cuerpo humano; Facilita la capacitación en técnicas quirúrgicas; Posibilita la simulación de procedimientos quirúrgicos de alto costo.	Dificultad o imposibilidad de exportar contenidos entre metaversos; Riesgos relacionados con la privacidad y la protección de los datos de los pacientes; Elevado costo de implementación; Ambiente vulnerable a los ataques cibernéticos.
Garavand, Aslani, 2022 ⁽³⁹⁾	Hizo posible la educación no presencial en el contexto de la pandemia de la COVID-19.	Necesidad de infraestructura para aplicación del metaverso en diferentes áreas.

(continúa en la página siguiente...)

(continuación...)

Autores y año de publicación	Aplicabilidad del metaverso	Limitaciones del metaverso
Petrigna, Musumeci, 2022 ⁽⁴⁰⁾	Posibilita la capacitación en cirugías en las áreas de cardiología y neurología; Posibilita la visualización de estructuras anatómicas del cuerpo humano.	Fragiliza las conexiones sociales en comparación con la vida real.
Masseti, Chiariello, 2023 ⁽⁴¹⁾	Hace posibles clases interactivas de anatomía digital para percibir la evolución del proceso patológico y simular procedimientos; Simula actividades clínicas y de diagnóstico en modelos virtuales utilizando pacientes virtuales con características semejantes a las de los pacientes reales.	No describe.
Bansal, Rajgopal, Chamola, Xiong, Niyato, 2020 ⁽⁴²⁾	Casos simulados con proyecciones en pantalla que permiten hacer un seguimiento de lo que está haciendo el alumno; Enseñanza sobre el posicionamiento de la placenta y las fases del parto; Simuladores odontológicos que responden a la fuerza aplicada por el alumno al simular el procedimiento y le permiten ejercitar los procedimientos y la destreza; Enseñanza sobre atención de urgencias, como reanimación cardiopulmonar, uso de desfibrilador, recolección de muestras para análisis, estudio de anatomía y disección, capacitación quirúrgica.	Cuestiones relacionadas con la privacidad y la seguridad de los datos, leyes y jurisdicción; Riesgos relacionados con la adicción y la salud mental.

*Usabilidad = Se refiere a la facilidad de utilizar una nueva tecnología⁽²⁶⁾; *Health Digital Twins (HDT) = Una representación virtual (gemelo digital) de un paciente (gemelo físico) que se genera a partir de pacientes multimodales⁽²⁷⁾

Figura 3 - Aplicaciones y limitaciones del metaverso en la educación de estudiantes de carreras del área de la salud. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2023

Discusión

Los resultados de este estudio revelan que solo tres de las nueve carreras incluidas en la clasificación de carreras de enseñanza superior en el área de salud retrataron la incorporación del metaverso en la formación de sus estudiantes, escenario en el que la medicina asume el liderazgo. Se observa, por lo tanto, que la incorporación del metaverso a la educación es incipiente y, en consecuencia, son necesarias inversiones que aseguren que la educación en las carreras de pregrado en salud sea equitativa. Las evidencias sintetizadas ponen de manifiesto la aplicabilidad y las limitaciones del metaverso en la enseñanza superior en el área de salud, evidenciando una realidad transversal a la teoría y la práctica.

Aplicabilidad del metaverso en la educación de estudiantes de carreras del área de la salud

De hecho, el metaverso respalda la enseñanza a través de la simulación de casos hipotéticos que se asemejan a la realidad^(21,23,27-28,34-35,37,41), contribuyendo así al desarrollo de las competencias de los estudiantes. Entre las principales aplicaciones del metaverso, la enseñanza de la anatomía^(22,28-30,32,35-36,38,40-42) fue ampliamente explorada por los registros incluidos, dada su capacidad para facilitar la

comprensión de las dimensiones del cuerpo humano a través de la visualización anatómica desde diferentes ángulos. Dicha estrategia constituye un avance respecto de la enseñanza tradicional con cadáveres, particularmente porque permite la observación de estructuras microscópicas^(22,43).

Aún desde una perspectiva teórica, el metaverso contribuye a que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea no solo interactivo, sino también atractivo. Por ello, resulta fundamental despertar y estimular la intuición y la imaginación de los estudiantes para que se sientan motivados a aprender, ya que, como ambiente educativo tecnológico, el metaverso tiene mucho que aportar al desempeño académico. Sin embargo, para que ello ocurra, es necesario que los alumnos acepten el metaverso.

Aunque la aplicabilidad del metaverso esté relacionada con la enseñanza teórica, corrobora el desarrollo de competencias clínicas^(20,23-24,28-32,34-35,38,40,42), tales como la capacitación quirúrgica (independientemente de la especialidad)^(25,28-32,34-36,38,40,42) y la capacitación ante situaciones de emergencia con múltiples víctimas⁽³¹⁾. Al permitir la repetición de procedimientos⁽²¹⁾ sin generar ningún riesgo para pacientes o estudiantes^(20,28,31), el metaverso hace posible seguir la dinámica del escenario clínico, posibilitando la comprensión de los procedimientos y de la dimensión del equipo de trabajo, e incluso contribuyendo a la enseñanza sobre la seguridad del paciente.

Establecida en 2011 por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Guía Curricular Multiprofesional para la Seguridad del Paciente destaca que la seguridad del paciente debe incorporarse a las propuestas pedagógicas de la educación interprofesional en salud⁽⁴⁴⁾. De esta manera, se hace posible la formación de profesionales capaces de actuar de acuerdo con las mejores prácticas, no solo prestando una atención segura y cualificada al paciente, sino también contribuyendo al fortalecimiento de los sistemas de salud. Por ello, se reitera que es esencial invertir en la incorporación de la seguridad del paciente en el proceso de enseñanza-aprendizaje⁽⁴⁵⁻⁴⁷⁾, constituyendo el metaverso una estrategia posible.

En el contexto de la pandemia COVID-19, la inminente necesidad de una educación no presencial hizo propicias, de cierta forma, reflexiones sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje⁽³⁹⁾. Con la vertiginosa búsqueda de modos de facilitar la interacción y la colaboración entre docentes y estudiantes en distintos lugares⁽²⁵⁾, el metaverso recibió un fuerte impulso. Como resultado, las fronteras entre el mundo real y el virtual se han vuelto a veces casi indistinguibles, potenciando la educación y la creación de redes⁽³⁴⁾ entre estudiantes y docentes de todo el mundo a través de la enseñanza a distancia de emergencia⁽²²⁾.

Es destacable que la síntesis de evidencias contemplara tres de las cuatro posibles aplicaciones del metaverso: aprendizaje combinado, educación basada en competencias y educación inclusiva⁽³⁾. En cuanto a la aplicabilidad teórica, el metaverso puede constituir un ambiente educativo tecnológico orientado a promover el protagonismo de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, en cuanto a la aplicabilidad práctica, posibilita el desarrollo de competencias clínicas que favorecen la construcción de la identidad profesional, reiterando su compromiso con el sector profesional.

Limitaciones del metaverso en la educación de estudiantes de carreras del área de la salud

Ciertamente, aún queda mucho por avanzar en la incorporación del metaverso a la educación de los estudiantes de carreras del área de la salud. Por lo tanto, debemos alejarnos de la idea sesgada que destaca únicamente la infraestructura como factor necesario para que el metaverso se utilice realmente en la educación. Por otro lado, es fundamental que los docentes cuenten con las competencias necesarias para utilizar este ambiente educativo tecnológico como recurso pedagógico, particularmente considerando la posibilidad de fragilización de las relaciones interpersonales en la díada docente-estudiante. Por esta razón, resulta fundamental que los

docentes desarrollen competencias básicas que deben estar impregnadas de conocimientos pedagógicos⁽⁴⁸⁾.

A pesar de que la Guía Curricular Multiprofesional para la Seguridad del Paciente no haga mención específica al metaverso, destaca la dificultad de los estudiantes para discernir entre la realidad virtual y la física como una preocupación que debe ser considerada por los docentes⁽⁴⁴⁾. El uso del metaverso por parte de educadores sin conocimientos específicos puede conducir a un proceso de despersonalización de los estudiantes^(21-23,32,40). Como consecuencia, los estudiantes pueden desligarse de la realidad al sentirse desconectados de sus propios cuerpos y pensamientos, ya que el ambiente y las actividades inherentes al metaverso "se parecen" a la vida real (aunque existan limitaciones)^(24,29,33,37), lo cual dificulta la equiparación entre lo real y lo virtual.

Sin embargo, en lo que respecta a las limitaciones del metaverso en la educación de los estudiantes de carreras del área de la salud, vale destacar la seguridad y privacidad de los datos^(22-23,25,31-32,34-35,38,42) como factor restrictivo. En la medida en que el mundo real se reproduce en el metaverso, pueden surgir riesgos relacionados con el cibercrimen, como el robo de identidad y la violación de datos, así como el *cyberbullying* y el acoso^(25,38). Por esta razón, para la implementación del metaverso es imprescindible considerar los recursos de mantenimiento y protección. En el escenario global, se sabe que la educación superior no es igualitaria, en la medida en que está relacionada con el desarrollo económico⁽⁴⁹⁾. En este sentido, al considerar al metaverso como ambiente tecnológico educativo, los factores limitantes no son sólo su alto costo de implementación^(22,25,32,34-35,38-39), sino también el mantenimiento de la tecnología.

Se reitera que, a pesar de su aplicabilidad, el metaverso presenta limitaciones que deben considerarse. Para que su adopción sea efectiva, los docentes deben estar capacitados e instruidos en el uso de la tecnología a fin de minimizar las posibles repercusiones negativas para los estudiantes. No sólo para el uso de este ambiente se deben tomar medidas de implementación y estrategias de mantenimiento que garanticen la seguridad y privacidad de los datos. Finalmente, el uso del metaverso puede no ser equitativo, en la medida en que no todas las Instituciones de Educación Superior (IES) cuentan con recursos, condiciones y docentes para implementarlo, lo cual puede contribuir a acentuar la desigualdad en la formación de los estudiantes de carreras del área de la salud.

Este estudio no contempló un análisis por carreras en el área de la salud, ni ahondó en los aspectos físicos y psicológicos relacionados con el uso del metaverso (efectos inducidos por el ambiente virtual: ciberenfermedad, enfermedad del simulador, enfermedad del movimiento,

pérdida cognitiva, mareos, malestar físico). Además, al tratarse de un tema emergente en diversas áreas del conocimiento, el concepto de “metaverso” sigue siendo fluido, ya que continuamente se están desarrollando pruebas para calificarlo. Esto puede haber limitado la búsqueda de registros.

Conclusión

El metaverso contribuye a que el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de carreras del área de la salud sea no solo interactivo, sino también atractivo. De ese modo, se favorece el desarrollo de competencias clínicas que respaldan la construcción de la identidad profesional. A pesar de ello, el metaverso presenta limitaciones que deben considerarse, particularmente en relación a la seguridad y privacidad de los datos, y al alto costo asociado a su implementación y mantenimiento. El metaverso puede no ser equitativo, en la medida en que no todas las IES cuentan con los recursos, condiciones y profesionales capacitados para implementarlo, lo cual puede contribuir a acentuar la desigualdad en la educación. Las diferentes aplicabilidades del metaverso se han mostrado auspiciosas para la propuesta de una educación superior calificada en el escenario global. De todos modos, tratándose de una ciencia en pleno desarrollo, aún es posible observar desafíos para su incorporación a la educación de estudiantes de carreras del área de la salud.

Agradecimientos

Agradecimientos especiales a la Doctora Heimar de Fátima Marin y Osmeire Chamelette Sanzovo, miembros de la Cámara Técnica de Enfermería Digital (CTED) del Consejo Regional de Enfermería de São Paulo (COREn-SP), Brasil, por su colaboración en la concepción del estudio; y a Adriana Sayuri Ota, Bibliotecaria de la Universidad de São Paulo (USP), Brasil, por la asesoría técnica para el establecimiento de la estrategia de búsqueda.

Referencias

1. Raja R, Nagasubramani PC. Impact of modern technology in education. *J Exerc Nutr*. 2018;3(Suppl1):S33-5. <https://doi.org/10.21839/jaar.2018.v3S1.165>
2. Kalolo JF. Digital revolution and its impact on education systems in developing countries. *Educ Inf Technol*. 2019;24:345-58. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9778-3>
3. Zhang X, Chen Y, Hu L, Wang Y. The metaverse in education: Definition, framework, features, potential

applications, challenges, and future research topics. *Front Psychol*. 2022;13:1016300. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1016300>

4. Lira JAC, Rocha ASC, Bezerra SMG, Nogueira PC, Santos AMR, Nogueira LT. Effects of educational technologies on the prevention and treatment of diabetic ulcers: A systematic review and meta-analysis. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*. 2023;31:e3944. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.6628.3945>
5. Stephenson N. *Snow Crash*. New York: Bantam Books; 1992. 470 p.
6. Mustafa B. Analyzing education based on metaverse technology. *Technium Soc Sci J*. 2022;32(1):278-95. <https://doi.org/10.47577/tssj.v32i1.6742>
7. Erturk E, Reynolds GB. The expanding role of immersive media in education. In: *International Conference on E-learning [Internet]*; 2020 July 21-25; Zagreb, Croatia. [s.l.]: IADIS; 2020 [cited 2023 Sep 20]. p. 191-4. Available from: https://www.elearning-conf.org/wp-content/uploads/2020/07/04_202007R028_R064.pdf
8. Kaddoura S, Al Hussein F. The rising trend of Metaverse in education: challenges, opportunities, and ethical considerations. *PeerJ Comput Sci*. 2023;9:e1252. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.1252>
9. Dwivedi YK, Hughes L, Baabdullah AM, Ribeiro-Navarrete S, Giannakis M, Al-Debei MM, et al. Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *Int J Inf Manage*. 2022;66(102542). <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542>
10. Pimentel D, Fauville G, Frazier K, McGivney E, Rosas S, Woolsey E. *An Introduction to Learning in The Metaverse [Internet]*. Washington (DC): Meridian Treehouse; 2022 [cited 2023 Sep 20]. Available from: <https://scholar.harvard.edu/files/mcgivney/files/introductionlearningmetaverse-april2022-meridiantreehouse.pdf>
11. Çalişir EÇ, Sabuncu FH, Altun E. Reflections of Metaverse-Based Education on E-Learning. In: *Conference Proceedings of International Eurasian Educational Research Congress [Internet]*; 2022 June 22-25; Izmir, Turkey. Ankara: Ani Publications; 2022 [cited 2023 Sep 20]. p. 1-13. Available from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED624172.pdf>
12. Prieto JF, Lacasa P, Martínez-Borda R. Approaching metaverses: Mixed reality interfaces in youth media platforms. *New Techno-Human*. 2022;2:136-45. <https://doi.org/10.1016/j.techum.2022.04.004>
13. Kye B, Han N, Kim E, Park Y, Jo S. Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *J Educ Eval Health Prof*. 2021;18:32. <https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.32>

14. Saritaş MT, Topraklıkoğlu K. Systematic literature review on the use of metaverse in education. *Int J Technol Educ*. 2022;5(4):586-607. <https://doi.org/10.46328/ijte.319>
15. Peters MDJ, Godfrey C, McInerney P, Munn Z, Tricco AC, Khalil, H. Chapter 11: Scoping Reviews (2020). In: Aromataris E, Munn Z (Editors). *JBIM Manual for Evidence Synthesis*. Adelaide: JBI; 2020. <https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-12>
16. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Ann Intern Med*. 2018;169(7):467-73. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
17. Bernardes A, Motta RA, Gardim L, Jensen R, Peres HHC, Lima RR, et al. Metaverse and Health Education: A Scoping Review Protocol [Internet]. 2023 [cited 2024 Jan 10]. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/TQGPJ>
18. World Health Organization. Classifying health workers [Internet]. Geneva: WHO; 2019 [cited 2024 May 10]. Available from: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/health-workforce/dek/classifying-health-workers.pdf?sfvrsn=7b7a472d_3&download=true
19. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev*. 2016;5(1):210. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
20. van Weelderden T. From mannequin to metaverse: the evolution and future of training nurses - opinion [Internet]. 2022 Sept 20 [cited 2023 Aug 14]. Available from: <https://www.nursingreview.com.au/2022/09/from-mannequin-to-metaverse-the-evolution-and-future-of-training-nurses-opinion/>
21. Mah ET. Metaverse, AR, machine learning & AI in Orthopaedics? *J Orthop Surg*. 2023;31(1). <https://doi.org/10.1177/10225536231165362>
22. Moro C. Utilizing the metaverse in anatomy and physiology. *Anat Sci Educ*. 2023;16(4):574-81. <https://doi.org/10.1002/ase.2244>
23. Chen X, Zou D, Xie H, Wang FL. Metaverse in Education: Contributors, Cooperations, and Research Themes. *IEEE T Learn Technol*. 2023;1-18. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3277952>
24. Yang SY, Kang MK. Efficacy Testing of a Multi-Access Metaverse-Based Early Onset Schizophrenia Nursing Simulation Program: A Quasi-Experimental Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;20(1):449. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010449>
25. Musamih A, Yaqoob I, Salah K, Jayaraman R, Al-Hammadi Y, Omar M et al. Metaverse in Healthcare: Applications, Challenges, and Future Directions. *IEEE Consum Electr M*. 2022;33-46. <https://doi.org/10.1109/MCE.2022.3223522>
26. Al-Kfairy M, Al-Fandi O, Alema M, Altaee M. Motivation and Hurdles for the Student Adoption of Metaverse-based Classroom: A Qualitative Study. In: 2022 International Conference on Computer and Applications (ICCA) [Internet]; 2022 Dec 20-22; Cairo, Egypt. New York, NY: IEEE; 2022 [cited 2024 Jan 10] p. 1-5. Available from: <https://doi.org/10.1109/ICCA56443.2022.10039672>
27. Gonzalez-Moreno M, Andrade-Pino P, Monfort-Vinuesa C, Piñas-Mesa A, Rincon E. Improving Humanization through Metaverse-Related Technologies: A Systematic Review. *Electronics*. 2023;12(7):1727. <https://doi.org/10.3390/electronics12071727>
28. Román-Belmonte JM, Rodríguez-Merchán EC, Cortes-Rodríguez HD. Metaverse applied to musculoskeletal pathology: Orthoverse and Rehabverse. *Postgrad Med*. 2023;135(5):440-8. <https://doi.org/10.1080/00325481.2023.2180953>
29. Méndez JAJ, Marcos-Pablos S, Izard SG. The Metaverse in Medical Education and Clinical Practice. In: *Proceedings TEEM 2022: Tenth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* [Internet]; 2022 Oct 19-21; Salamanca, Spain. Berlin: Springer-Verlag; 2022 [cited 2023 Oct 05]. p. 157-62. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-99-0942-1_15
30. López-Ojeda W, Hurley RA. Digital Innovation in Neuroanatomy: Three-Dimensional (3D) Image Processing and Printing for Medical Curricula and Health Care. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*. 2023;35:3. <https://doi.org/10.1176/appi.neuropsych.20230072>
31. Ford TJ, Buchanan DM, Azeez A, Benrimoh DA, Kaloiani I, Bandeira ID, et al. Taking modern psychiatry into the metaverse: Integrating augmented, virtual, and mixed reality technologies into psychiatric care. *Front Digit Health*. 2023;5:1146806. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1146806>
32. Ahuja AS, Polascik BW, Doddapaneni D, Byrnes ES, Sridhar J. The Digital Metaverse: Applications in Artificial Intelligence, Medical Education, and Integrative Health. *Integr Med Res*. 2023;12(1):100917. <https://doi.org/10.1016/j.imr.2022.100917>
33. De Gagne JC, Randall PS, Rushton S, Park HK, Cho E, Yamane SS, et al. The Use of Metaverse in Nursing Education: An Umbrella Review. *Nurse Educ*. 2023;48(3):E73-8. <https://doi.org/10.1097/nne.0000000000001327>
34. Bhatia B, Joshi S. Applications of Metaverse in the Healthcare Industry. In: 2023 International Conference on Innovative Data Communication Technologies and Application (ICIDCA) [Internet]; 2023 Mar 14-16; Uttarakhand, India. New York, NY: IEEE; 2023. p. 344-50. Available from: <https://doi.org/10.1109/ICIDCA56705.2023.10099897>
35. Kawarase MA, Anjankar A. Dynamics of Metaverse and Medicine: A Review Article. *Cureus*. 2022;14(11):e31232. <https://doi.org/10.7759/cureus.31232>

36. Pandey A, Chirputkar A, Ashok P. Metaverse: An Innovative Model for Healthcare Domain. In: 2023 International Conference on Innovative Data Communication Technologies and Application (ICIDCA) [Internet]; 2023 Mar 14-16; Uttarakhand, India. New York, NY: IEEE; 2023. p. 334-7. Available from: <https://doi.org/10.1109/ICIDCA56705.2023.10099764>
37. Mohamed ES, Naqishbandi TA, Veronese G. Metaverse! Possible Potential Opportunities and Trends in E-Healthcare and Education Int J E-Adopt. 2023;15(2);1-21. <https://doi.org/10.4018/IJEA.316537>
38. Bhugaonkar K, Bhugaonkar R, Masne N. The Trend of Metaverse and Augmented & Virtual Reality Extending to the Healthcare System. Cureus. 2022;14(9):e29071. <https://doi.org/10.7759/cureus.29071>
39. Garavand A, Aslani N. Metaverse phenomenon and its impact on health: A scoping review. Inform Med Unlocked. 2022;32:101029. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2022.101029>
40. Petrigna L, Musumeci G. The Metaverse: A New Challenge for the Healthcare System: A Scoping Review. J Funct Morphol Kinesiol. 2022;7(3):63. <https://doi.org/10.3390/jfmk7030063>
41. Massetti M, Chiariello GA. The metaverse in medicine. Eur Heart J Suppl. 2023;25(Suppl B):B104-7. <https://doi.org/10.1093/eurheartjsupp/suad083>
42. Bansal G, Rajgopal K, Chamola V, Xiong Z, Niyato D. Healthcare in Metaverse: A Survey on Current Metaverse Applications in Healthcare. IEEE Access. 2022;10:119914-46. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3219845>
43. Gonzales-Romo NI, Mignucci-Jiménez G, Hanalioglu S, Gurses ME, Bahadir S, Xu Y. Virtual neurosurgery anatomy laboratory: A collaborative and remote education experience in the metaverse. Surg Neurol Int. 2023;14:90. https://doi.org/10.25259/sni_162_2023
44. World Health Organization. WHO patient safety curriculum guide: multiprofessional edition [Internet]. Geneva: WHO; 2011 [cited 2023 Nov 25]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241501958>
45. Rocha RC, Nunes BMVT, Araújo AAC, Faria LFL, Bezerra MAR. Patient safety in nursing technician training. Rev Bras Enferm. 2022;75(1):e20201364. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-1364>
46. Rocha RC, Avelino FVSD, Borges JWP, Araújo AAC, Bezerra MAR, Nunes BMVT. Nursing technicians' professional training in patient safety: A mixed-methods study. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2023;31:e3819. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.6214.3819>
47. Wu AW, Busch IM. Patient safety: a new basic science for professional education. GMS J Med Educ. 2019;36(2):Doc21. <https://doi.org/10.3205/zma001229>
48. De Felice F, Petrillo A, Iovine G, Salzano C, Baffo I. How Does the Metaverse Shape Education? A Systematic Literature Review. Appl Sci. 2023;13:5682. <https://doi.org/10.3390/app13095682>
49. United Nations. Recognizing and Overcoming Inequity in Education [Internet]. New York, NY: United Nations; 2020 [cited 2023 Nov 25]. Available from: <https://www.un.org/en/un-chronicle/recognizing-and-overcoming-inequity-education>

Contribución de los autores

Criterios obligatorios

Que exista una contribución sustancial a la concepción o diseño del artículo o a la adquisición, análisis o interpretación de los datos para el trabajo; que se haya participado en la redacción del trabajo de investigación o en la revisión crítica de su contenido intelectual; que se haya intervenido en la aprobación de la versión final que vaya a ser publicada y que se tenga capacidad de responder de todos los aspectos del artículo de cara a asegurar que las cuestiones relacionadas con la exactitud o integridad de cualquier parte del trabajo están adecuadamente investigadas y resueltas: Andrea Bernardes, Lucas Gardim, Agostinho A C Araújo, Rodrigo Jensen, Raquel Acciarito Motta, Denise Maria de Almeida, Roberta Rubia de Lima, Heloísa Helena Ciqueto Peres.

Contribuciones específicas

Curación de datos: Andrea Bernardes, Lucas Gardim, Agostinho A C Araújo. **Supervisión y gestión del proyecto:** Andrea Bernardes, Agostinho A C Araújo.

Conflicto de intereses: los autores han declarado que no existe ningún conflicto de intereses.

Recibido: 10.01.2024
Aceptado: 22.06.2024

Editora Asociada:
Maria Lúcia Zanetti

Autor de correspondencia:
Andrea Bernardes
E-mail: andreab@eerp.usp.br
 <https://orcid.org/0000-0002-9861-2050>

Copyright © 2024 Revista Latino-Americana de Enfermagem
Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY.
Esta licencia permite a otros distribuir, mezclar, ajustar y construir a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre que le sea reconocida la autoría de la creación original. Esta es la licencia más servicial de las ofrecidas. Recomendada para una máxima difusión y utilización de los materiales sujetos a la licencia.