

# La medicina y el metaverso: aplicaciones actuales y futuro

Carlos Gutiérrez-Cirlos,<sup>1,2\*</sup> Jorge Luis Bermúdez-González,<sup>3</sup> Diego L. Carrillo-Pérez,<sup>2,4</sup>  
Irving Hidrogo-Montemayor,<sup>5</sup> Adrián Martínez-González,<sup>6,7</sup> Raúl Carrillo-Esper<sup>8</sup> y  
Melchor Sánchez-Mendiola<sup>7,9</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina, Secretaría de Enseñanza Clínica, Internado Médico y Servicio Social, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México; <sup>2</sup>Servicio de Medicina Interna, Dirección Médica, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”, Ciudad de México; <sup>3</sup>Servicio de Medicina Interna, Dirección de Enseñanza, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”, Ciudad de México; <sup>4</sup>Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Tecnológico de Monterrey, Ciudad de México; <sup>5</sup>Dirección de Innovación con Tecnologías Emergentes, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, Nuevo León; <sup>6</sup>Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México; <sup>7</sup>Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia, Dirección de Evaluación Educativa, Universidad Nacional Autónoma de México; <sup>8</sup>Academia Nacional de Medicina de México, Ciudad de México; <sup>9</sup>División de Estudios de Posgrado, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. México

## Resumen

Las innovadoras tecnologías del metaverso y el chat GPT4 (basado en inteligencia artificial) están presentes en el discurso cotidiano de la sociedad; recientemente se han introducido en la práctica médica y están provocando importantes cambios. En cuanto al metaverso (“después del universo”), diversas escuelas y facultades de medicina del mundo comienzan a utilizarlo como una estrategia innovadora dirigida a la enseñanza de materias como anatomía, histología, oftalmología y simulación en mundos paralelos (virtuales) para el aprendizaje y supervisión de cirugías, así como para otras aplicaciones en educación médica y en la relación médico-paciente. Si bien debe tomarse en cuenta como un área de oportunidad para la transformación de la medicina, es importante considerar las diversas limitaciones y riesgos del metaverso en la práctica médica, la formación de estudiantes y la relación del médico con los problemas de salud a los que se enfrenta en su práctica.

**PALABRAS CLAVE:** Educación médica. Evaluación. Medicina. Metaverso. Relación médico-paciente.

## Medicine and the metaverse: current applications and future

### Abstract

Innovative technologies such as the metaverse and chat GPT-4 (based on artificial intelligence) are present in the daily discourse of society; recently, they have been introduced into medical practice and are bringing about important changes. In the case of the metaverse (“beyond the universe”), various medical schools and departments around the world are beginning to use it as an innovative strategy for teaching subjects such as anatomy, histology, ophthalmology, and simulation in parallel (virtual) worlds for learning and supervision of surgeries, as well as for other applications in medical education and in the doctor-patient relationship. Although it should be regarded as an area of opportunity for the transformation of medicine, it is important to consider the various limitations and risks of the metaverse in medical practice, student training, and physicians’ relationship with the health problems they have to deal with in their practice.

**KEYWORDS:** Medical education. Assessment. Medicine. Metaverse. Doctor-patient relationship.

### \*Correspondencia:

Carlos Gutiérrez-Cirlos  
E-mail: cirlos@hotmail.com

Fecha de recepción: 03-05-2023

Fecha de aceptación: 22-05-2023

DOI: 10.24875/GMM.23000166

Gac Med Mex. 2023;159:286-292

Disponible en PubMed

www.gacetamedicademexico.com

0016-3813/© 2023 Academia Nacional de Medicina de México, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Antecedentes

Así que Hiro no está aquí en absoluto. Está en un universo generado por su computadora que lo dibuja en sus lentes y lo envía a sus audífonos. En la jerga, este lugar imaginario se conoce como el metaverso. Hiro pasa mucho tiempo en el metaverso.

NEAL STEPHENSON

En un artículo previo, se analizó el papel de la inteligencia artificial en la medicina y su contribución para cambiar el trabajo cotidiano del personal de salud con un impulso a la creatividad y las posibles modificaciones en la relación médico-paciente.<sup>1</sup> En marzo de 2023, la Academia Nacional de Medicina de México organizó el simposio “El metaverso y la educación médica: ¿espejismo o realidad?”, coordinado por el doctor Melchor Sánchez Mendiola,<sup>2</sup> en el que se describió el metaverso y su potencial, las aplicaciones en la enseñanza y la evaluación y cómo el metaverso educativo, al igual que la inteligencia artificial (IA), es parte de un futuro que ya está presente. Si se realiza una búsqueda en PubMed con el término “*metaverse*”, en 2020 no se identifica ninguna publicación, nueve en 2021, en 2022 la cifra se eleva a 162 y en abril de 2023 ya había 86 artículos publicados referentes al tema.

En este intermedio de la pandemia de COVID-19, es importante detenerse a reflexionar sobre los profundos cambios que la humanidad experimentó prácticamente de un día para otro. Millones de personas migraron del trabajo presencial al teletrabajo. De la misma forma, la educación, ante la ausencia de vacunas y el miedo a la muerte, pasó de presencial a virtual, en diversas plataformas (quizá Zoom sea la más conocida) y en todos los niveles. Un cambio que se pensaba que sería gradual tuvo que acelerarse radicalmente. Ahora, la realidad de la educación, el trabajo y muchos aspectos de la vida cotidiana se ha vuelto híbrida: se pueden tomar clases presenciales o en línea, se puede acudir al trabajo aun cuando muchas empresas permiten también el teletrabajo. Esta nueva realidad implica tanto consecuencias positivas (menos desplazamiento, contaminación y mayor puntualidad) como negativas (mayor exposición a pantallas, menor actividad física e interacciones sociales y humanas).

El objetivo de este artículo es ofrecer un panorama del metaverso, su origen y potencial en la medicina, con algunas propuestas sobre su aplicación en la

enseñanza y la evaluación. Finalmente, se plantean las ventajas y desventajas del uso del metaverso en la educación médica, además de incluir algunas definiciones relacionadas con el metaverso y los mundos que puede abrir al conocimiento.

## ¿Qué es el metaverso?

Tu avatar puede tener el aspecto que quieras, hasta las posibilidades de tu computadora. Si eres feo, puedes hacer que tu avatar sea atractivo. Si acabas de levantarte de la cama, tu avatar puede llevar ropa bonita y maqui-

llaje profesional.

NEAL STEPHENSON

El “metaverso” (más allá o después del universo), no era una palabra de uso común hasta que fue introducida por Neal Stephenson en su novela *Snow crash*, publicada en 1992.<sup>3</sup> No sucede lo mismo con “avatar”, palabra francesa de origen sánscrito, que implica cambio, transformación, metamorfosis y hace referencia al descenso o encarnación de un dios. Para entender al metaverso, hay que incluir al lenguaje el concepto moderno de avatar, realidad aumentada, *lifelogging* (bitácora o registro de vida), mundos espejo, realidad virtual (mundos o universos paralelos), gemelos digitales, interactividad, corporeidad y persistencia.

El metaverso se entiende como un ambiente tridimensional, inmersivo, que incorpora elementos del mundo real y del virtual, en el que distintos agentes digitales (o bien, avatares) interactúan entre sí y en el que se pueden llevar a cabo actividades variadas (educativas, culturales, económicas).<sup>4,5</sup> Es un concepto incipiente, ambiguo, para el cual no existe una definición exacta y que probablemente continúe evolucionando conforme mejore la conectividad y la tecnología. El metaverso se popularizó décadas atrás en películas como *Matrix* o *Ready Player One*; sin embargo, es hasta ahora que los avances tecnológicos lograron materializarlo. El metaverso no es solamente una realidad aumentada o una realidad virtual, sino la interacción de estas tecnologías con varias otras como el internet de las cosas, *wearables*, y el internet de alta velocidad.<sup>4</sup>

Un mundo digital debe tener tres características para ser considerado metaverso:<sup>6</sup>

- Interactividad: el usuario, por medio de un avatar y un dispositivo, ingresa al metaverso y puede comunicarse con el resto de los usuarios e interactuar con el ambiente digital.

- Corporeidad: los avatares representan a los usuarios y están limitados por ciertas leyes y recursos.
- Persistencia: el metaverso sigue funcionando y desarrollándose sin depender de que alguno o todos sus miembros estén conectados. Un ejemplo sería un avatar paciente que se conecta para una consulta con su avatar médico, al salir el paciente, el avatar médico sigue con la consulta de otros pacientes.

## Metaverso y educación médica

La educación basada en el metaverso es quizás una de las aplicaciones con más potencial de este “internet del futuro”. En este nuevo espacio de enseñanza y aprendizaje se fusionan los ambientes educativos reales con los virtuales. Al no existir un límite de tiempo ni un lugar físico orientado a las interacciones educativas, se abre un mundo fascinante de innovadoras experiencias dirigidas a la educación. Se ha propuesto un marco conceptual desde la educación y el metaverso, cuyos componentes se enlistan a continuación y se resumen en la Figura 1:<sup>4</sup>

- *Mundo real*: incluye al estudiante, al educador y dispositivos de conexión (por ejemplo, anteojos y auriculares) mediante los cuales se ingresa al metaverso.
- *Metaverso*: el avatar de la persona del mundo real ingresa al metaverso con diversos niveles de autenticación (huella digital, retina, códigos de seguridad). Puede ser guiado por avatares que no participan (NPC, *non-player character*), la enseñanza ocurre en diversos escenarios (aulas, biblioteca, otras universidades, lo que facilitaría la planeación curricular horizontal y vertical) con múltiples recursos (avatares estudiantes y profesores de diversos lugares), lo que permitiría analizar el aprendizaje desde varias perspectivas para la evaluación (bitácoras, avance en cursos, desempeño en escenarios casi reales). El avatar interactúa en el metaverso como si estuviera en un mundo paralelo, sin necesidad de otros dispositivos (teclados, etcétera).
- *Tecnología e infraestructura*: seguridad y autenticación de los usuarios, redes de alta velocidad (5G, 6G), tecnologías de informática, análisis de datos, modelado y representación.

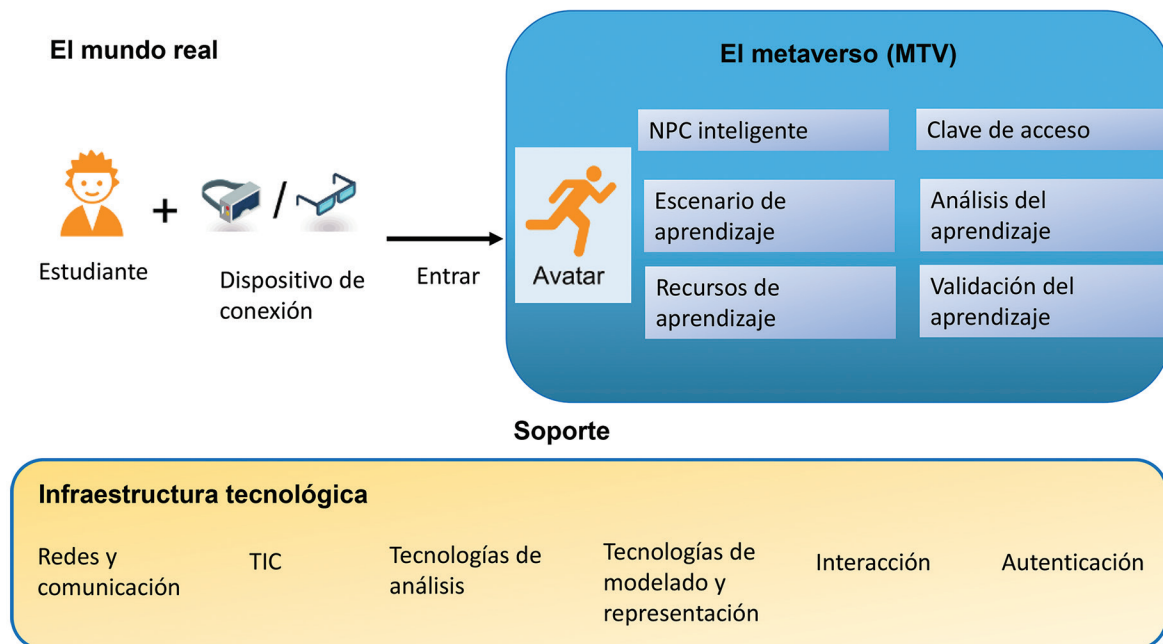
Como en todas las actividades educativas, el metaverso puede tener aplicación en la educación médica

para múltiples estrategias, como la simulación, el aprendizaje basado en la solución de problemas, el uso de realidad aumentada, mundos virtuales y aprendizaje basado en el juego, con la posibilidad de estar en ambientes más reales, la simulación hiperrreal con retroalimentación inmediata, la toma de decisiones en situaciones más seguras, que se han aplicado en la enseñanza y aprendizaje de múltiples especialidades médicas y quirúrgicas, así como en enfermería.<sup>7</sup>

Los siguientes son algunos ejemplos en los que se ha propuesto el uso del metaverso en la formación médica:

- *Cardioverso*: medicina cardiovascular en el metaverso. Se podrán desarrollar consultas virtuales, seguimiento de bitácoras digitales (electrocardiograma, frecuencia cardíaca, glucosa en sangre, presión arterial), intervenciones con realidad virtual y realidad aumentada y educación médica: anatomía (corazón en múltiples dimensiones), simulación de intervenciones, toma de decisiones.<sup>8</sup>
- *Orthoverso* y *rehabverso*: realidad aumentada para el aprendizaje de la anatomía, ambientes hiperreales para aprender cirugía (por ejemplo, de cadera) y mejorar la curva de aprendizaje en varios ambientes de enseñanza: aula, sala de discusión de casos, quirófano.<sup>9</sup>
  - Aprendizaje de anatomía y fisiología: disecciones virtuales, visión desde varias perspectivas de la biomecánica y de la fisiología muscular, consideraciones acerca de variaciones anatómicas en una sesión (además de las más frecuentes), tener otras perspectivas como la de un paramédico o un servicio de urgencias traumatológicas.<sup>10</sup>
  - Psiquiatría: educación de estudiantes, especialistas y pacientes para entender la enfermedad mental. En el metaverso, el paciente puede plasmar sus alucinaciones sensitivas con un avatar para complementar el estudio fenomenológico de su enfermedad. Son posibles otros usos en neuroestimulación no invasiva y biorretroalimentación.<sup>10</sup>
- *Neuroverso*: neurología y neurocirugía en el metaverso. Permitiría conocer más detalles sobre el paciente desde la consulta inicial mediante una evaluación efectiva y sistemática de los síntomas neurológicos. La preparación preoperatoria y el tratamiento quirúrgico de 360° con realidad aumentada, así como el seguimiento

## Educación en el metaverso



**Figura 1.** Marco de trabajo del metaverso en la educación (modificado de Zhang et al.<sup>4</sup>). NPC: non-participating-character; TIC: tecnologías de la información.

postoperatorio del paciente tendrían un papel importante en el metaverso;<sup>11</sup> incluso, se plantea que al reducir el personal dentro del quirófano se podría disminuir el tiempo quirúrgico y el riesgo de infecciones.<sup>12</sup>

### Metaverso y evaluación médica

Es indudable el potencial del metaverso en la evaluación educativa debido a que su implementación exige un replanteamiento innovador y holístico en cuanto a su concepción, al diseño de los instrumentos y estrategias para evaluar, al uso de los tipos y resultados de evaluación, así como los costos que tendrán impacto en la enseñanza y en el aprendizaje de los estudiantes. Por ejemplo, considere cómo el metaverso podría simplificar un ECOE (examen clínico objetivo estructurado) que se ha de aplicar a mil estudiantes durante un fin de semana. Sin duda, se podrían afianzar puntos fundamentales en toda evaluación como los aspectos de identidad, conectividad, seguridad, plagio y otros. Como se comentó, la pandemia por COVID-19 tuvo un impacto en la educación médica; si bien las escuelas de medicina permanecieron cerradas por un

tiempo prolongado, esto no implicó que cesara la impartición de clases y las evaluaciones en todos los niveles.

Las evaluaciones en el metaverso, como en el ámbito presencial, a distancia y en una modalidad mixta, deben cumplir con los requisitos de validez para ser equitativas, justas, útiles, adecuadamente comunicadas y oportunas, de tal forma que fomenten el aprendizaje significativo y en contexto, con una realimentación efectiva, con exámenes en línea de diversos grados de complejidad y consecuencias y que no dependan de la aplicación presencial. En el metaverso sería posible aplicar evaluaciones para la competencia profesional conforme a la pirámide de Miller: sabe, sabe cómo hacerlo, muestra cómo hacerlo y lo hace. La interacción de avatares de profesores y de estudiantes en diversos escenarios educativos como el aula, los laboratorios, la comunidad, una consulta o un procedimiento que se aprende en un quirófano con realidad aumentada, son ejemplos de lo que sucederá en la evaluación. La autoconfianza, la satisfacción y el compromiso con objetivos y competencias son otros aspectos que también deben ser considerados.<sup>13</sup>

## Retos del metaverso en la medicina

Pienso, luego existo”

RENÉ DESCARTES

Pienso, luego mejor que no exista

QUINO

Las ventajas del metaverso son difíciles de enumerar. Conforme su uso se difunda y se generalice saldrán a la luz nuevas formas de aprovechar su potencial, prácticas que en este momento no podemos ni imaginar, al igual que nuevas limitaciones. Una de las ventajas más evidentes del metaverso es su capacidad de abolir las distancias, los avatares de estudiantes podrán recibir clases e interactuar con avatares de profesores del otro lado del mundo sin necesidad de estar presentes físicamente en el mismo salón, campus, país o en otros destinos. Las oportunidades de trabajo para muchos profesores no serán limitadas por el área geográfica donde vivan, sino solamente por la velocidad de su conexión a internet. Probablemente en un futuro cercano esta característica se aplique a la atención de pacientes o a la realización de cirugías a distancia, sin que el paciente ni el médico se vean limitados a estar presentes en la propia área geográfica.<sup>14</sup>

Posterior a la pandemia, se ha extendido el uso de las teleconsultas en diversas áreas. En un principio, se implementaron como una manera de limitar los contagios, pero actualmente se usan como una forma de optimizar los recursos de salud, para dar seguimiento a enfermedades menos complejas, en donde los ajustes de algún fármaco se pueden realizar basándose en algún parámetro de laboratorio (como en el caso de la hormona estimulante de tiroides en pacientes con hipotiroidismo) o clínico, cuantificado por el paciente (glucometrías capilares o bitácoras de presión arterial). Se postula que para pacientes que viven en áreas remotas, el uso del metaverso para su atención a distancia podría resultar benéfico.<sup>8</sup>

El equilibrio entre la enseñanza médica y la seguridad del paciente es un área delicada. La seguridad del paciente no se puede ver comprometida al instruir a nuevos médicos, pero tampoco debe verse comprometida la calidad de la educación. Un área en la que el metaverso probablemente se adapte con mayor facilidad será en la simulación de escenarios clínicos y de procedimientos con fines de enseñanza. Una de las bases del metaverso es el “mundo espejo” (*mirror world*),<sup>15</sup> en el que por medio de imitar ambientes

similares al mundo real y con la asistencia de la realidad virtual, se podrá exponer a los estudiantes a situaciones clínicas donde la ventana de aprendizaje es muy estrecha, por ejemplo, se podrá simular a un paciente con choque séptico para que el estudiante ponga a prueba sus habilidades diagnósticas y terapéuticas sin comprometer la seguridad de un paciente real.<sup>5</sup> Además, con el desarrollo de este tipo de tecnologías probablemente se llegue a un realismo no imaginable (hiperrealismo) muy diferente al de los actuales ambientes de este tipo de enseñanza que utiliza simuladores o pacientes simulados por actores.

La adquisición de habilidades motoras es imprescindible para las especialidades quirúrgicas y su enseñanza depende del contacto físico. Durante la pandemia de COVID-19, numerosos hospitales disminuyeron dramáticamente el número de cirugías programadas, lo que afectó la formación de nuevos cirujanos. Para contrarrestar este problema, se han descrito métodos de enseñanza apoyados en realidad virtual y tecnología “háptica” con los cuales los cirujanos en formación pueden simular procedimientos quirúrgicos. Por otro lado, en la enseñanza de la cirugía robótica se han desarrollado sistemas donde el cirujano profesor limita las acciones del cirujano en formación para prevenir complicaciones quirúrgicas,<sup>16</sup> incluso sin necesidad de estar localizados en la misma habitación. En el futuro, el cirujano podrá enseñar y supervisar a otros cirujanos con la ayuda de estos innovadores sistemas en diversas regiones del mundo, real o virtual.

Existen habilidades humanas que son difíciles de imitar, como el sentido común, el pensamiento crítico o la empatía. Además, una de las limitaciones para el uso del metaverso será el costo del equipo necesario para acceder a él. Áreas remotas en donde actualmente no hay acceso a servicios de educación y de salud tampoco contarán con tecnologías como internet de alta velocidad, lentes de realidad virtual o computadoras, lo que podrían incrementar la brecha de marginación (brecha digital), al situar a los estudiantes sin acceso al metaverso en desventaja.

Desde el origen de la medicina, se ha postulado que su base fundamental es la relación médico-paciente; a través del metaverso muchos aspectos de la interacción humana podrían perderse y mermar la confianza del enfermo, el médico y los estudiantes. Se han descrito avances en cuanto a la tecnología “háptica” para simular el tacto a través de vibraciones en la piel.<sup>17</sup> Esta tecnología aún no se ha incorporado de manera general en la atención de pacientes, pero se



ha utilizado para la enseñanza de habilidades quirúrgicas en pacientes reales<sup>17</sup> y podría incorporarse a la atención del enfermo con el objetivo de recuperar el contacto físico y el tacto en el metaverso.

La tecnología tiende a la fragmentación. Cuando *Netflix* ofreció el primer servicio de películas y series a través de “*streaming*”, rápidamente reemplazó a los servicios de televisión de paga. Poco después, comenzó el surgimiento de incontables plataformas que han fragmentado el mercado. Si esto ocurriera en el metaverso, su universalidad podría verse limitada. Si realizamos una búsqueda en PubMed encontraremos artículos que mencionan el cardioverso,<sup>8</sup> el rehabverso,<sup>9</sup> el orthoverso<sup>9</sup> y su uso en otras áreas como dermatología, oncología y cirugía. No obstante, la fragmentación del metaverso por áreas médicas podría reducir su potencial y limitar la investigación médica en torno a este.

Otro aspecto que se ha postulado como una desventaja es que, al estar fundamentado en el intercambio de diversos tipos de datos, el metaverso podría representar un nuevo blanco de ciberataques. Además del peligro que esto conlleva,<sup>18</sup> el propio miedo al robo de información podría entorpecer la adopción del metaverso.

El acoso a través de redes sociales es un problema muy extendido; cuando se difunda lo suficiente el metaverso probablemente surgirán nuevas formas de acoso y será una cuestión fundamental el establecer reglas y sanciones que normen las interacciones humanas dentro del metaverso.<sup>18</sup> En un ambiente donde los participantes pueden aprovecharse de su anonimato, es posible que las personas tengan una menor inhibición a mostrar conductas inadecuadas.

A pesar de las potenciales aplicaciones del metaverso para mejorar la salud mental de pacientes que viven con algún trastorno, pueden presentarse conductas como adicción, ansiedad, aislamiento, disonancia cognitiva, impulsividad y depresión.<sup>19</sup>

## Conclusiones

El metaverso será un espacio de comunicación, en espacios reales y virtuales, en los que la educación, vista desde una perspectiva positiva, podría tener un desarrollo sin precedentes. La educación en la medicina no será la excepción. El acceso a la información personal y de grupos, por aplicaciones digitales, deberá ser resguardado. La experiencia vital en el mundo digital, que puede ser modelada por las plataformas que explotan el metaverso, debe ser estudiada en cuanto a

aspectos de privacidad, transparencia, control, autonomía y bienestar de las personas. Esta innovadora tecnología permite la migración en tiempo real de nuestras capacidades cognitivas mediante una codificación de nuestros datos que se depositan en una nube propiedad del metaverso. La pandemia de COVID-19 provocó la suspensión de la mayoría de las interacciones entre los individuos de la sociedad. Ante la repetición de una situación similar, el metaverso ofrece una solución para mantener la dinámica social y de enseñanza-aprendizaje, lo que incluye a la enseñanza de la medicina.

## Glosario

**Avatar:** representación gráfica de la identidad virtual de un usuario en entornos digitales.

**Bitácoras de vida (*lifelogging*):** información cotidiana sobre personas u objetos disponibles. Internet de las cosas, registro de bitácoras de vida en dispositivos inteligentes: frecuencia cardíaca, presión arterial, arritmias cardiovasculares, niveles de glucosa.

**Tecnología háptica:** realidad aumentada en la que el usuario puede recrear sensaciones como fuerzas, movimientos y vibraciones.

**Mundo espejo:** el mundo real tal como es, con información externa (mapas de Google).

**Mundo o realidad virtual:** tecnología a la que se accede con visores especiales los cuales generan una inmersión del usuario en un ambiente creado por computadora, con pérdida de la percepción del mundo real.

**Realidad aumentada:** superposición de información digital al mundo real, a la que se accede a través de un dispositivo como lentes o celulares y con la que se sigue teniendo la percepción del mundo real.

## Financiamiento

Los autores declaran que no hubo financiamiento para este artículo.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se realizaron experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Uso de inteligencia artificial para generar textos.** Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

## Bibliografía

1. Lanzagorta-Ortega D, Carrillo-Pérez DL, Carrillo-Esper R. Artificial intelligence in medicine: present and future. *Gac Med Mex.* 2022;158:55-9. DOI: 10.24875/GMM.M22000688
2. Academia Nacional de Medicina. Sesión Académica 22 de marzo 2023. Disponible en: <https://www.youtube.com/live/MVDTAoE5Og?feature=share>
3. Stephenson N. *Snow crash*. New York: Random House; 1992.
4. 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. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.1016300
5. Kwarase MA 4<sup>th</sup>, Anjankar A. Dynamics of metaverse and medicine: a review article. *Cureus.* 2022;14: e31232. DOI: 10.7759/cureus.31232
6. Sánchez-Mendiola M. El metaverso: ¿la puerta a una nueva era de educación digital? *Inv Ed Med.* 2022;11:5-8. DOI: 10.22201/fm.20075057e.2022.42.22436
7. Sandrone S. Medical education in the metaverse. *Nat Med.* 2022;28:2456-7. DOI: 10.1038/s41591-022-02038-0
8. Skalidis I, Muller O, Fournier S. CardioVerse: the cardiovascular medicine in the era of metaverse. *Trends Cardiovasc Med.* 2022;S1050-1738(22)00071-8. DOI: 10.1016/j.tcm.2022.05.004
9. Román-Belmonte JM, Rodríguez-Merchán EC, De la Corte-Rodríguez H. Metaverse applied to musculoskeletal pathology: orthoverse and rehabverse. *Postgrad Med.* 2023;1-9. DOI: 10.1080/00325481.2023.2180953
10. Moro C. Utilizing the metaverse in anatomy and physiology. *Anat Sci Educ.* 2022. DOI: 10.1002/ase.2244
11. Kundu M, Ng JC, Awuah WA, et al. NeuroVerse: neurosurgery in the era of Metaverse and other technological breakthroughs. *Postgrad Med J.* 2023;qqad002. DOI: 10.1093/postmj/qqad002
12. Fontanella MM. The neurosurgery of the metaverse. *J Neurosurg Sci.* 2022;66:387-8. DOI: 10.23736/S0390-5616.22.05869-6
13. Huh S. Application of computer-based testing in the Korean Medical Licensing Examination, the emergence of the metaverse in medical education, journal metrics and statistics, and appreciation to reviewers and volunteers. *J Educ Eval Health Prof.* 2022;19:2. DOI: 10.3352/jeehp.2022.19.2
14. Sun P, Zhao S, Yang Y, Liu C, Pan B. How do Plastic Surgeons use the Metaverse: a systematic review. *J Craniofac Surg.* 2023;34:548-50. DOI: 10.1097/SCS.00000000000009100
15. 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. DOI: 10.3352/jeehp.2021.18.32
16. Motaharifar M, Norouzzadeh A, Abdi P, Iranfar A, Lotfi F, Moshiri B, et al. Applications of haptic technology, virtual reality, and artificial intelligence in medical training during the COVID-19 Pandemic. *Front Robot AI.* 2021;8:612949. DOI: 10.3389/frobt.2021.612949
17. Zeng Y, Zeng L, Zhang C, Cheng ASK. The metaverse in cancer care: applications and challenges. *Asia Pac J Oncol Nurs.* 2022;9:100111. DOI: 10.1016/j.apjon.2022.100111
18. Wiederhold BK. Sexual harassment in the metaverse. *Cyberpsychol Behav Soc Netw.* 2022;25:479-80. DOI: 10.1089/cyber.2022.29253
19. Usmani SS, Sharath M, Mehendale M. Future of mental health in the metaverse. *Gen Psychiatr.* 2022;35:e100825. DOI: 10.1136/gpsych-2022-100825