



El metaverso y la educación en anestesiología

Metaverse and Anesthesiology

Sebastián Mohar Menéndez-Aponte^{1,*}, Daniel Ríos Gil², Esmeralda Landa Ramírez¹, Rodrigo Rubio Martínez^{2,3}

¹ Residente de Anestesiología en el Centro Médico ABC. México.

² Adscrito de Anestesiología en el Centro Médico ABC. México.

³ Coordinador de simulación en el Centro Médico ABC. México.

Fecha de recepción: 10 de marzo de 2023 / Fecha de aceptación: 18 de abril de 2023

ABSTRACT

The Metaverse is a concept that has been evolving over the years and has recently become a more important figure in the medical world. We understand that there are four essential pillars to build the metaverse: virtual reality, augmented reality, mixed reality, and advances in telecommunications. Virtual reality is the creation of a completely digital world, augmented reality is giving digital features to the real world, mixed reality is the interaction of the previous concepts and finally the speed of internet communication has allowed all these tools to blossom. These four pillars have given rise to the metaverse having a presence in many professional fields, including medical education. This article seeks to review and bring together all the tools in development or in use that rely on the metaverse to improve anesthesia education, from teaching platforms to the creation of interactive and immersive virtual scenarios where medical students or anesthesia residents can interact and develop technical and non-technical skills.

Key words: Metaverse, education, anesthesiology.

RESUMEN

El Metaverso es un concepto que ha ido evolucionando a través de los años y que últimamente ha tomado más forma y fuerza en el mundo médico. Entendemos que hay cuatro pilares esenciales para construir al metaverso: La realidad virtual, la realidad aumentada, la realidad mixta y los avances respecto a la telecomunicación. La realidad virtual es la creación de un mundo completamente digital, la realidad aumentada es dar características digitales al mundo real, la realidad mixta es la interacción de los conceptos anteriores y, por último, la velocidad de la comunicación por internet ha permitido el florecimiento de todas estas herramientas. Estos cuatro pilares han dado pie a que el metaverso tenga presencia en muchos ámbitos profesionales, entre ellos la educación médica. Este artículo busca recorrer y juntar todas las herramientas en desarrollo o en uso que se apoyan del metaverso para poder mejorar la educación anestésica, desde plataformas de enseñanza hasta la creación de escenarios virtuales interactivos e inmersivos donde los estudiantes de medicina o residentes de anestesia pueden interactuar y desarrollar habilidades técnicas y no técnicas.

Palabras clave: Metaverso, educación, anestesiología.

Introducción

La primera vez que se mencionó el metaverso fue en una novela de ciencia ficción hace 30 años[8] en la que se describe como una mezcla entre el mundo real y el mundo digital, para “escapar” de la realidad que se había vuelto aburrida y obsoleta. Hoy se intenta a definir ¿qué es el metaverso? Sin embargo, no hay una definición definitiva aún. Se han hecho múltiples intentos para lograrlo, de las definiciones existentes se puede integrar que el metaverso es una forma de combinar tres mundos, el mundo real en el que vivimos, el mundo de

realidad aumentada y el mundo de la realidad virtual, esta interacción crea una nueva plataforma de existencia. Durante los próximos años, al convertirse en una plataforma más presente, la definición será más clara[5].

Hoy las principales compañías desarrolladoras de *software* han invertido grandes cantidades de dinero en el desarrollo del metaverso, el ejemplo más claro de esto es la transformación de *Facebook*, una empresa con valor millonario en el mercado, hacia *Meta*, el nuevo nombre que adoptó haciendo referencia a la creación de un metaverso, tiene como objetivo migrar su plataforma social a este nuevo universo[26]. Otras empre-

mohar.sebastian@gmail.com

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4961-3812>

sas como Samsung y Microsoft, han empezado a invertir para favorecer el desarrollo de esta plataforma y explorando otros campos de la vida cotidiana que puedan ser parte de este universo[24].

En este artículo discutiremos los distintos abordajes y las diferentes perspectivas sobre el metaverso y así entender cuál será su rol en la educación en anestesiología.

Antecedentes históricos

Historia de la realidad virtual

La realidad virtual se describe como la creación de un mundo completamente digital en el cual el usuario puede interactuar a través de una interfaz. En este mundo hay avatares digitales, gráficas tridimensionales avanzadas, comunicación instantánea con otros avatares y existe una vida cotidiana, social y económica sucediendo a cada momento. Sin embargo, el desarrollo de este "mundo" empezó desde hace un par de siglos.

Si tomamos la definición de realidad virtual como cualquier experiencia que engañe nuestra percepción de la realidad, los primeros intentos en hacer esto fueron las pinturas panorámicas del siglo XIX en las que el espectador podía entrar a un mundo virtual. Durante el siglo XX se llevaron a cabo avances categóricos, especialmente con la tecnología digital. En 1950 Heiling creó el Sensorama, una máquina que estimula varios sentidos para crear la sensación de estar en otro lugar. El nombre de realidad virtual realmente se acuñó en 1987, cuando Jaron Lanier, el co fundador de un laboratorio de programación visual, se refiere a la creación de los diferentes aparatos que se desarrollan en su laboratorio[6].

Historia de la realidad aumentada

La realidad aumentada tiene un enfoque distinto a la realidad virtual ya que se enfoca en agregar cualidades al mundo real. El día de hoy lo podemos utilizar de manera cotidiana, por ejemplo en la geolocalización con interfase, para poder comunicarnos con el mundo que nos rodea de manera cotidiana con *software* que nos permite agregar características digitales a lo que vemos. La historia de la realidad aumentada inició en 1968, cuando se crea una forma de escribir sobre una pantalla, siendo parte aguas en cómo se podía mezclar el uso de la tecnología con la realidad a nuestro alrededor.

Este tipo de tecnología se convierte en una realidad a través de dispositivos que puedan portar los usuarios, usualmente teléfonos móviles o anteojos, que identifican imágenes gatillo por ejemplo un código QR- y las conectan a través de una red de internet a una base de datos o información[7].

Historia de la realidad mixta

La mezcla de las diferentes realidades - virtual y aumentada - se considera como una realidad mixta. La realidad mixta fue realmente posible con los últimos avances en la tecnología digital al igual que el aumento de la capacidad de interconectividad, es decir una vez que se creó la red 5G, esto permitió converger las distintas realidades. La realidad mixta se considera como un pilar del metaverso. Con estas bases se discutirá sobre las implicaciones que la fusión de estas realidades ha traído y puede traer al mundo de la salud, educación médica y anestesiología[1].

Usos actuales de la RV, RA en salud

Actualmente, la realidad virtual se usa en diferentes ámbitos del área de la salud. Ha tenido una gran importancia en la enseñanza y práctica médica, busca proporcionar una forma segura de entrenamiento que minimice el riesgo al paciente y permita al médico en formación desarrollar las habilidades técnicas requeridas para su práctica profesional. Durante la pandemia del COVID-19, se abandonaron los salones de clase y se tuvo que migrar a ambientes virtuales. La existencia y desarrollo de plataformas como ZOOM o Google Meets abrió las puertas a un nuevo universo educativo.

Algunos ejemplos de uso de realidad virtual en educación médica en la práctica diaria se encuentran en los programas para aprendizaje de anatomía en 3D, los cuales pueden usarse en dispositivos móviles, también se encuentran disponibles programas para mejorar las habilidades en bloqueo regional ecoguiado como "*BLOCK GuRÚ*" en las cuales se describen las técnicas para realizar los diferentes bloqueos de nervios periféricos, y páginas virtuales como "*Doctors dilemma*", "*Socratic*" o "*DO OMT*" en las cuales se pueden repasar y discutir temas, resolver cuestionarios, ver videos tutoriales. Se han desarrollado modelos virtuales, en plataformas como *Second life*, para practicar toma de decisiones en intubación de secuencia rápida, brindando la oportunidad de obtener retroalimentación inmediata con respecto a las elecciones dicotómicas posibles dentro del programa[28].

La principal desventaja que se encuentra en el uso de modelos de realidad virtual, es el costo que implica desarrollar e integrar casos, pacientes, *software* y dar mantenimiento, con cifras que se presumen entre \$10.000 a más de \$800.000 dólares, cifras que pueden resultar insostenibles en diversas comunidades[11],[12].

Si usamos la realidad virtual y el metaverso para divertirnos con juegos como Fortnite o Roblox, por qué no usarla para el beneficio de la salud poblacional o para el desarrollo de habilidades técnicas y humanas en personal médico. Como el desarrollado por la doctora Rachel Umoren, quien creó un aplicación de realidad virtual llamada "The Electronic Helping Babies Breathe", con la cual se guía al proveedor a través de las habilidades necesarias para reanimar a un recién nacido cuando este no puede respirar por su cuenta. Se realiza una retroalimentación personalizada al concluir cada escenario, en donde se informa al proveedor qué se hizo bien y qué puede mejorarse.

Propuesta de industria

Como se ha establecido existen ya múltiples acercamientos al metaverso a partir de la VR, RA, RM, pero ¿Cuál es la propuesta a futuro sobre el uso del metaverso en los diferentes ámbitos socioculturales del ser humano?

Mark Zuckerberg habla del lanzamiento de *Meta*, cuya misión es conectar con las personas a través del metaverso, usando lentes o *headset* de realidad virtual, con los cuales se puede ingresar a una casa virtual. Así mismo presenta "Horizon Home" y "Horizon worlds" en donde propone la creación de casas en el espacio virtual y un lugar en donde poder convivir con otros avatares y crear nuevas experiencias, juegos, fiestas. También plantea el uso de estos espacios virtuales para evolu-

cionar el modelo de trabajo desde casa que se ha instaurado a partir de la pandemia, para esto propone vender a precios accesibles el *hardware* requerido para que estos lleguen a más personas. El creador de *Facebook* presume la creación de avatares que puedan reproducir los gestos y así interactuar de una manera más precisa y humana[27].

Por otra parte, existen serias dudas sobre lo que es realmente el metaverso y si se están vendiendo ideas sensacionalistas, más que realistas; como menciona Eric Ravenscraft en su artículo en WIRED “*what is the metaverse exactly?*”[26], no existe realmente una definición clara de lo que es el metaverso, sin embargo, se ha comercializado cada vez en mayor medida. Diversas compañías, desde startups hasta gigantes tecnológicos, se aprovechan de este marketing, vendiendo contenido no tangible por dinero de verdad. Muchas compañías se han sumado a la nueva economía digital en donde los usuarios del metaverso puede crear, comprar y vender bienes, sin embargo, esto es inoperable, ya que llevar de una plataforma a otra estos ítems, es una tarea compleja que las compañías no han logrado resolver.

Lo que bien es cierto es que el metaverso tiene un significado y visión diferentes dependiendo de quien lo aborde, *Meta de Facebook* plantea que este incluye casas virtuales en las que puedes invitar a tus amigos y salir. *Microsoft* por su parte piensa que involucra salas de conferencia virtuales en las que se pueden entrenar a personal recién contratado o platicar de forma remota con los trabajadores[27].

Sin embargo; existen limitaciones que estas empresas parecen pasar por alto, los cascos de realidad virtual así como las gafas de realidad aumentada, aún son muy toscos, y los usuarios experimentan malestar al usarlos por demasiado tiempo.

Es importante mantener el contexto bajo el cual entendemos y se desarrolla el metaverso en mente, ya que no existe garantía de que este se desarrollará como se espera, que las personas lo aceptarán, o que la tecnología VR y AR se encuentre al alcance de todos como lo hacen actualmente los teléfonos inteligentes o las computadoras.

Peter Clark, el autor de “*The metaverse has already arrived*”. Here’s what that actually means”, en la revista *Times*[25], relata cómo las interacciones en la plataforma digital *Roblox*, pueden sustituir de cierta forma, a aquellas dadas en la vida real; esta plataforma permite al usuario generar nuevas actividades, y permite comercializarlas. Las nuevas generaciones han crecido con la expectativa de que gran parte del futuro existirá en el metaverso. Clark, nos recuerda que las comunidades en línea han existido desde 1980, y estas han continuado con su auge desde chats en línea, hasta juegos, la promesa del metaverso es permitir una mayor superposición de nuestras vidas físicas y digitales.

El metaverso es una extensión del internet que actualmente tenemos, y se debe pensar en los miles de problemas que se deben solucionar en la existencia en línea como el *hacking*, *catfishing*, discursos de odio o el acoso, para saber qué tan peligroso puede ser realmente el metaverso. Existen preocupaciones de ciberseguridad en donde “se ha usado la inteligencia artificial para obtener información personal, convencer a las personas que que cosas que no han ocurrido están pasando, o que simplemente no son ciertas”, como menciona Charlotte Newton.

Con todo esto dicho, se debe tomar en cuenta que lo bueno que se cree que el metaverso puede hacer, es especulativo, depende de una confluencia de eventos como el desarrollo de *hardware* e infraestructura, en líneas de tiempo muy difusas.

Sin embargo, el alcance es astronómico y parece que es una ola que ya no podremos detener.

Metaverso en la educación en anestesia

Se puede definir al aprendizaje como la adquisición de conocimientos, habilidades, aptitudes que el individuo internaliza y posteriormente utiliza. El aprendizaje es un producto del cerebro, por lo que, se dice que lo que mejor hace el cerebro es aprender; su papel primordial es la creación de redes neuronales que se modifican continuamente en función del entorno, lo que más estimula al cerebro es la novedad, los cambios, lo desconocido[13].

La amígdala es un órgano indispensable para el aprendizaje, ya que decide el carácter de las reacciones (positivas o negativas) ante la información que ingresa al cerebro a través de cualquier estímulo[13]. Cuando se usa la realidad virtual, el lóbulo frontal se encuentra involucrado activamente en control motor y memoria, el lóbulo temporal se encuentra involucrado activamente en el proceso semántico de información y memoria episódica, el lóbulo parietal participa activamente en la creación de la sensación de presencia, propiocepción y respuesta emocional y el lóbulo occipital participa activamente en la creación de imágenes visuales[14]. A diferencia de otras estrategias educativas, el uso del metaverso tiene el potencial de involucrar múltiples formas de aprendizaje en un solo espacio.

En el metaverso, lo que hacemos en el mundo físico tiene un impacto en la experiencia en el mundo virtual y viceversa[15]. El uso de lentes de realidad aumentada nos permite interactuar en el espacio físico con objetos digitales, por ejemplo: al ver una ampolla de algún medicamento, podremos obtener la ficha técnica de este medicamento, o visualizar un electrocardiograma y obtener una interpretación del mismo, la intención del metaverso es traer esto a la vida real con el uso de estos lentes e incluirlos en el actuar diario del anestesiólogo.

El anestesiólogo debe ser experto tanto en las habilidades cognitivas, como en las habilidades no técnicas, como la toma de decisiones dinámica, el control de comportamiento interpersonal y el liderazgo del equipo durante una crisis dentro de la sala de operaciones. Tradicionalmente, el entrenamiento en estas habilidades se ha dado a través de cursos didácticos con el uso de maniqués[16]. La simulación virtual ofrece una alternativa a este modelo de enseñanza permitiendo la inmersión dentro de una sala de operaciones virtual donde el médico podrá repetir tantas veces como quiera el escenario hasta obtener las competencias necesarias.

La aplicación del metaverso a el entrenamiento y educación médica continua en anestesia cuenta con un futuro prometedor. La educación en medicina está cambiando y la simulación es la piedra angular en el entrenamiento clínico de los nuevos profesionales de la salud. La simulación es una técnica educativa que involucra la creación de situaciones ficticias de la vida real permitiendo al estudiante actuar como lo haría en la realidad, permitiendo dar una retroalimentación de su actuar.

Gaba[17] clasificó los simuladores en anestesia en 3 categorías: 1) Simuladores realistas; 2) Micro simuladores o simuladores en monitor de computadora y 3) Simuladores de realidad virtual siendo estos los menos comunes exceptuando simuladores VR en la colocación de catéteres venosos, o en el uso del ultrasonido.

La tecnología inmersiva (realidad aumentada y realidad virtual) permitirá a los estudiantes aprender a través de la experiencia generada en el mundo virtual[18]. La enseñanza ya no estará limitada al espacio físico donde se encuentre el individuo, permitirá la participación de médicos de diferentes partes del mundo en los mismos escenarios, con interacción en tiempo real.

La anestesia regional ha tenido un resurgimiento en la última década con la integración del ultrasonido en la actividad del anestesiólogo, el aprendizaje en estas técnicas generalmente, se ha realizado a través de cursos donde un médico experto en estas técnicas muestra la anatomía y la técnica de localización con USG, el uso de modelos sintéticos existe sin embargo, cuentan con cierta caducidad después de un cierto número de uso. Integrar el conocimiento académico del uso del ultrasonido y el conocimiento de la anatomía a la práctica continúa siendo un reto[19]. El metaverso puede llenar este vacío permitiendo la práctica con un paciente virtual, permitiendo utilizar un ultrasonido y realizar localizaciones anatómicas de nervios periféricos y la práctica de inserción de agujas tomando en cuenta la profundidad y angulación de la misma, esto se ha realizado ya en simuladores *online* donde Woodworth et al.[20]. Realizaron un estudio donde determinaron la efectividad de un simulador interactivo del nervio ciático vs videotutoriales para la localización e interpretación de imágenes ultrasonográficas de este nervio. Demostraron que la adquisición del conocimiento fue mejor en el grupo del simulador *web* pero el uso práctico del ultrasonido fue el mismo en ambos grupos. La realidad aumentada permite el uso de gafas en las cuales se despliega la imagen ultrasonográfica donde se ha demostrado disminuye el tiempo de inserción de la aguja[21]-[23], mejora la visualización de la aguja[22],[23], reduce los movimientos inadvertidos del transductor[23], disminuye el movimiento de la cabeza[23].

Otra competencia que debemos educar en anestesiología es la del humanismo. Un ejemplo actual en la aplicación de esta tecnología con fines de generar empatía en el personal de la salud hacia los pacientes fue realizado por Dyer E, et al.[24]. Ellos aplicaron un proyecto para familiarizar a los profesionales de la salud simulando los cambios degenerativos en un paciente geriátrico tales como: degeneración macular e hipoacusia con lentes de realidad virtual poniendo a los médicos con los zapatos de un paciente geriátrico con estas características para de este modo generar conciencia en los profesionales de salud de las consideraciones que se deben tomar con este tipo de pacientes teniendo buena aceptación por los participantes.

Pero si nos adaptamos a los ideales que la industria propone, podemos deducir que el metaverso en la anestesiología irá más allá de obtener información virtual superpuesta al mundo real o vivir simulaciones virtuales, la propuesta para nosotros más potente es la capacidad de interactuar con individuos localizados en diferentes partes del mundo dentro de un mismo espacio y nos lleva a pensar en la posibilidad de generar experiencias educativas como visitar salas de operaciones en otros lugares, vivir rotaciones en diferentes partes del mundo, coincidir en debates o discusiones de casos dentro de una misma sala. Todos estos conceptos hacen énfasis en la interacción entre humanos, utilizando la tecnología para unirnos en un mismo espacio y ahí dejar en nosotros el utilizarla para un crecimiento común o dejar pasar la oportunidad.

Conclusiones

Los diferentes componentes que construyen al metaverso tienen el potencial de beneficiar diferentes aspectos de la educación y entrenamiento de las y los anestesiólogos. La realidad virtual puede crear herramientas educativas y escenarios clínicos que fortalezcan la formación de nuevas generaciones. La realidad aumentada ya demostró su beneficio para obtener beneficios clínicos en sala de operaciones logrando impactar en el desarrollo profesional del anestesiólogo. La combinación de estas herramientas y la apertura a esta nueva tecnología es la evolución natural en la enseñanza de una especialidad que está obligada a seguir la innovación por la gran responsabilidad clínica que tiene en su práctica diaria. El metaverso es una plataforma infinitamente amplia, el equipo de anestesiología tiene que adentrarse y crear su universo dentro de esta plataforma para poder seguir creciendo como especialidad.

Referencias

1. 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> PMID:34897242
2. Baniyadi T, Ayyoubzadeh SM, Mohammadzadeh N. Challenges and Practical Considerations in Applying Virtual Reality in Medical Education and Treatment. *Oman Med J.* 2020 May;35(3):e125. <https://doi.org/10.5001/omj.2020.43> PMID:32489677
3. Martinelli SM, Isaak RS, Schell RM, Mitchell JD, McEvoy MD, Chen F. Learners and Luddites in the Twenty-first Century: Bringing Evidence-based Education to Anesthesiology. *Anesthesiology.* 2019 Oct;131(4):908–28. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002827> PMID:31365369
4. <https://time.com/6116826/what-is-the-metaverse/>
5. Riva G, Wiederhold BK. What the Metaverse Is (Really) and Why We Need to Know About It. *Cyberpsychol Behav Soc Netw.* 2022 Jun;25(6):355–9. <https://doi.org/10.1089/cyber.2022.0124> PMID:35696299
6. History of virtual reality. Virtual Reality Society. (2020, January 2). Retrieved December 3, 2022, from <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>
7. Virtuali-tee. Curiscope US & Worldwide. (n.d.). Retrieved December 3, 2022, from <https://www.curiscope.com/products/virtuali-tee>
8. Stephenson N, Abadia G. Snow crash. Bragelonne; 2009.
9. Home. Roblox. (2022, October 24). Retrieved December 3, 2022, from <https://corp.roblox.com/>
10. Zepeto. ZEPETO. (n.d.). Retrieved December 3, 2022, from <https://world.zepeto.me/es>
11. Cook DA, Triola MM. (2009). Virtual patients: A critical literature review and proposed next steps. In *Medical Education* (Vol. 43, Issue 4). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2008.03286.x>.
12. Pottle J. Virtual reality and the transformation of medical education. *Future Healthc J.* 2019 Oct;6(3):181–5. <https://doi.org/10.7861/fhj.2019-0036> PMID:31660522
13. Benavidez VV, Flores PR. La importancia de las emociones para la neurodidáctica. *Wimb Lu.* 2019;14(1):25–53. <https://doi.org/10.15517/wl.v14i1.35935>.
14. Georgiev DD, Georgieva I, Gong Z, Nanjappan V, Georgiev GV.

- Virtual reality for neurorehabilitation and cognitive enhancement. *Brain Sci.* 2021 Feb;11(2):221. <https://doi.org/10.3390/brainsci11020221> PMID:33670277
15. Riva G, Wiederhold BK. What the Metaverse Is (Really) and Why We Need to Know about It. <https://bit.ly/3gTpLzT>
 16. Shewaga R, Uribe-Quevedo A, Kapralos B, Lee K, Alam F. A serious game for anesthesia-based crisis resource management training. *Comput Entertain.* 2018;16(2):1–16. <https://doi.org/10.1145/3180660>.
 17. Oberfrank SM, Rall M, Dieckmann P, Kolbe M, Gaba DM. Simulación de Paciente.; 2021.
 18. Pottle J. EDUCATION AND TRAINING Virtual Reality and the Transformation of Medical Education. Volume 6. 2019.
 19. Ramlogan RR, Chuan A, Mariano ER. Contemporary training methods in regional anaesthesia: fundamentals and innovations. *Anaesthesia.* 2021 Jan;76(S1 Suppl 1):53–64. <https://doi.org/10.1111/anae.15244> PMID:33426656
 20. Woodworth GE, Chen EM, Horn JL, Aziz MF. Efficacy of computer-based video and simulation in ultrasound-guided regional anesthesia training. *J Clin Anesth.* 2014 May;26(3):212–21. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2013.10.013> PMID:24793714
 21. Udani AD, Harrison TK, Howard SK, Kim TE, Brock-Utne JG, Gaba DM, et al. Preliminary study of ergonomic behavior during simulated ultrasound-guided regional anesthesia using a head-mounted display. *J Ultrasound Med.* 2012 Aug;31(8):1277–80. <https://doi.org/10.7863/jum.2012.31.8.1277> PMID:22837293
 22. Kasuya Y, Moriwaki S, Inano C, Fukada T, Komatsu R, Ozaki M. Feasibility of the head-mounted display for ultrasound-guided nerve blocks: a pilot simulator study. *J Anesth.* 2017 Oct;31(5):782–4. <https://doi.org/10.1007/s00540-017-2371-x> PMID:28477229
 23. Przkora R, McGrady W, Vasilopoulos T, Gravenstein N, Solanki D. Evaluation of the Head-Mounted Display for Ultrasound-Guided Peripheral Nerve Blocks in Simulated Regional Anesthesia. *Pain Med.* 2015 Nov;16(11):2192–4. <https://doi.org/10.1111/pme.12765> PMID:25930716
 24. Dyer E, Swartzlander BJ, Gugliucci MR. Using virtual reality in medical education to teach empathy. *J Med Libr Assoc.* 2018 Oct;106(4):498–500. <https://doi.org/10.5195/jmla.2018.518> PMID:30271295
 25. Clark PA. (2021, November 15). What is the metaverse? Here's why it matters. *Time.* Retrieved December 3, 2022, from <https://time.com/6116826/what-is-the-metaverse/>
 26. Ravenscraft E. (2022, April 25). What is the metaverse, exactly? *Wired.* Retrieved December 3, 2022, from <https://www.wired.com/story/what-is-the-metaverse/>
 27. YouTube. (2021, October 28). The metaverse and how we'll build it together - connect 2021. YouTube. Retrieved December 3, 2022, from <https://www.youtube.com/watch?v=Uvufun6xer8>
 28. LeRoy Heinrichs W, Youngblood P, Harter PM, Dev P. Simulation for team training and assessment: case studies of online training with virtual worlds. *World J Surg.* 2008 Feb;32(2):161–70. <https://doi.org/10.1007/s00268-007-9354-2> PMID:18188640