

Realidad Virtual En La Enseñanza Técnica Médica, Un Panorama General.

Leticia Neira-Tovar¹, Estefania Salisbury Flores², José María Flores Lomeli³

¹Universidad de la Laguna San Cristóbal San Cristóbal de La Laguna, España

²Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolas de Los Garza, N.L. México

³Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolas de Los Garza, N.L. México

leticia.neira@gmail.com

estefania.salisburyfl@uanl.edu.mx

jose.flores.12@hotmail.com

Resumen. En los últimos años hemos sido testigos de los avances tecnológicos, uno de ellos, que se ha destacado es la realidad virtual (VR), desde sus inicios esta fue creada con propósitos de simular un entorno tridimensional llegando a ser una opción realista para entrenamientos, simulaciones, estudios, de diversas aplicaciones en diferentes áreas. La medicina virtual trata de evitar la exploración directa del cuerpo humano, utilizando modelos virtuales, las cuales también permiten el aprendizaje de nuevas técnicas y de tratamientos avanzados. En este trabajo, nos enfocaremos en el área médica, aplicando un entrenador virtual de enseñanza médica para el aprendizaje de conocimientos y experiencias en diversas situaciones que se puedan presentar en la atención de pacientes. Permitiendo probar al alumno los conocimientos, habilidades y la capacidad de aprendizaje con el apoyo de la simulación médica, para lograr que los estudiantes desarrollen un conjunto de competencias que faciliten el alcance de un trabajo superior, brindando la oportunidad de llevar a cabo una práctica análoga a la que se desarrolla en la realidad asistencial, tomando en cuenta sus necesidades y su ritmo individual.

Índice de Términos: Realidad Virtual, Simulación médica, Interacción, Asistencia Médica Virtual.

Abstract. In recent years we have witnessed technological advances, one of them, which has stood out is virtual reality (VR), since its inception this was created with the purpose of simulating a three-dimensional environment becoming a realistic option for training, simulations, studies, of various applications in different areas. Virtual medicine tries to avoid direct exploration of the human body, using virtual models, which also allow the learning of new techniques and advanced treatments. In this work, we will focus on the medical area, applying a virtual medical teaching trainer to learn knowledge and experiences in various situations that may arise in patient care. Allowing the student to test the knowledge, skills and learning capacity with the support of medical simulation, to achieve that students develop a set of competencies that facilitate the achievement of a higher work, providing the opportunity to carry out an analogous practice to which it develops in the healthcare reality, taking into account its needs and its individual rhythm.

Keywords: Virtual Reality, Medical Simulation, Interaction, Virtual Healthcare.

1 Introducción

La simulación es un método o técnica que trata de imitar una experiencia o proceso para educación, capacitación, modelado de un escenario inusual o peligroso, o en pruebas de sistemas, sin llegar a pasar por el evento real (Mendiola et al., 2018; Gaba, 2004; Gaba, 2007). La simulación de maniquí de alta fidelidad en su entorno completo ahora es considerablemente manejada por diversas escuelas de medicina (Petruzzo & Stern, 2009).

La simulación clínica es nueva una metodología que recrea un escenario ideado para experimentar un acontecimiento real con el propósito practicar, aprender, evaluar, probar o adquirir un conjunto de habilidades cognitivas que faciliten un mejor desempeño en la atención de pacientes, ofreciendo la oportunidad de practicar sus conocimientos, desarrollar confianza en sus habilidades en escenarios virtuales simulando un escenario clínico más o menos complejo, en breves palabras, la simulación clínica es un escenario desarrollado para experimentar (HealthySimulation, 2019; Villarruel *et al.*, 2016; Juguera *et al.*, 2014).

A causa de la globalización y los avances en la tecnología de la información se generó la necesidad de cambiar la metodología tradicional de aprendizaje a una nueva metodología activa de aprendizaje experiencial multisensorial (Deshpande & Huang, 2011). Por tal motivo, se ha comparado la formación médica con el modelo tradicional y la enseñanza basada en la simulación, donde se puede diferenciar que durante un ensayo clínico con pacientes reales los asesores o docentes supervisan continuamente a los alumnos para evitar los errores y llegan a corregirlos al instante debido a que se debe asegurar la integridad y seguridad del paciente; mientras que la simulación, se permiten cometer errores para que puedan comprender de manera más detallada las

consecuencias sus errores, rectifiquen y vuelvan a realizar el procedimiento de manera correcta, reforzando de esta manera sus conocimientos (Akaike *et al.*, 2012; Contreras *et al.*, 2018; Dávila-Cervantes, 2014).

Se demuestra que el aprendizaje tradicional no garantiza un perfil completo de las competencias médicas de los recién egresados. Para mejorar la enseñanza en el entrenamiento y desarrollo de competencias profesionales en escenarios clínicos controlados, se ha implementado en los programas de educación médica, el uso de la tecnología con herramientas y software que brindan nuevos conocimientos médicos y mejoran la calidad de atención y eficiencia (Built In, 2019).

Dicho lo anterior, se puede afirmar que la educación médica basada en la simulación proporciona un entorno seguro y controlado en el cual se interactúa con conocimientos, destrezas y factores humanos dando un método de aprendizaje y un entrenamiento efectivo a los estudiantes llegando a generar un aprendizaje basado en la reflexión y solución de problemas que se practican durante profesión, convirtiéndose en una herramienta valiosa para mejorar y aprender de errores sin dañar la identidad del profesional (Jones *et al.*, 2015; Rudolph *et al.*, 2014; Villarruel *et al.*, 2016).

Un factor que propulsa su uso ha sido prevenir riesgos que puedan llevar a cabo a pacientes reales durante las prácticas en hospitales (Caballero, 2017). El tener un aprendizaje programado de forma individual, adquisición de experiencia, tener tiempo para el análisis y corrección de errores y ayuda profesional en todo momento, han impulsado el uso de simuladores clínicos en la enseñanza médica (Akaike *et al.*, 2012).

Según David Gaba describe la simulación de atención médica en 11 categorías: objetivos y propósitos de la actividad de simulación; unidad de participación; experiencia nivel de participantes; dominio sanitario; profesional disciplina de los participantes; tipo de conocimiento, destreza, actitudes o conductas abordados; la edad del paciente simulado; tecnología aplicable o requerida; sitio de simulación; grado de participación directa; y método de retroalimentación utilizado (Gaba, 2004).

Existen simuladores específicos como simulación quirúrgica, en donde los profesionales médicos se capacitan con los últimos avances tecnológicos y varía desde prácticas de sutura hasta intervenciones quirúrgicas robóticas. Simuladores de alta fidelidad en la especialidad de cirugía laparoscópica, neurocirugía, cirugía endoscópica, cirugía traumatológica, cirugía cardíaca y cirugía intervencionista. Contienen planes de estudio de aprendizaje integrados, informes estadísticos basados en el rendimiento, como números o movimientos, y grabación de pantalla para fines de evaluación y de informe del profesorado (Healthy Simulation, 2019).

2 Antecedentes

2.1 Orígenes de la simulación médica

Los simuladores clínicos han existido desde los años 60, donde surgió el primer simulador desarrollado por Asmund Laerdal, fabricante de juguetes, quien en conjunto con un médico anesthesiólogo el Dr. Peter Safar y Bjorn Lind desarrolló un modelo de reanimación cardiopulmonar al que llamó: “Resusci Anne”, un simulador de bajo costo, pero efectivo para desarrollar habilidades y destrezas psicomotoras (Rosen, 2008).

En 1965, Robert Mann desarrollo el primer sistema simulador computarizado utilizados en el área de la cirugía ortopédica, el cuál puede decidir el mejor procedimiento en una enfermedad ortopédica y en la formación de residentes de ortopedia (Lange *et al.*, 2000).

En 1968, durante la Asociación Americana del Corazón, el Doctor Michael Gordon de la Facultad de Medicina de la Universidad de Miami presentó a Harvey, el Simulador de Pacientes de Cardiología. El maniquí puede reproducir casi cualquier enfermedad cardíaca por diferentes presiones arteriales, sonidos cardíacos, soplos cardíacos, pulsos y respiración. Su eficacia como herramienta educativa se ha demostrado a lo largo del tiempo, continúa utilizándose para la formación y evaluación de los estudiantes en varias escuelas de medicina, programas de residencia y departamentos de emergencia (Cooper & Taqueti, 2008; Brown & Patterson, 2001; Ziv *et al.*, 2003).

2.2 Simulación médica en la era moderna

La tecnología ha tenido un gran desarrollo en la atención médica, la implementación de los tiempos de espera de los pacientes disminuye y el personal es más eficiente gracias a la Inteligencia Artificial y el análisis predictivo. Así como los procedimientos quirúrgicos menos invasivos hacen posible que la recuperación del paciente se reduzca. Con la implementación de robots ultra precisos, simuladores robóticos y sistemas inteligentes (Built In, 2019).

En la literatura la simulación tuvo auge en 1999 en Estados Unidos de Norteamérica en su reporte nombrado “To err is Human: Building a Safer Health System” (Error es humano: construir un sistema de salud más seguro), determinó que el error humano es la causa principal de los eventos desfavorables que inducen a desenlaces perjudiciales para el paciente. Este brotó de la necesidad de llegar a integrarse en los programas de enseñanza dando seguridad al paciente e incluso transformar la educación clínica actual, para complementar el desarrollo profesional otorgando una atención segura, efectiva, centrada en el paciente, eficiente y equitativa (Gordon, 1974; Ziv *et al.*, 2003).

En la era moderna la simulación médica surge en la segunda mitad del siglo XX donde se crearon tres tendencias que promueven su desarrollo. El primero inicia con la

obra de Asmund Laerdal con el apoyo de médicos anesthesiólogos y una fábrica de juguetes, desarrollando un modelo de la reanimación cardiopulmonar al que lo nombró como “Resusci Anne”, este consiste en un simulador accesible, pero siendo eficiente en el desarrollo de habilidades y destrezas psicomotoras (Contreras *et al.*, 2018).

El segundo corresponde a los simuladores dirigidos a reproducir una manera precisa las características humanas de los pacientes, este también brotó durante la segunda mitad del siglo XX fue impulsado por la creación del simulador SIMone™, el cual fue creado por Abrahamson y Denson en la Universidad de Harvard (Dávila-Cervantes, 2014). Este simulador presenta ciertos comportamientos humanos, en los que se incluyen ruidos respiratorios, ruidos cardíacos, como también pulsos carotídeos y temporales sincronizados. Y el último movimiento reforma metodologías pedagógicas a nivel mundial, este movimiento dio inicio a finales del siglo pasado y sigue hoy en día. Lo que impulsa esta nueva reforma es la búsqueda de nuevas estrategias de enseñanza utilizando las nuevas tecnologías para mejorar el aprendizaje de las habilidades y preparación y formación entorno a la educación médica (Contreras *et al.*, 2018).

2.3 Simuladores realizados en México

En nuestro país la simulación aplicada a la medicina tomó inicio en la década de los 80 con simuladores orientados al entrenamiento y mejora de la calidad en la atención de los pacientes. Por tal motivo, se crearon centros para la enseñanza de la reanimación cardiopulmonar básica y avanzada en el año 2005 se creó el Centro de Enseñanza y Certificación de Aptitudes Médicas (CECAM), que forma parte del Departamento de Integración de Ciencias Médicas de la Facultad de Medicina (Serna-Ojeda *et al.*, 2012; Dávila-Cervantes, 2011).

El CECAM tiene más de 60 diferentes tipos de simuladores de los cuales se pueden hacer prácticas de exploración ginecológica, otológica, oftalmoscópica; forjar diferentes habilidades como aplicar inyecciones intramusculares, la toma de presión arterial; así como ejecutar prácticas de situaciones clínicas complejas como la atención de un parto eutócico o complicado, intubación endotraqueal, resucitación cardiopulmonar en niños y adultos, reconocimiento de enfermedades cardíacas y atención de emergencias en terapia intensiva (Dávila-Cervantes, 2011).

Por el 2003 también se estableció Centro de Desarrollo de Destrezas Médicas (CEDDEM) del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubiran” se convirtió en el primer centro de en América Latina teniendo un enfoque multidisciplinario y para áreas médicas y quirúrgicas (Neri-Vela, 2018).

Actualmente se encuentra en crecimiento el desarrollo de simuladores en nuestro país en diversas instituciones que cuentan con un centro de simulación, algunos ejemplos de hospitales y universidades en donde se encuentran simuladores médicos son instituciones educativas, hospitales, centros médicos, entre otros.

3 Importancia

Hoy en día, la simulación es un componente esencial del entrenamiento para el aprendizaje de distintos tipos de entornos, yéndose desde los más sencillos a los más complicados o siendo de los más habituales a lo poco común, ofreciendo una mejora al procedimiento y manejo del paciente en forma efectiva y segura, debido a que permite corregir la falta de experiencia clínica y los fallos en la coordinación del equipo de profesionales, sin perjudicar una mayor seguridad y confianza en sí mismos, y estar capacitados para trabajar en situaciones de urgencia más eficiente (Palés & Gomar Sancho, 2010).

La enseñanza de la medicina con el uso de la simulación es una metodología aceptada y que día con día recibe una mayor importancia en la educación médica. Esta nueva herramienta de evaluación se ha implementado en diversos cuerpos colegiados, utilizados para acreditar la evaluación de los alumnos en cuestión de la atención brindada a los pacientes simulados cumpliendo con los requerimientos de la certificación. Mundialmente existen corrientes dedicadas a los derechos de los pacientes donde se instituye la manera de ser manejada con fines educativos con anterioridad sin apostar riesgo la seguridad del paciente (Dávila-Cervantes, 2014). Además, la simulación respalda el trabajo en equipo y el desarrollo y la práctica de las habilidades comunicativas (Okuda *et al.*, 2009).

4 ¿Cómo funciona la simulación?

La simulación permite cumplir la práctica deliberada en su totalidad o específicamente de una habilidad. En situaciones complejas se pueden dividir en partes, y de cada paso se puede ensayar las veces necesarias para adquirir competencia, con especial atención a las áreas que el alumno o equipo individual encuentra más desafiantes (Gosai & Gunn, 2015).

En los trabajos de Antonio Pazin y Romano (Pazin Filho & Romano, 2007) y McGaghie *et al* (McGaghie *et al.*, 2010) identificamos que en una sesión de simulación se identifica por cuatro componentes principales (Figura 1).

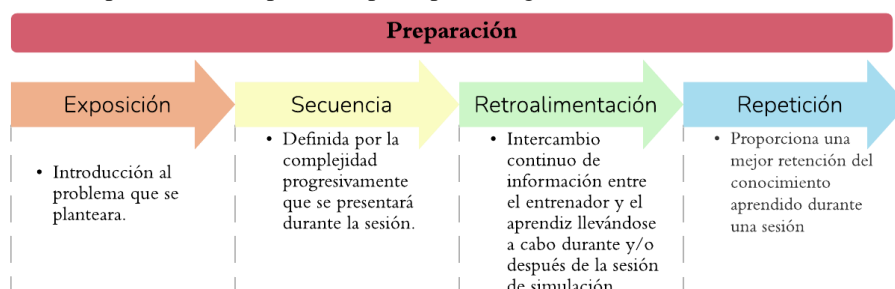


Fig. 1. Los cuatro componentes principales de un ejercicio de simulación.

Fuente: Elaboración propia.

5 Consideraciones para el diseño de simulaciones

A la hora de diseñar se presentan ciertos problemas que se deben considerar en su desarrollo. Bryan P. Bergeron y Robert A. Greenes (Bergeron & Greenes, 1988) plantean 9 cosas que se deben considerar para poder crear un simulador, las cuales son:

- 1) Proporcionar una interfaz apropiada tanto para el usuario como para el propósito previsto de la simulación.
- 2) Determinar el nivel apropiado de complejidad del entorno simulado.
- 3) En caso de que la simulación es educativa se debe proporcionando una estrategia de tutoría;
- 4) Seleccionar las herramientas de autoría apropiadas;
- 5) Evaluar los requisitos de hardware.
- 6) Determinar las necesidades del usuario.
- 7) Definir las metas de aprendizaje que tendrá el sistema.
- 8) Seleccionar la metodología apropiada para la verificación y validación.
- 9) Evaluar el sistema en su conjunto.

Pero como sabemos la enseñanza médica y de enfermería está ligada con el manejo en pacientes vivos, por lo que está obligada a tener responsabilidades éticas y legales en la que debe proporcionar el mejor tratamiento y resguardar la seguridad a los pacientes (Maran, & Glavin, 2003).

En vista del marco ético, la simulación debe cumplir ciertos requisitos. Según Jaime Galindo y Lila Visbal (López & Spirko, 2007) mencionan que debe sustentarse en:

1. Buscar normas que den cuidado a los pacientes.
2. Dar un mayor entrenamiento al estudiante.
3. Realizar evaluaciones más objetivas a los docentes.
4. Dirigir y hallar los errores en el acto médico.
5. Respeto y preservación de la autonomía de los pacientes.
6. Respeto y preservación de la autonomía de profesionales en las ciencias de la salud.

6 Aplicaciones de la Realidad Virtual en la medicina y la salud

En la formación médica, la realidad virtual proporciona la capacitación que el personal médico requiere en el aprendizaje de problemas para llegar a una estrategia de acción y habilidad de interactuar con pacientes en forma virtual. Se puede simular cualquier situación médica, permitiendo a los estudiantes interactuar como si fuera la vida real, teniendo una retroalimentación e interrogatorio para aprender de sus errores, sin producir ningún daño a pacientes y sin supervisión del profesorado, haciendo flexible el aprendizaje. La siguiente tabla (Tabla 1) muestra algunos proyectos que se han realizado en distintas áreas de la medicina.

Tabla. 1. Simuladores Realizados En Diferentes Áreas Médicas.

Área médica	Simuladores realizados
Cirugía	<p>La compañía VR Fundamental ha desarrollado un simulador que les permite a los cirujanos aprender de las técnicas, poner en práctica sus conocimientos y mejorar sus técnicas en los procedimientos quirúrgicos (Thomas, 2021).</p> <p>Se implementaron guantes hápticos como controles en el simulador que trabajan en conjunto de tecnología AR con Holo Lens de Microsoft y Magic Leap (Carbone <i>et al.</i>, 2020).</p>
Historiales Clínicos	<p>Una de las más innovadoras técnicas en realidad virtual es Exovite que ofrece un software único para HoloLens de Microsoft, basada en una realidad mixta. Un aspecto interesante es que en este entorno solo se muestra la parte concreta que se está operando sino también los doctores pueden ver, mediante la ayuda de paneles interactivos, las resonancias, TAC, radiografías y el historial clínico del paciente para que el cirujano elija el método y procedimiento más conveniente para cada caso. Además, el resto del personal quirúrgico puede observar simultáneamente mediante la ayuda de los HoloLens. Debido a su rotundo éxito, fue utilizado y aprobado por el Hospital Gregorio Marañón, España (Merino).</p> <p>SOFA es un nuevo marco de código abierto orientado principalmente a la investigación de simulación médica (Allard <i>et al.</i>, 2007).</p>
Consultorios	<p>El sistema, el AbcdeSIM-VR, consta de un casco de realidad virtual y la plataforma de simulación basada en la tecnología web incluye los juegos. Incluyen desde la medicina básica de urgencias a la atención médica prehospitalaria, la teleasistencia médica y traumatología. El profesional médico se coloca un casco de Realidad Virtual, quedando inmerso en un entorno real simulado para tratar pacientes virtuales con diferentes supuestos clínicos. Contiene tecnología de simulación de vanguardia, garantizando un gran nivel de conocimiento y competencia antes de acudir a clases de manera presencial. Beneficios de la reducción del tiempo y los costes de formación y adquirir experiencia de forma segura en situaciones clínicas, a la vez que se garantiza la seguridad del paciente (Georgieva-Tsaneva, 2019).</p>
Neuroquirúrgica	<p>En el 2016, la Facultad de Medicina de la Universidad de Stanford inauguró el Centro de Realidad Virtual y Simulación Neuroquirúrgica donde los alumnos exploran</p>

	representaciones digitales tridimensionales de estructuras cerebrales, las cuales están construidas a partir de imágenes 2D de pacientes reales (resonancias magnéticas, tomografías computarizadas y angiografías). Lo que permite a los estudiantes por medio de auriculares y controladores de mano explorar una gran variedad de casos neurológicos (Beksac, 2018).
Estudio de Cáncer en 3D	<p>Científicos del Instituto de Cáncer de Cambridge del Reino Unido utilizan la realidad virtual para analizar una muestra de tumor canceroso de un paciente para ser estudiada en todos los ángulos y cada célula mapeada individualmente. El VR en 3D del cáncer ayuda a los investigadores a comprender mejor el cáncer y encontrar nuevos tratamientos para la enfermedad (Abujudeh, 2015).</p> <p>Otro estudio en (Chirico <i>et al.</i>, 2016) aplica la VR en un diferente acercamiento, usa la VR en procedimientos que resultan un no placenteros como lo son las quimioterapias, hospitalización, etc. Este estudio en conjunto con 19 estudios prueba que la realidad virtual puede ayudar psicológicamente a los pacientes reduciendo su nivel de estrés y ansiedad, incluso mejorar el malestar de estos procedimientos. Declara que la realidad virtual tiene propiedades analgésicas que ayudan a mejorar el estado de ánimo que es a su vez, un factor en la efectividad de recuperación del paciente.</p>
Tratamiento del Alzheimer	<p>La VR no solo se usa para la simulación de escenarios quirúrgicos, si no también puede simular eventos de la vida cotidiana, que en este caso se hace uso de esta tecnología para tratar igualmente enfermedades cognitivas como el Alzheimer.</p> <p>Con la técnica de realidad virtual se utiliza para recuperar capacidades cognitivas mediante la reproducción de imágenes del pasado. Como experiencias, eventos, reuniones familiares. Con la finalidad de estimular la memoria, incrementar su nivel de concentración y mejorar su estado de ánimo del paciente (García-Betances <i>et al.</i>, 2015).</p>
Autismo	Embodied Labs utiliza tecnología de realidad virtual para adaptarse según las necesidades del usuario. El software Floreo se utiliza para ayudar a las personas con autismo a adquirir habilidades de comportamiento y comunicación, incluye juegos y actividades que exploran conexiones sociales, entrenamiento situacional y técnicas de calma. A los niños con autismo les facilita practicar imitación, los gestos no verbales, recrear actividades en escenarios del

	<p>mundo real, como cruzar una calle concurrida o interactuar con policías. Floreo les hace ver un mundo más simple de interactuar y reforzar habilidades (Built In, 2019).</p>
Fisioterapia	<p>Otra de las ramas en las que tiene aplicación la VR es en la fisioterapia, y la recuperación de traumas motoras. Ejercicios de terapia virtual complejos de acuerdo con las necesidades del paciente, permiten un control preciso en el estímulo y carga cognitiva que experimenta el usuario. Con la Realidad virtual utilizas más tus sentidos y capacidad cerebral, quedando inmerso en un mundo virtual en 3 dimensiones. Lo que permite cuantificar el progreso con retroalimentación de datos en tiempo real. Los ejercicios incluidos benefician a la fisioterapia, la terapia ocupacional, la terapia cognitiva, junto con un mejor bienestar físico y mental en general (Camporesi <i>et al.</i>, 2013).</p>
Detección de Esquizofrenia	<p>Gracias a investigaciones y desarrollo de nuevas tecnologías de vanguardia, el equipo de Investigación de la Universidad de Exeter, se desarrolló una prueba de “juego de espejos”, consta en que la persona utiliza un avatar de computadora mientras está escanea con precisión movimientos en tiempo real y registra las acciones de los pacientes en situaciones sociales y a su vez poder detectar las variaciones y características de indican tendencia a este trastorno mental (Zhai <i>et al.</i>, 2016).</p>
Tratamiento de Dolor	<p>La compañía Karuna Labs utiliza simuladores de realidad virtual para tratamiento del dolor crónico basados en utilizar técnicas basadas en evidencia de fisioterapia, psicología del dolor, neurociencia cognitiva y programas de restauración funcional. y enfocada en la función y mejora de la calidad de vida, este se puede realizar en casa o en la clínica local. Si se realiza en la clínica este programa puede durar hasta 12 semanas dependiendo de las necesidades del paciente (Chirico <i>et al.</i>, 2016; Karuna Lab).</p>
Fobias y Trastornos mentales	<p>Oxford VR dio un nuevo enfoque al uso de la realidad virtual al poder tratar enfermedades psicológicas y mentales, usando tecnología de última generación, como los son visores y su software de recreación virtual, que implementa terapias ayudando a los pacientes a superar traumas mentales (Freeman <i>et al.</i>, 2017; Riva & Serino, 2020).</p>

7 Puntos a mejorar

A pesar de que esta nueva herramienta es buena para poder mejorar el método de enseñanza, en el caso de realizar a nivel local se pueden presentar problemas de organización y contenido de baja calidad debido a simulaciones mal organizadas y la falta de instructores de simulación calificados (Sørensen *et al.*, 2017).

A lo largo de una simulación, se puede llegar a suspender en el momento del error y se menciona las consecuencias de ese error a los estudiantes. Al experimentar las consecuencias de las acciones se llega a tener un gran impacto y una huella a la hora de saber los resultados, al hecho de completar las simulaciones sin interrupciones tiende a ser dar un mayor valor clínico y emocional para los participantes, en cambio sí se pausa constantemente los alumnos pueden perderse a lo largo de la simulación (McLaughlin *et al.*, 2002).

En un estudio realizado por Jon Van *et al* (Heukelom *et al.*, 2010) en un grupo se hizo un cuestionario después haber finalizado la simulación, se visualiza los errores que fueron cometidos en la gestión o fue evidente para el facilitador que los estudiantes no estaban seguros de una gestión adicional (nuevamente se utilizó un límite de tiempo de treinta segundos), los resultados de los errores en la gestión o de la inacción de los estudiantes. En su estudio ellos usan el método debriefing, en resumidas cuentas, es un método pedagógico mediante donde los alumnos son guiados por un docente que los ayuda a conectar la teoría con la práctica y comprender los conceptos dentro del escenario de la simulación (Góes & Jackman, 2020).

8 Beneficios

Como se vio con los diferentes ejemplos presentados anteriormente, podemos decir que la realidad tiene una flexibilidad y una amplia gama de aplicaciones en el área médica. Su implementación puede ser usada para diferentes propósitos tanto educativos, donde se usa como auxiliar didáctico para el aprendizaje de la medicina, como en la detección temprana de enfermedades, rehabilitación, terapia, e inclusive, sociales, al recrear una situación desde un diferente punto de vista para generar empatía y conciencia social.

Por sus diversas aplicaciones, esto hace que la realidad virtual traiga consigo ventajas en su inclusión. A continuación, se presentan una lista de las ventajas al momento de implementar la VR en el ámbito de la salud:

- Manipulación de componentes o modelos 3D como reales, visualizando órganos humanos a profundidad.
- Nuevas formas de aprendizaje, visualizando datos, procesando información para convertirla en conocimiento.
- Desarrollo de habilidades y destrezas.
- Práctica de procedimientos complejos en cirugías simuladas en un ambiente seguro y controlado.

- Reducen el estrés y ansiedad en la simulación de emergencias médicas sin pérdidas humanas.
- Escenarios virtuales repetibles en los que se genera empatía, experimentando cualquier situación desde cualquier ángulo.
- Ahorro en la inversión de hardware y software de simuladores
- Liberan espacio y tiempo a profesores
- Garantizan una formación hospitalaria ininterrumpida
- Educar al paciente para prevenir enfermedades

9 Rentabilidad

- El costo elevado de hardware y software que componen el uso de la realidad virtual como gafas, computadoras potentes, contratación de empresa de desarrollo de software. Esto con el tiempo disminuye en el caso de las gafas y en cuanto a la computadora el uso de la nube para alojar todo el procesamiento ayuda a tener una mejor potencia en el equipo de cómputo.
- El costo de desarrollo de realidad virtual se puede compensar con implementación de procesos y objetivos comerciales como un medio para alcanzarlo.
- Software que se adapte a su manera de visualizar las cosas y que se adapte a sus necesidades.
- Efectos de la AR en la salud, puede causar problemas oculares, náuseas, dolores de cabeza y mareos. Se puede solucionar usando gafas de mejor calidad con protección a la luz directa.
- Aislamiento que se produce al uso prolongado dañando las relaciones sociales, esto se evita asignando horas de uso.

10 Discusiones

En el futuro, existen grandes posibilidades de aplicaciones de la RV, la RA y la RM en el campo de la asistencia sanitaria (Brown & Patterson, 2001; Ziv, & Wolpe, 2003). Por ejemplo, usar gafas de realidad aumentada y caminar podría ver el letrero de cada tienda a lo largo de la calle. La imagen que se muestra en las gafas AR puede presentar un entorno real y también la publicidad reciente, las ofertas o la información relacionada de las cadenas de tiendas. Si se utilizan anteojos portátiles en la atención médica, podemos dar un ejemplo de lo que se puede lograr en el futuro. Los trabajadores de la salud comúnmente controlan las condiciones de los pacientes a través de una computadora en el carro médico móvil.

Los trabajadores de la salud comúnmente verifican las condiciones de los pacientes a través de la computadora en el carrito médico móvil cuando entregan medicamentos al paciente, el nombre y la fecha de nacimiento del paciente deben usar gafas AR con GPS, Bluetooth, cámara, sensor y función de identificación facial y conectarse instantáneamente con la base de datos en la nube del hospital. Las gafas AR muestran

la información relevante del paciente, como: su pasado, diagnóstico, medicación actual, historial de alergias a medicamentos, notas DNR, etc., para que los cuidadores comprendan más fácilmente los detalles del paciente.

Estas tecnologías deben implementarse en la práctica clínica, pueden enfrentar capas de barreras, como el costo de la construcción del hardware, la integración del software del sistema y la base de datos del hospital, el uso real del equipo clínico para el equipo del usuario y la sexualidad fácil de usar y la larga duración. El uso a largo plazo de estos dispositivos afectará a la salud de los usuarios, la formación del personal en la introducción de nuevas tecnologías, las habilidades que requiere el personal médico, etc., son posibles problemas y desafíos en el futuro.

La simulación es manejada para fortificar las habilidades clínicas, el trabajo en equipo y las habilidades de comunicación, y el diagnóstico físico (Okuda *et al.*, 2009; McGaghie *et al.*, 2010), pero se ha visto que no existen muchos informes de su uso en la educación preclínica de las ciencias básicas (Passiment *et al.*, 2011; Fitch, 2007; Heitz *et al.*, 2009). Se puede concluir que a la hora de utilizar para la afirmación del conocimiento de las ciencias básicas predominan más las áreas de anatomía, farmacología y fisiología (Euliano, 2001; Gordon *et al.*, 2006; Zvara *et al.*, 2001; Harris *et al.*, 2012; Sheakley *et al.*, 2016; Helyer & Dickens, 2016; Eason, 2013).

11 Conclusión y Recomendaciones

Con las aplicaciones descritas a lo largo de este documento, se puede decir que la realidad virtual está tomando una notable relevancia en el sector de la salud. Partiendo de fines académicos como es simuladores de cirugías, hasta incluso poder mejorar el servicio de un hospital y los estudios médicos. Si bien, aún y sabiendo todos los beneficios y ventajas que la implementación de estas tecnologías tiene sobre otros métodos, todavía existen barreras tecnológicas que en un futuro se irán rompiendo. Actualmente, hay muchas instituciones que usan la realidad virtual y la han implementado adecuadamente en su sistema, esta y otras razones son las que impulsaron a la realización de este proyecto para introducir propuestas de futuras investigación basadas en realidad mixta para mejorar servicios de salud en México.

Referencias

- Abujudeh, S. (2015). Cancer Research UK Cambridge Institute University of Cambridge, United Kingdom. XRDS: Crossroads, The ACM Magazine for Students, 21(4), 70-71.
- Akaike, M., Fukutomi, M., Nagamune, M., Fujimoto, A., Tsuji, A., Ishida, K., & Iwata, T. (2012). Simulation-based medical education in clinical skills laboratory. *The Journal of Medical Investigation*, 59(1, 2), 28-35.
- Allard, J., Cotin, S., Faure, F., Bensoussan, P. J., Poyer, F., Duriez, C., ... & Grisoni, L. (2007, February). Sofa-an open source framework for medical simulation. In *MMVR 15-Medicine Meets Virtual Reality* (Vol. 125, pp. 13-18). IOP Press.
- Beksac, A., Kumarasamy, S., Falagario, U., Xu, P., Takhar, M., Alshalalfa, M., ... & Bird, N. (2018). Scientific Program Of 36th World Congress Of Endourology Program Book. *Journal of Endourology*, 32(S2), P1-A573.
- Bergeron, B. P., & Greenes, R. A. (1988, November). Modeling and simulation in medicine: The state of the art. In *Proceedings of the Annual Symposium on Computer Application in Medical Care* (p. 282). American Medical Informatics Association.
- Brown, A., & Patterson, D. A. (2001, July). To err is human. In *Proceedings of the First Workshop on evaluating and architecting system dependability (EASY'01)*.
- Caballero Martínez, F. (2017). La simulación: el entorno clínico virtual. *Educ. med.(Ed. impr.)*, 12-19.
- Camporesi, C., Kallmann, M., & Han, J. J. (2013, March). VR solutions for improving physical therapy. In *2013 IEEE Virtual Reality (VR)* (pp. 77-78). IEEE.
- Carbone, M., Piazza, R., & Condino, S. (2020). Commercially available head-mounted displays are unsuitable for augmented reality surgical guidance: A call for focused research for surgical applications.
- Chirico, A., Lucidi, F., De Laurentiis, M., Milanese, C., Napoli, A., & Giordano, A. (2016). Virtual reality in health system: beyond entertainment. a mini-review on the efficacy of VR during cancer treatment. *Journal of cellular physiology*, 231(2), 275-287.
- Contreras Olive, Y., Reyes Fournier, M., Nates Reyes, A. B., & Pérez Arbolay, M. D. (2018). Los simuladores como medios de enseñanza en la docencia médica. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 47(2), 0-0.
- Cooper, J. B., & Taqueti, V. (2008). A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Postgraduate medical journal*, 84(997), 563-570.
- Dávila-Cervantes, A. (2011). Centro de Enseñanza y Certificación de Aptitudes Médicas (CECAM). *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 54(4), 60-61.
- Dávila-Cervantes, A. (2014). Simulación en educación médica. *Investigación en educación médica*, 3(10), 100-105.
- Deshpande, A. A., & Huang, S. H. (2011). Simulation games in engineering education: A state-of-the-art review. *Computer applications in engineering education*, 19(3), 399-410.
- Eason, M. P. (2013). The use of simulation in teaching the basic sciences. *Current Opinion in Anesthesiology*, 26(6), 721-725.
- Euliano, T. Y. (2001). Small group teaching: clinical correlation with a human patient simulator. *Advances in physiology education*, 25(1), 36-43.
- Euliano, T. Y., Caton, D., van Meurs, W., & Good, M. L. (1997). Modeling obstetric cardiovascular physiology on a full-scale patient simulator. *Journal of Clinical*

- Monitoring and Computing, 13(5), 293.
- Fitch, M. T. (2007). Using high-fidelity emergency simulation with large groups of preclinical medical students in a basic science course. *Medical teacher*, 29(2-3), 261-263.
- Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological medicine*, 47(14), 2393-2400.
- Gaba, D. M. (2004). The future vision of simulation in health care. *BMJ Quality & Safety*, 13(suppl 1), i2-i10.
- Gaba, D. M. (2007). The future vision of simulation in healthcare. *Simulation in Healthcare*, 2(2), 126-135.
- García-Betances, R. I., Jiménez-Mixco, V., Arredondo, M. T., & Cabrera-Umpierrez, M. F. (2015). Using virtual reality for cognitive training of the elderly. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, 30(1), 49-54.
- Georgieva-Tsaneva, G. (2019). Serious Games and Innovative Technologies in Medical Education in Bulgaria. *TEM Journal*, 8(4), 1398-1403.
- Góes, F. D. S. N. D., & Jackman, D. (2020). Desarrollo de una guía para el instructor: 'Tres Fases del Debriefing Holístico'. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 28.
- Gordon, J. A., Brown, D. F., & Armstrong, E. G. (2006). Can a simulated critical care encounter accelerate basic science learning among preclinical medical students? A pilot study. *Simulation in healthcare*, 1(Inaugural), 13-17.
- Gordon, M. S. (1974). Cardiology patient simulator: development of an animated manikin to teach cardiovascular disease. *The American journal of cardiology*, 34(3), 350-355.
- Gosai, J., Purva, M., & Gunn, J. (2015). Simulation in cardiology: state of the art. *European heart journal*, 36(13), 777-783.
- Harris, D. M., Ryan, K., & Rabuck, C. (2012). Using a high-fidelity patient simulator with first-year medical students to facilitate learning of cardiovascular function curves. *Advances in physiology education*, 36(3), 213-219.
- HealthySimulation.com. (2019, 30 mayo). Nursing Simulation | About & Resources | Healthcare Simulation. <https://www.healthysimulation.com/nursing-simulation/>
- Healthcare Technology: What It Is + How It's Used | Built In. (s. f.). Built In. Recuperado 20 de abril de 2021, de <https://builtin.com/healthcare-technology>
- Helyer, R., & Dickens, P. (2016). Progress in the utilization of high-fidelity simulation in basic science education. *Advances in physiology education*, 40(2), 143-144.
- Heitz, C., Brown, A., Johnson, J. E., & Fitch, M. T. (2009). Large group high-fidelity simulation enhances medical student learning. *Medical teacher*, 31(5), e206-e210.
- Jones, F., Passos-Neto, C. E., & Braghiroli, O. F. M. (2015). Simulation in Medical Education: Brief history and methodology. *Principles and Practice of Clinical Research*, 1(2).
- Juguera Rodríguez, L., Díaz Agea, J. L., Pérez Lapuente, M., Leal Costa, C., Rojo Rojo, A., & Echevarría Pérez, P. (2014). La simulación clínica como herramienta pedagógica: percepción de los alumnos de Grado en Enfermería en la UCAM (Universidad Católica San Antonio de Murcia). *Enfermería Global*, 13(33), 175-190.
- Karuna Labs, "Karuna," <https://karunalabs.com>, 2021, online; accessed 07 May 2021.
- Lange, T., Indelicato, D. J., & Rosen, J. M. (2000). Virtual reality in surgical training. *Surgical oncology clinics of North America*, 9(1), 61-79.

- López, J. G., & Spirko, L. V. (2007). Simulación, herramienta para la educación médica. *Salud uninorte*, 23(1), 79-95.
- Maran, N. J., & Glavin, R. J. (2003). Low-to high-fidelity simulation—a continuum of medical education?. *Medical education*, 37, 22-28.
- McGaghie, W. C., Issenberg, S. B., Petrusa, E. R., & Scalese, R. J. (2010). A critical review of simulation-based medical education research: 2003–2009. *Medical education*, 44(1), 50-63.
- McLaughlin, S. A., Doezema, D., & Sklar, D. P. (2002). Human simulation in emergency medicine training: a model curriculum. *Academic Emergency Medicine*, 9(11), 1310-1318.
- Mendiola, M. S., & Franco, A. I. M. (Eds.). (2018). *Informática biomédica*. Elsevier Health Sciences.
- Merino, A. Realidad Mixta.
- Neri-Vela, R. (2018). El origen del uso de simuladores en Medicina. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 60(S1), 21-27.
- Okuda, Y., Bryson, E. O., DeMaria Jr, S., Jacobson, L., Quinones, J., Shen, B., & Levine, A. I. (2009). The utility of simulation in medical education: what is the evidence?. *Mount Sinai Journal of Medicine: A Journal of Translational and Personalized Medicine: A Journal of Translational and Personalized Medicine*, 76(4), 330-343.
- Palés Argullós, J. L., & Gomar Sancho, C. (2010). El uso de las simulaciones en educación médica.
- Passiment, M., Sacks, H., & Huang, G. (2011). Medical simulation in medical education: Results of an AAMC survey. 2011. *Assoc. Am. Med. Colleges (AAMC)*, 1-33.
- Pazin Filho, A., & Romano, M. M. D. (2007). Simulação: aspectos conceituais. *Medicina (Ribeirão Preto)*, 40(2), 167-170.
- Petrizzo, M. C., Barilla-LaBarca, M. L., Lim, Y. S., Jongco, A. M., Cassara, M., Anglim, J., & Stern, J. N. (2019). Utilization of high-fidelity simulation to address challenges with the basic science immunology education of preclinical medical students. *BMC medical education*, 19(1), 1-8.
- Rosen, K. R. (2008). The history of medical simulation. *Journal of critical care*, 23(2), 157-166.
- Rudolph, J. W., Raemer, D. B., & Simon, R. (2014). Establishing a safe container for learning in simulation: the role of the presimulation briefing. *Simulation in Healthcare*, 9(6), 339-349.
- Serna-Ojeda, J. C., Borunda-Nava, D., & Domínguez-Cherit, G. (2012). Simulation in medicine. The situation in Mexico. *Cirugia y cirujanos*, 80(3), 301-305.
- Sheakley, M. L., Gilbert, G. E., Leighton, K., Hall, M., Callender, D., & Pederson, D. (2016). A brief simulation intervention increasing basic science and clinical knowledge. *Medical education online*, 21(1), 30744.
- Sørensen, J. L., Østergaard, D., LeBlanc, V., Ottesen, B., Konge, L., Dieckmann, P., & Van der Vleuten, C. (2017). Design of simulation-based medical education and advantages and disadvantages of in situ simulation versus off-site simulation. *BMC medical education*, 17(1), 1-9.
- Thomas, L. "Applications of virtual reality in medicine," <https://www.news-medical.net/health/Applications-of-Virtual-Reality-inMedicine.aspx>, 2021, online; accessed 07 May 2021.

- Van Heukelom, J. N., Begaz, T., & Treat, R. (2010). Comparison of postsimulation debriefing versus in-simulation debriefing in medical simulation. *Simulation in Healthcare*, 5(2), 91-97.
- Villarruel, D. E. J., Guzmán, J. F. H., Dávila, M. S. M., Moreno, M. M. Á., & Pineda, A. D. J. T. (2016). Aprendizaje cooperativo como estrategia didáctica en ciencias de la salud. *Enfermería Investiga*, 1(3 Sep), 107-111.
- Zhai, C., Alderisio, F., Słowiński, P., Tsaneva-Atanasova, K., & di Bernardo, M. (2016). Design of a virtual player for joint improvisation with humans in the mirror game. *PloS one*, 11(4), e0154361.
- Zvara, D. A., Olympio, M. A., & Macgregor, D. A. (2001). Teaching cardiovascular physiology using patient simulation. *Academic Medicine*, 76(5), 534.
- Ziv, A., Wolpe, P. R., Small, S. D., & Glick, S. (2003). Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Academic medicine*, 78(8), 783-788.