



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD.
DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN A LA SALUD
LICENCIATURA EN MEDICINA**

TÍTULO DEL PROYECTO:

**“APLICACIONES DE LA REALIDAD AUMENTADA EN
SIMULACIÓN MÉDICA: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y
PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN EN CURRÍCULA
UNIVERSITARIA”**

**REALIZACIÓN DEL SERVICIO SOCIAL:
LAS ÁNIMAS (UAM XOCHIMILCO)**

**PASANTE: ANTUNEZ FLORES KATIA ITZEL
MATRÍCULA: 2162034739**

**PERIODO: 1 DE AGOSTO 2023- 31 DE JULIO 2024
FECHA DE ENTREGA: NOVIEMBRE 2024**

**ASESOR:
DRA. ADRIANA CLEMENTE HERRERA
29165**

7060
Dra. Clemente

Índice



TÍTULO	1
Introducción	1
Preguntas de Investigación	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
Marco Teórico	
Desarrollo Tecnológica en la Educación	3
Inteligencia Artificial	4
Educación médica	5
Realidad Aumentada (RA)	8
La RA en la educación médica.	11
Simulación en la educación médica.	13
La simulación dentro del currículo de la licenciatura.	14
Metodología	16
Resultados	17
Discusión	29
Propuestas	30
Conclusiones	32
Bibliografía	34

TÍTULO

Aplicaciones de la Realidad Aumentada en Simulación Médica: Una revisión Bibliográfica y Propuesta de Implementación en Currícula Universitaria.

INTRODUCCIÓN

La Realidad Aumentada (RA) se erige como una herramienta innovadora, poderosa y fundamental en el campo de la educación médica. Esta tecnología ofrece una experiencia interactiva que enriquece el entorno real, abriendo nuevas posibilidades para la simulación y el entrenamiento clínico, todo generado por medios computacionales. Al superponer elementos digitales en el entorno físico a través de software, aplicaciones y dispositivos como visores de RA, la realidad aumentada fusiona contenido digital con entornos y objetos reales, permitiendo a los estudiantes interactuar con escenarios médicos complejos de forma más inmersiva y realista. No solo favorece la comprensión de conceptos médicos, sino que también facilita el desarrollo de habilidades prácticas en un entorno controlado y seguro.

En los últimos años, se ha observado un incremento en el interés por integrar la RA en los programas de simulación médica, con éxito en varias universidades, dado su potencial para enriquecer la experiencia educativa y mejorar los resultados de aprendizaje en los estudiantes de medicina. Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos y las experiencias en diversas instituciones, la adopción generalizada de la RA en los currículos universitarios aún enfrenta desafíos significativos. Estos incluyen la necesidad de una infraestructura adecuada, la capacitación de los docentes, y la evaluación rigurosa de su efectividad en comparación con métodos tradicionales ya que estos se siguen utilizando hoy en día y algunos ya están anticuados o no favorecen a una buena educación médica.

La realidad aumentada (RA) en la medicina está transformando diversas maneras de aplicación en el campo médico que va desde la formación hasta la investigación, cirugía y diagnóstico, ya que hay una variedad de recursos disponibles.

Este estudio tiene como objetivo analizar exhaustivamente las aplicaciones de la RA en la simulación médica a través de una revisión bibliográfica, identificando las mejores prácticas, beneficios y limitaciones observadas en la literatura actual. Además, de proponer el desarrollo de un marco de implementación que permita a la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco en la Licenciatura en Medicina integrar de manera efectiva la RA en su programa educativo, que contribuya a la formación de profesionales de la salud más competentes y preparados para enfrentar los desafíos del entorno clínico moderno.

Una de las motivaciones para investigar la Realidad Aumentada radica en la escasez de prácticas aplicadas en los entornos educativos hospitalarios, debido a diversas razones como legales o saturación de estudiantes. Esta carencia impide a los alumnos adquirir las destrezas prácticas fundamentales para su carrera. Por tanto, la Realidad Aumentada se presenta como una solución viable para abordar este desafío. Otra motivación importante surge durante el

proceso de reacreditación de la licenciatura, donde los evaluadores destacan la necesidad de integrar la innovación tecnológica en el plan de estudios.

Preguntas de investigación.

- ¿Cómo influye la tecnología de RA en los entornos educativos médicos?
- ¿Es fundamental la tecnología de RA en la formación médica antes de ir a los campos clínicos?
- ¿Qué beneficios tiene un centro de simulación en la Licenciatura en Medicina en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco?
- ¿Cómo se compara la RA con los métodos de aprendizaje tradicionales en términos de experiencia general de aprendizaje?

Objetivo General.

Examinar las aplicaciones de la Realidad Aumentada (RA) en la simulación médica mediante un análisis bibliográfico para ver la influencia en el entorno educativo médico y elaborar una propuesta para su integración en los programas educativos en Licenciatura en Medicina de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

Objetivos específicos.

- Determinar los resultados y beneficios observados en términos de aprendizaje y desarrollo de habilidades clínicas en los diferentes artículos consultados.
- Examinar las barreras técnicas, económicas y pedagógicas que han impedido la adopción más amplia de la RA en los diferentes artículos consultados.
- Diseñar un marco conceptual y práctico para la integración de la RA en la educación médica, basado en las mejores prácticas identificadas en la literatura.
- Proponer estrategias para la capacitación de docentes y el desarrollo de contenido educativo utilizando RA.
- Establecer criterios de evaluación para medir la efectividad de la RA en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

MARCO TEÓRICO

Desarrollo tecnológico en la Educación.

En este sentido, organismos internacionales como la UNESCO (2018), la Unión Europea o la ONU (2019), han reiterado en numerosas ocasiones la necesidad de promover la integración de las tecnologías digitales, en aras de avanzar y mejorar, no solo en ámbitos específicos como el laboral, el personal o el educativo, sino en búsqueda de un desarrollo global sostenible. Encontrar soluciones inclusivas y desarrollar competencias digitales se convierte en una prioridad (García Aretio, 2019).²³

Si la educación se caracterizó durante siglos por una enseñanza presencial (face-to-face) en la cual los recursos de enseñanza-aprendizaje se basan en manuales y materiales en formato papel, los avances tecnológicos y la tendencia al uso de nuevos recursos no han dejado de evolucionar y diversificar los modelos de enseñanza-aprendizaje. Por otra parte, la reciente pandemia y el confinamiento a nivel mundial han hecho más visible que nunca la necesidad de esa transformación digital (López-Belmonte et al., 2023; Zalite y Zvirbule, 2020).²³

Analizando la evolución tecnológica y digital de los últimos años, la creación de la Web1 en 1989 y sus versiones extendidas (Web2, Web3 y Web4) han abierto un enorme abanico de posibilidades para crear nuevos entornos basados en la interacción, colaboración y co-creación entre sus usuarios (Tavakoli y Wijesinghe, 2019); así como, una extensa gama de posibilidades en la personalización de los contenidos.²³

En este contexto de expansión tecnológica es donde comienzan a desarrollarse y consolidarse nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje: el aprendizaje electrónico (e-learning), el aprendizaje mixto (b-learning o blended learning) (Souabi et al., 2021) con su más conocido modelo pedagógico, la clase invertida (flipped classroom)(López-Belmonte et al., 2021), el aprendizaje móvil (m-learning) (Lazar y Milena, 2013), el aprendizaje ubicuo (u-learning o ubiquitous learning) (Aljawarneh, 2020) y el aprendizaje adaptativo y personalizado (adaptive/personalized learning) (Xie et al., 2019).²³

Al mismo tiempo son innumerables las herramientas de desarrollo que nacen para poder crear plataformas, apps, videojuegos o entornos virtuales, permitiendo compartir materiales educativos a través de ellas. Herramientas de desarrollo, inicialmente comerciales y dirigidas a profesionales con conocimientos en programación, pero actualmente con alternativas de acceso gratuito o de bajo coste que, además, permiten crear y diseñar libremente contenidos y materiales alineados con las necesidades del usuario sin conocimientos informáticos (Terzopoulos et al., 2021; Vert y Andone, 2019). Tecnologías y herramientas digitales que presentan distintas alternativas pero que todas se caracterizan, no solo por brindar la oportunidad de crear nuevos entornos de enseñanza-aprendizaje, sino también nuevas formas de interactuar, relacionarse y promover el aprendizaje.²³

No obstante, el desarrollo tecnológico aplicable al ámbito de la enseñanza, concretamente de la enseñanza universitaria es mucho más amplio, el desarrollo de apps de Realidad Virtual (RV) (Parmaxi, 2023) y más recientemente de Realidad Aumentada (RA) o Realidad Mixta (RM) es evidente (Parmaxi y Demetriou, 2020). ²³

Inteligencia Artificial.

La inteligencia artificial (IA) es una nueva disciplina de la informática que se caracteriza por su capacidad para realizar tareas que simulan a las que realiza la inteligencia humana y entre las que se encuentran la rápida resolución de problemas complejos. Estos sistemas necesitan una enorme cantidad de datos para su entrenamiento, así como algoritmos y modelos matemático-estadísticos que les permitan procesar esta información, y todo ello alojado en supercomputadores dotados de una gran capacidad de almacenamiento y tratamiento de datos, de forma que pueden realizar billones de operaciones en un segundo. ³

La inteligencia artificial (IA) es una disciplina que busca crear sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren de la inteligencia humana, como el reconocimiento de imágenes, el procesamiento del lenguaje natural, el aprendizaje automático o la toma de decisiones. ³

La IA tiene un gran potencial para transformar diversos sectores de la sociedad, entre ellos el de la salud, que se enfrenta a múltiples retos como el envejecimiento de la población, el aumento de las enfermedades crónicas, la escasez de recursos o la desigualdad en el acceso a la atención médica. ³

La evolución de la tecnología es cada vez más rápida, pero no podemos evitar echar la vista atrás e intentar aprender y establecer analogías con los nuevos paradigmas que nos llegan. Los sistemas de Inteligencia Artificial Generativa (inteligencia artificial aplicada a la creación de nuevos contenidos) que estamos utilizando actualmente son unimodales, es decir que solo trabajan con un tipo de contenido: ChatGPT, que trabaja únicamente con lenguaje escrito. Midjourney o Dall-E, por ejemplo, son sistemas de inteligencia artificial generativa entrenados con imágenes, etc. ¹⁶

Es lo que podemos llamar transferencia de capacidades humano-máquina: los humanos aumentan sus capacidades gracias a las máquinas (a través de la realidad aumentada, exoesqueletos, análisis predictivo, etc.) y las máquinas también aumentan sus capacidades gracias a la incorporación de sensores que les harán percibir la realidad prácticamente como la percibe un ser humano. Esto va a provocar que estos sistemas adquieran la información de una manera cada vez más autónoma, percibiendo por sí mismos la realidad con sus matices. Estos sistemas se denominan sistemas multimodales y van a ser capaces de provocar un salto exponencial del aprendizaje automático al añadir un contexto mucho más completo a los datos que reciben. ¹⁶

Todo esto nos lleva a poder afirmar que los sistemas de inteligencia artificial están haciendo posible que, por primera vez en la historia, la tecnología se adapte a nosotros en lugar de que nosotros tengamos que adaptarnos a la tecnología. ¹⁶

La IA puede revolucionar el sector educativo, brindando nuevas oportunidades para el aprendizaje personalizado, la evaluación de los estudiantes y la investigación educativa. ¹⁵

Educación Médica.

La educación médica consiste en la enseñanza médica universitaria, de postgrado y desarrollo profesional continuo. La enseñanza médica es un proceso dinámico que comienza al principio de la enseñanza médica universitaria (escuela de medicina) y continúa hasta que el médico se retira del ejercicio activo. Su objetivo es preparar a los médicos en ejercicio para aplicar los últimos descubrimientos científicos en la prevención y tratamiento de enfermedades que afectan al ser humano y en el alivio de los síntomas. ¹

Esta debe garantizar el formar médicos competentes en conocimientos, habilidades, valores y actitudes. Además de desarrollar programas educativos de alta calidad y mejora continua para responder a situaciones críticas y complejas de manera efectiva. ¹

Este proceso abarca desde la formación inicial de los estudiantes en las facultades de medicina hasta la educación continua de médicos y otros profesionales de la salud a lo largo de su carrera. La educación médica incluye varios niveles y etapas:

- Formación de Pregrado:
 - Es la educación que reciben los estudiantes de medicina, generalmente estructurada en un programa que dura 6 años. Durante este tiempo, los estudiantes adquieren conocimientos teóricos en ciencias básicas y clínicas, y desarrollan habilidades prácticas a través de prácticas clínicas supervisadas o por medio de Simulación Médica y entrenamiento práctico.
- Formación de Posgrado:
 - Comprende la formación especializada que los médicos reciben después de completar su licenciatura de medicina. Esto incluye la residencia médica, donde los médicos en formación se especializan en una rama específica de la medicina, como cirugía, pediatría o medicina interna. También incluye programas de subespecialización y doctorados.
- Educación Médica Continua:
 - Se refiere a la formación continua que los médicos y otros profesionales de la salud deben realizar para mantenerse actualizados con los avances médicos y las mejores prácticas. Esto puede incluir cursos, talleres, conferencias, y otros tipos de formación a lo largo de su carrera profesional.

Desde sus inicios, la educación médica ha estado caracterizada por esfuerzos constantes para mejorar la formación de los futuros médicos y la calidad de la atención que brindan a los pacientes. Desde 1910 cuando se publicó el reporte Flexner, la transformación médica ha sido impulsada por varios factores: los cambios de la práctica médica, el desarrollo de la tecnología, los avances científicos y una creciente preocupación por la atención al paciente.⁹

Existen varias técnicas para la educación médica, y una de las más destacadas es la Educación Médica Basada en Evidencia (EBME), la cual ha emergido como un enfoque fundamental desde finales del siglo XX. Este enfoque propone que la toma de decisiones fundamentada en evidencias sólidas no solo mejora los resultados educativos de los estudiantes, sino que también eleva la calidad de la atención sanitaria que ofrecen los nuevos profesionales.¹⁰

Existen diversas literaturas y desarrollos históricos en el ámbito de la educación médica, los cuales destacan cómo la evidencia ha influido en la formación de estrategias educativas. En 2021 con la llegada de la pandemia COVID-19 se analizaron los retos existentes y futuros en la educación médica. Entre los hallazgos clave se identificaron varios desafíos. Primero, no todas las escuelas de salud implementan las mismas prácticas basadas en evidencia. En segundo lugar, el cambio hacia el aprendizaje en línea, acelerado por la pandemia de COVID-19, complicó la evaluación eficaz de los resultados de aprendizaje de los estudiantes y la calidad educativa. La pandemia de COVID-19 ha enfatizado aún más la importancia de utilizar evidencia para informar las decisiones educativas, lo que ha impulsado la necesidad de marcos colaborativos e interdisciplinarios en el ámbito de la educación en salud. Además, enfatizan la necesidad de adaptarse a los avances tecnológicos y mantener la flexibilidad para utilizar la mejor evidencia disponible en los procesos de enseñanza. Al adoptar un enfoque estructurado en el que la evidencia fundamenta la pedagogía, las instituciones pueden preparar de manera más efectiva a los graduados para abordar las complejidades de la atención médica contemporánea.¹⁰

En las últimas décadas, los programas de medicina han incorporado estrategias educativas que enfatizan el aprendizaje crítico, significativo y abierto. Entre estas estrategias, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ha surgido como un método innovador, orientado a promover la autoformación y el pensamiento crítico en los estudiantes. Un estudio reciente realizado en la Universidad de Pamplona, en Colombia, investigó cómo el ABP contribuye a un aprendizaje significativo en estudiantes de medicina, permitiendo que los estudiantes no solo memoricen información, sino que comprendan en profundidad lo que están aprendiendo. Los investigadores entrevistaron a diversos actores involucrados en el programa de estudios, incluyendo personal académico, profesores y estudiantes, para entender mejor cómo se implementa el ABP en las clases.²²

El análisis reveló una discrepancia significativa entre los objetivos pedagógicos y la realidad de la enseñanza, ya que muchos profesores continúan utilizando métodos tradicionales, como las

clases magistrales, en lugar de estrategias activas como el ABP. El estudio mostró que el ABP es aplicado en mayor medida por profesores que han recibido capacitación específica en su uso. No obstante, también se observó la falta de guías bien estructuradas que faciliten su implementación de manera uniforme entre todos los docentes. Este estudio destaca la importancia de que los profesores estén debidamente preparados para emplear el ABP en la enseñanza de la medicina, ya que este método podría hacer las clases más efectivas y contribuir al desarrollo de habilidades esenciales en los estudiantes para su futuro desempeño como médicos.²²

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) representa una herramienta educativa de alto impacto en la formación del personal médico, ya que permite desarrollar en los profesionales de la salud habilidades de razonamiento y pensamiento crítico, generando un desafío significativo para ellos. Además, se observan avances importantes en la construcción y estimulación del aprendizaje de nuevos conocimientos.²¹

La educación médica está experimentando cambios significativos debido a la evolución de la tecnología y la salud de la población. Por esta razón, es fundamental que los docentes que forman a los futuros médicos se conviertan en profesionales más competentes y mejoren continuamente en su labor. Existen diferentes etapas en el crecimiento de los educadores médicos:

1. Inicio: Cuando los educadores son novatos, tienden a aplicar únicamente sus conocimientos como médicos, careciendo de la experiencia necesaria para enseñar de manera efectiva.
2. Desarrollo: Comienzan a implementar diversos métodos y tecnologías en su proceso de enseñanza, observando cómo aprenden sus estudiantes, aunque aún bajo supervisión.
3. Competencia: Se sienten seguros en su rol como educadores y están comprometidos a transformar los métodos de enseñanza.
4. Maestría: Los profesionales alcanzan posiciones de liderazgo y contribuyen a la investigación en el ámbito educativo. Además, se encargan de guiar a los nuevos educadores en su desarrollo profesional.
5. Renovación y Legado: Los educadores experimentados se concentran en la formación de la próxima generación, al tiempo que contribuyen a la mejora de las políticas en educación y salud.

Comprender estas etapas puede contribuir a la mejora de la educación médica en las universidades, ya que esta representa una responsabilidad ética que garantiza una atención sanitaria de mayor calidad. Esta cuestión es de suma importancia, dado que el ámbito médico está en constante evolución, lo cual impacta directamente en la salud de la población futura.¹³

En México, existen numerosos problemas en el sistema de salud, especialmente en la manera en que se forma a los estudiantes de medicina. Por lo tanto, la educación médica debe enfocarse en garantizar el respeto a los derechos humanos, tanto de los estudiantes como de los pacientes. Cerca del 90% de los estudiantes reportan que toman decisiones sin contar con la adecuada supervisión de un médico, lo que los hace sentirse presionados al tener que tomar las decisiones importantes en los hospitales. El futuro de la educación médica debería centrarse en crear un mejor ambiente en las escuelas de medicina, donde los estudiantes puedan aprender de manera adecuada y los pacientes reciban la mejor atención posible. ²⁴

Un estudio titulado 'Los desafíos de la educación médica en México' tras la pandemia de COVID-19 aborda temas clave como la integración tecnológica, la salud mental de los estudiantes y la importancia de adaptar los planes de estudio para responder a las demandas educativas contemporáneas. En cuanto a los resultados, se destaca la adaptación tecnológica como un aspecto fundamental. Los autores enfatizan la necesidad de incorporar tecnología moderna en la educación médica, utilizando herramientas como el aprendizaje en línea, simulaciones y recursos digitales. La pandemia evidenció limitaciones significativas, exponiendo a los estudiantes a la falta de experiencias prácticas, lo que podría afectar sus competencias clínicas. Además, el estudio presenta preocupaciones sobre la salud mental de los estudiantes de medicina, reportando altos niveles de estrés y ansiedad atribuibles a las condiciones de su entorno educativo. Los médicos en formación expresaron la necesidad de un cambio sistémico que priorice la atención primaria sobre la especialización y que integre habilidades organizacionales y de gestión en el currículo. La relevancia clínica de estos hallazgos subraya la necesidad de que las instituciones médicas en México evolucionen continuamente y adopten metodologías de enseñanza innovadoras. ⁸

Realidad Aumentada (RA).

La Realidad Aumentada (RA) ha recorrido un largo camino desde sus inicios, a finales de la década de 1960, hasta el lanzamiento de ARKit y ARCore en 2017, hecho que permitió que millones de dispositivos móviles tuvieran acceso a RA en cualquier momento. Esto ha abierto un mercado de mil millones de dólares y la promesa de transformar educación, medicina, marketing y en general, nuestras vidas. ¹⁸

El término de realidad aumentada se refiere a esa tecnología que utiliza como base el mundo que te rodea y mediante añadidos digitales, lo modifica añadiendo ciertos elementos artificiales, creando una especie de entorno mixto. Es como si, de alguna forma, el mundo virtual se completase con el mundo real que todos tenemos a nuestro alrededor. Son tecnologías que, en todo momento, te permiten seguir viendo todo aquello que tienes delante, pero con una información virtual superpuesta. ⁶

La realidad aumentada es una tecnología en rápido desarrollo. Debido a su flexibilidad en la integración de entornos físicos y virtuales, los programas basados en la RA se utilizan cada vez más en la educación, incluida la educación y la capacitación médica. El uso de esta tecnología

proporciona varios medios para ofrecer contenido de aprendizaje y mejorar las experiencias de los estudiantes.⁵

La Realidad Aumentada funciona superponiendo la información digital en objetos del mundo real para crear una experiencia 3D que permite a los usuarios interactuar tanto con el mundo físico como con el digital. Pero la AR no existe ni puede existir en un silo; su verdadero valor está en ser parte de un ecosistema conectado a la nube que incorpora todo, desde Big Data hasta robots automatizados. El proceso de realidad aumentada:²

1. Un dispositivo habilitado para AR con una cámara tale como un visor inteligente, una tablet o un smartphone analiza un feed de vídeo para identificar un objeto físico o el entorno alrededor del usuario, como una pieza de maquinaria o la disposición de un almacén.
2. Un gemelo digital –una réplica digital 3D del objeto en la nube–, conecta los entornos reales y virtuales. Recopila información del objeto físico y digital
3. A continuación, el dispositivo de realidad aumentada descarga información sobre el objeto de la nube. Superpone la información digital sobre el objeto utilizando marcadores o rastreadores como GPS, acelerómetros, orientación y sensores barométricos, y más. Esto crea una interfaz 3D, parte real y parte digital.
4. Gracias a los datos en tiempo real que fluyen de los productos, el usuario puede interactuar con el objeto o el entorno moviéndose y enviando comandos a la nube a través de una pantalla táctil, por voz o con gestos.

Se clasifica la realidad aumentada en varios tipos, dependiendo del objetivo y los componentes que se utilizan:²

- Imágenes: En este modo es posible agregar cualquier imagen y ligarla al contenido definido, en un principio se usaban imágenes o marcadores predefinidos, como los códigos QR, ahora es posible utilizar logotipos, mapas, tarjetas de presentación.
- Espacios: Con esta técnica se puede identificar o reconocer espacios, oficinas, almacenes, memorizar los componentes y agregar información relacionada con cada uno de estos.
- Lugares: Cada lugar sobre el planeta cuenta con un par de coordenadas geográficas únicas e irrepetibles, por lo que es posible mostrar contenido a partir de la ubicación donde se encuentre el dispositivo en determinado momento.²

Existen diversos tipos de realidad aumentada en el mercado, que incluyen desde la proyección de imágenes sobre edificios utilizando grandes proyectores, hasta la implementación de dispositivos como gafas o headsets, tal es el caso de Google Glass y HoloLens. Además, se incluyen aplicaciones de realidad aumentada en teléfonos móviles y plataformas web.¹⁹

Dentro de los distintos tipos de realidad aumentada se destacan los siguientes: ²⁰

- Realidad aumentada sobre marcadores: es aquella que usa marcadores visuales. Entre ellos se destacan los códigos QR o las imágenes. Se ejecuta a partir de la superposición de elementos virtuales.
- Realidad aumentada geolocalizada: es utilizada principalmente para la geolocalización de lugares específicos. Se ve en aplicaciones de turismo o entornos de navegación.
- Realidad aumentada sin marcadores: para su ejecución utiliza reconocimiento de imágenes y características del propio entorno. Todo ello con el objetivo de no necesitar de los marcados visuales.
- Realidad aumentada basada en reconocimiento facial: con algoritmos de detección y seguimiento facial permite superponer elementos visuales sobre los rostros de las personas. Lo verás principalmente en negocios de belleza o similar.
- Realidad aumentada holográfica: se hacen proyecciones tridimensionales de un objeto virtual en un espacio real. Así, se genera una experiencia inmersiva y realista. Es muy común en el sector de la arquitectura o medicina.

Hay otro concepto que debemos conocer y es el de realidad virtual (VR) esta se incluyen todas aquellas tecnologías que, directamente, te ocultan el entorno real, mostrándote únicamente un ambiente creado completamente de forma digital. Con este tipo de realidad no puedes ver lo que tienes delante, a los lados o atrás, sino que, como mucho, podrás ver recreaciones virtuales del entorno o avatares que recrean imágenes virtuales de la persona con la que estás hablando. Es muy utilizada en los videojuegos que utilizan gafas completamente inmersivas. Además, es una tecnología que, últimamente, está ganando mucho protagonismo en la formación desde médicos, bomberos o pilotos, pues les permite ensayar cómo actuar ante diversas situaciones en un entorno creado directamente para simular momentos de urgencia. ⁶

La diferencia básica entre la realidad aumentada y la virtual es que, con RA, la información virtual se superpone en un mundo real, mientras que, en RV, el entorno se simula por completo. ¹⁷

Si bien son conceptos distintos, la fusión de ambos se conoce como realidades mixtas. En este contexto, el usuario puede utilizar un dispositivo que superpone hologramas digitales en el mundo real, permitiéndole visualizar y manipular objetos holográficos en su entorno, desplazarse alrededor de ellos y contemplarlos desde diversas perspectivas, todo ello sin perder de vista el entorno físico circundante. ¹⁷

La realidad aumentada es, a final de cuentas, una interfaz computacional en donde se aplican los mismos principios de diseño y programación utilizados para la creación de software, aunque en este caso, también se agrega la interacción con hardware especializado que debe interactuar con las instrucciones que el usuario solicita a través de la interfaz. ²

La interfaz es el punto de contacto en donde se normalizan los datos y se intercambia información entre el usuario y el dispositivo que mediante algún proceso o algoritmo convierte esos datos en información útil. ²

La evolución de las tecnologías de realidad extendida, que incluyen la realidad virtual, aumentada y mixta, está comenzando a transformar de manera significativa los métodos de enseñanza en diversas disciplinas. Esto es especialmente relevante en áreas prácticas como las ciencias y la medicina. ¹⁷

La educación está atravesando una transformación significativa gracias a la integración de tecnologías de realidad extendida. Estas herramientas no solo facilitan una mejor comprensión del contenido, sino que también crean entornos de aprendizaje más dinámicos. ¹⁷

La realidad aumentada (RA) presenta diversas aplicaciones en el ámbito del entretenimiento, donde ha dado lugar a experiencias interactivas y juegos inmersivos que fusionan elementos virtuales con el entorno físico, ofreciendo diversión y emociones únicas. En el sector del comercio minorista, la RA se utiliza para enriquecer la experiencia de compra, permitiendo a los clientes probar virtualmente productos como ropa, maquillaje o muebles, lo que facilita decisiones más informadas y reduce el número de devoluciones. ²⁰

En el ámbito médico, la realidad aumentada permite la visualización de imágenes médicas en tres dimensiones, lo que ayuda a los profesionales a planificar cirugías con mayor precisión y a mejorar la formación médica. Asimismo, la RA se aplica en áreas como la arquitectura, donde posibilita la visualización de modelos tridimensionales de edificios, y en el turismo, donde se desarrollan guías interactivas que proporcionan información en tiempo real sobre lugares de interés. ²⁰

La RA en la educación médica.

En los últimos años, la tecnología ha transformado la forma en que se enseña y se aprende en la actualidad, sin embargo, la educación ha evolucionado para incorporar una tecnología disruptiva emergente: la Inteligencia Artificial (IA). Por lo tanto, es crucial adaptarse a estos cambios en el campo educativo y considerar cómo se puede integrar la IA de manera efectiva en la educación. La tecnología de IA posee un potencial para mejorar tanto la capacidad cognitiva como la de aprendizaje de los estudiantes, así como también la eficiencia del proceso de enseñanza y aprendizaje. Es por tanto esencial considerar de manera efectiva la integración de la IA en la educación, para aprovechar su capacidad transformadora en la mejora de la calidad de la educación y el desarrollo de los estudiantes. ¹⁵

La educación médica es fundamental para mejorar la salud pública y formar profesionales que puedan adaptarse a los entornos de atención médica en evolución. Estudios anteriores han resaltado las brechas significativas en la educación médica, especialmente en la capacidad de los graduados para responder a las necesidades epidemiológicas locales. La pandemia de COVID-19 ha servido como catalizador para el cambio en los paradigmas educativos y ha

revelado las insuficiencias de los métodos de enseñanza tradicionales, lo que ha generado la necesidad de innovar en los enfoques de la educación médica.⁸

Los entornos de aprendizaje virtuales y de realidad aumentada (RA) son herramientas innovadoras de reciente creación y desarrollo, que han emergido en la última década a raíz de la convergencia de las tecnologías informáticas y de hardware, los cuales se han adaptado a las exigencias de la educación actual y a los distintos modelos educativos.¹¹

Dada la variedad de beneficios que la Realidad Aumentada aporta a diversos campos de la medicina, su implementación ha tenido éxito. Se ha empleado en programas de tratamiento que benefician tanto a los pacientes como a los profesionales de la salud dentro del entorno clínico, como en terapias, rehabilitación y procedimientos quirúrgicos. Asimismo, se ha integrado en programas de capacitación que están diseñados para la enseñanza y el aprendizaje en entornos académicos institucionales.⁵

Como repaso de la historia de la educación médica antes del uso de la tecnología, se utilizaban exclusivamente las herramientas pedagógicas disponibles como los libros de texto, conferencias, cadáveres, modelos anatómicos y pacientes vivos, sin leyes o normas que protegieran al paciente o al profesional de la salud. A principios de la década de 1990 es cuando comenzó la implementación tecnológica para la época con programas básicos de anatomía en un ordenador por medio de videodiscos, una enciclopedia anatómica visual. Esto solo fue el inicio a continuos avances tecnológicos, ya que se comenzó a utilizar software de presentación como Microsoft PowerPoint reemplazando las pizarras y proyecciones, que en la actualidad existen una infinita variedad dependiendo el uso. Se pensaría que pasarían años desde la primera implementación tecnológica, si no, fue hasta mediados de la década de 1990 que se utilizaron imágenes bidimensionales para la profundidad tridimensional en los ordenadores. A finales de 1960 se hablaba de la Realidad aumentada sin un desarrollo favorable, pero fue hasta los recientes avances tecnológicos de la realidad virtual en la educación médica que se han realizado ya pantallas modernas en gafas completamente inmersivas, algunos ejemplos son Google Glass, Microsoft HoloLens, Oculus Rift VR y el Samsung Gear VR.⁵

Antes de la llegada de la realidad virtual, la implementación de internet en los ordenadores y posterior a los teléfonos inteligentes representó un avance significativo al facilitar el acceso rápido y eficiente a la información y diferentes softwares. Herramientas como los teléfonos inteligentes y las tabletas, que han incorporado la realidad aumentada, han sido clave en la expansión de los espacios de aprendizaje tradicionales. Gracias a la evolución tecnológica, la realidad aumentada comenzó a tener un uso más amplio durante la pandemia de COVID-19, dado que las restricciones impuestas afectaron especialmente a la práctica clínica. A diferencia de otras disciplinas, la medicina requiere una interacción social y una intensa práctica, lo que subrayó la necesidad de adoptar nuevas tecnologías para mitigar los desafíos derivados de la pandemia.⁵

Al adentrarse en el ámbito educativo, es fundamental destacar que la realidad aumentada (RA) ofrece numerosas ventajas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta tecnología tiene la capacidad de estimular el aprendizaje kinestésico, facilitando la exploración práctica y permitiendo a los estudiantes visualizar fenómenos que son difíciles de comprender en el mundo real. Por ejemplo, la RA puede ofrecer una representación de partes u órganos del cuerpo humano sin patología, los cuales no están fácilmente accesibles para los estudiantes. Además, la realidad aumentada permite la inspección de objetos en 3D y materiales didácticos desde diversas perspectivas, mejorando así la comprensión de estos. ¹¹

En el ámbito de la medicina, la realidad aumentada (RA) genera expectativas significativas, ya que tiene el potencial de convertirse en una herramienta de apoyo que proporciona información y facilita una comprensión más efectiva de las actividades clínicas. Además, puede actuar como un catalizador para el desarrollo de nuevas técnicas y oportunidades, permitiendo a los profesionales de la salud investigar y capacitarse de manera más eficiente. ¹¹

La Realidad Aumentada (RA) ha surgido como una tecnología educativa fundamental que transforma la experiencia de aprendizaje. Esta herramienta permite a los estudiantes visualizar entornos reales enriquecidos con objetos virtuales. Las metodologías de enseñanza tradicionales, especialmente en campos como las ciencias de la salud, tienden a enfocarse en la memorización, lo que puede obstaculizar una comprensión profunda del material. Investigaciones anteriores han demostrado que la integración de la RA puede mitigar estas deficiencias educativas, potenciando tanto el compromiso como la comprensión de los estudiantes. ¹¹

Simulación en la educación médica.

La simulación clínica es una herramienta educativa con la que se favorece la adquisición de ciertas habilidades técnicas y competencias necesarias para el cuidado de la salud. La cual consiste en situar a un estudiante en un contexto que imite la realidad y establezca situaciones similares a casos clínicos en pacientes sanos o enfermos, de forma independiente, durante las diferentes prácticas clínicas. ⁴

La transición de la enseñanza médica desde un enfoque tradicional hacia la utilización de simulaciones conlleva diferencias significativas, siendo la más relevante la protección de los pacientes reales para su integridad y seguridad. En el entorno clínico, los alumnos reciben supervisión constante para prevenir errores y corregirlos de inmediato en los pacientes reales. En contraste, durante la simulación, los errores no representan riesgos para pacientes reales, ya que se trata de un entorno virtual. Los instructores proporcionan retroalimentación a los estudiantes, permitiéndoles aprender de sus errores, corregir sus conocimientos y mejorar sus habilidades para llevar a cabo procedimientos de manera precisa. ¹¹

A través de diversas aplicaciones de simulación, que poseen un potencial ilimitado, se pretende adiestrar tanto habilidades básicas como avanzadas, así como destrezas fundamentales para

los profesionales de la salud. Estas herramientas ofrecen un entrenamiento clínico que contribuye a mejorar el conocimiento cognitivo y promueve la seguridad en el ámbito sanitario. ¹¹

Dentro de las estrategias de aprendizaje, se destacan diversos tipos de simulación, como el paciente estandarizado, simulación del paciente por medio de maniquís, paciente híbrido, los simuladores virtuales con las realidades mixtas y los simuladores de habilidades en maniquís de alta fidelidad o realidad mixta. Estas herramientas fomentan el análisis crítico tras la ejecución de la práctica, permitiendo reproducir escenarios de riesgo y evaluar el nivel de competencia alcanzado por los alumnos. ¹¹

La simulación ha sido empleada exitosamente con alumnos de pregrado entrenados con este modelo han demostrado menor estrés, mayor seguridad y mejor disposición a realizar ciertos procedimientos. Asimismo, se ha evidenciado una mejor disposición de los pacientes a ser atendidos por estudiantes cuando estos han sido entrenados previamente con simulación. ¹¹

El éxito en la simulación no solo se basa en la alta fidelidad de las herramientas empleadas para el desarrollo de habilidades manuales, sino también en el compromiso tanto de los alumnos como de los docentes para alcanzar un razonamiento clínico completo y auténtico. Es fundamental establecer una conexión adecuada entre todas las partes involucradas a fin de integrar de manera coherente las experiencias sociales, psicológicas y clínicas, garantizando así una vivencia verídica. ¹¹

La simulación puede ser utilizada como un objeto de investigación que se enfoca en validar la eficacia de esta herramienta educativa o la evaluación del desempeño del profesional de la salud en los diferentes escenarios clínicos que asemejan un ambiente clínico. ¹¹

La simulación dentro del currículo de la licenciatura.

Durante la formación médica, es esencial que los estudiantes adquieran conocimientos, experiencias y comportamientos profesionales alineados con los estándares de la institución y los requisitos de acreditación. Esta preparación les capacitará para abordar eficazmente los desafíos de la salud a nivel local y nacional. Las decisiones tomadas influirán significativamente en la actualización del plan de estudios, la modificación de los criterios de evaluación estudiantil y el reconocimiento institucional por los logros alcanzados. Todas estas acciones deben cumplir con las normativas específicas de cada institución, adaptándose a sus necesidades, fomentando la accesibilidad, la diversidad y la inclusión en el ámbito laboral de la medicina. ²⁵

La implementación de la Simulación Médica está centrada en las competencias, que constituyen un conjunto de actitudes, destrezas, habilidades y conocimientos imprescindibles para un profesional de la salud que busca brindar una atención de calidad a sus pacientes. Estas competencias no solo se limitan al ámbito individual, sino que abarcan un trabajo eficaz en equipo, liderazgo, profesionalismo, comunicación efectiva, toma de decisiones acertadas y conductas que minimizan errores y promueven la seguridad. Adecuar estos elementos de manera integral al currículo de medicina puede resultar desafiante en muchos casos, ya que su

enseñanza y evaluación suelen ser complejas. Entre las soluciones para evaluar estas competencias en un entorno controlado, se destaca la simulación, aunque también se pueden considerar otros enfoques como el aprendizaje basado en problemas, experiencias clínicas o comunitarias. ²⁵

Para la incorporación de la simulación en el plan de estudios, es fundamental planificar, implementar y evaluar de manera estratégica. Puede iniciarse como un proyecto de curso extracurricular o ser una herramienta integral dentro del programa académico, siempre manteniendo objetivos claros y definidos. ²⁵

Al emprender un proyecto de simulación, es imperativo considerar una variedad de factores. Esto implica llevar a cabo un análisis de costo-beneficio relacionado con la integración del plan de estudios, identificar posibles fuentes de financiamiento y los recursos tecnológicos requeridos para la ejecución, así como tener en consideración algunas recomendaciones que aseguren la sostenibilidad a largo plazo de estas iniciativas. ²⁵

A pesar de las considerables oportunidades que la realidad aumentada (RA) ofrece al sector educativo, es fundamental reconocer que su inclusión será ineficaz sin un diseño adecuado del proceso de enseñanza-aprendizaje contextualizado. Por lo tanto, es importante destacar el papel crucial que desempeña el docente en la explotación de estas herramientas. Este profesional debe asumir roles como planificador, diseñador y facilitador del proceso de aprendizaje. Además, al diseñar objetos en realidad aumentada, es esencial que los módulos, contenidos y actividades sean breves y directos, manteniendo flexibilidad y fomentando la participación activa del alumnado. Por tal motivo, la metodología debe centrarse en la interactividad y la aplicación práctica. ¹⁷

METODOLOGÍA

En este estudio bibliográfico, se realizó una exhaustiva revisión de la literatura a través de consultas en diversas bases de datos como *Dialnet*, *Redalyc* y *Eric* . Se emplearon términos clave como "*realidad aumentada en medicina*", "*educación médica*", "*simulación médica*", "*innovación tecnológica médica*" y "*aprendizaje por simulación*" para rastrear artículos publicados en inglés y español, limitando la búsqueda a los últimos 5 años. Dado que no se trata de una revisión sistemática, la selección de los artículos se basó en el criterio y relevancia establecidos por el autor para la investigación. Se realizo un Análisis Documental y Sistemático sobre la Realidad Aumentada en Simulación Médica:

- Análisis Documental

Esto implicó una revisión minuciosa y detallada de documentos existentes, que abarcó informes académicos, publicaciones científicas y artículos de investigación en diversas bases de datos. El propósito de este enfoque fue recopilar y sintetizar información para lograr una comprensión profunda y actualizada sobre cómo se está integrando y utilizando la Inteligencia Artificial y la realidad aumentada en la educación médica. Este análisis documental permitió identificar tendencias, desarrollos clave y distintas perspectivas sobre el impacto y la aplicación de la IA y la RA en este ámbito educativo.

- Análisis Sistemático

Simultáneamente, se llevó a cabo un análisis sistemático para evaluar de manera organizada y metódica la literatura disponible sobre la realidad aumentada en la simulación médica. Este proceso incluyó la identificación, selección, evaluación y síntesis de estudios relevantes, con el objetivo de construir una visión integral y objetiva del tema. El análisis sistemático garantizó que la revisión fuera exhaustiva y libre de sesgos, abarcando un amplio espectro de investigaciones y opiniones para proporcionar una evaluación equilibrada y completa.

Estas etapas fueron esenciales para desarrollar una comprensión sólida y basada en evidencia de la situación actual, los desafíos y las oportunidades de la realidad aumentada en la simulación médica. Al combinar el análisis documental con el análisis sistemático, el estudio ofreció una perspectiva completa y bien fundamentada sobre el tema, facilitando así un entendimiento más claro de las implicaciones, posibilidades y limitaciones de la RA en este contexto educativo.

Tabla 1. *Criterios de elegibilidad de estudios*

Motivos	Búsqueda	Criterios de inclusión
1	Fecha de publicación	2021- 2024
2	Idioma	Inglés y español

3	Tipo de documento	Artículos de investigación
4	Tipo de publicación	Artículos publicados con texto completo en revistas
5	Área	Investigación Educación e Investigación médica / IA

En *DIALNET*, de los 209 artículos inicialmente identificados, se excluyeron 119 tras aplicar los criterios de filtrado, lo que permitió el análisis de 89 trabajos. Por otro lado, en *REDALYC*, de los 10,582 artículos encontrados, se descartaron 9,892 según los criterios establecidos, resultando en la evaluación de 1,200 trabajos. En *ERIC*, de los 1,218 artículos localizados, se aplicaron los criterios de exclusión, lo que llevó a la eliminación de 1,133 artículos y permitió el análisis de 85 trabajos.

En total, de los 1,366 artículos (81 de *DIALNET*, 1,200 de *REDALYC* y 85 de *ERIC*), se eliminaron 1,314 artículos en un segundo filtro (incluyendo duplicados, artículos inaccesibles y la re-aplicación de los criterios de exclusión), lo que resultó en el análisis de 52 artículos. Estos artículos proporcionan una visión actualizada del estado de la investigación en esta área, centrada en publicaciones recientes de los años 2021 a 2024.

RESULTADOS

Resultados de la revisión

Durante el análisis final de los 61 artículos (*DIALNET*, *REDALYC* Y *ERIC*), las características principales que evaluamos entre ellos fue la RA en la educación, simulación en la enseñanza médica y la aplicación de la RA en la simulación médica. Como se muestra a continuación.

La Realidad Aumentada en la educación.

Los artículos revisados presentan una visión exhaustiva del impacto y las aplicaciones de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV), en el ámbito educativo, con especial atención en la educación médica. Estas tecnologías emergentes están revolucionando la forma en que se diseñan y experimentan los procesos de enseñanza y aprendizaje, destacándose por sus beneficios en la personalización del aprendizaje, la creación de entornos interactivos y la mejora en el desarrollo de competencias prácticas.

La IA se identifica como una tecnología que facilita la personalización del aprendizaje y apoya la docencia mediante herramientas avanzadas de evaluación y retroalimentación automatizada. Al adaptar los contenidos a las necesidades específicas de los estudiantes, la IA fomenta un aprendizaje inclusivo y colaborativo. Sin embargo, los artículos también subrayan retos asociados a la implementación de IA en la educación, como la equidad en el acceso a la tecnología y las implicaciones éticas. Esto hace evidente la necesidad de políticas que

garanticen una integración justa y efectiva de la IA en los sistemas educativos.

En cuanto a la realidad aumentada (RA), se resalta su efectividad en la educación médica, donde ha demostrado ser especialmente útil en la enseñanza de temas complejos como la anatomía y la cirugía. La RA permite la superposición de imágenes digitales en el entorno real, facilitando que los estudiantes exploren conceptos médicos de manera visual y práctica, lo cual resulta en una mayor comprensión y retención de los conocimientos. Esta tecnología inmersiva crea un ambiente en el que los estudiantes pueden interactuar con modelos tridimensionales y obtener una experiencia educativa más enriquecida y adaptativa.

La realidad virtual (RV), por su parte, se ha posicionado como una herramienta de simulación segura para el aprendizaje práctico en áreas de alto riesgo, como los procedimientos quirúrgicos. El uso de simuladores de RV permite a los estudiantes practicar en entornos controlados que replican situaciones reales, mejorando su destreza sin los riesgos asociados a la práctica en pacientes reales. Sin embargo, algunos artículos advierten sobre limitaciones, como la “ciber-enfermedad” y problemas de confort que afectan a ciertos usuarios de RV. A pesar de estos desafíos, la RV es bien valorada por los estudiantes, quienes la consideran una herramienta beneficiosa para el aprendizaje práctico.

Una revisión sistemática adicional sobre el co-diseño y co-creación de experiencias de RA en diversos campos enfatiza el valor de estas metodologías para personalizar y ajustar las experiencias de aprendizaje a las necesidades de cada usuario. Esta metodología participativa permite la creación de entornos educativos interactivos que optimizan la experiencia de aprendizaje. Aunque esta revisión no se centra exclusivamente en la simulación médica, proporciona una visión amplia del potencial de la RA para adaptar el aprendizaje de acuerdo con el contexto y los objetivos del usuario, especialmente mediante enfoques de co-creación.

Además, un análisis bibliométrico y de contenido refleja el crecimiento en el uso de RA y RV en el ámbito educativo desde 2018, particularmente en disciplinas como la medicina, y sugiere que estas tecnologías están revolucionando la educación mediante la creación de experiencias de aprendizaje inmersivas y dinámicas. Al fusionar el mundo físico con elementos virtuales, tanto la RA como la RV ofrecen oportunidades únicas para reducir la carga cognitiva de los estudiantes y promover un aprendizaje activo, colaborativo y centrado en el usuario.

Finalmente, se examina el impacto de la inteligencia artificial generativa, como herramientas tipo ChatGPT, que están transformando los procesos de enseñanza al proporcionar apoyo continuo a estudiantes y docentes en tiempo real. Aunque se reconocen riesgos asociados con el uso de estas tecnologías, su potencial para personalizar y enriquecer el aprendizaje ha

ganado atención en los estudios revisados.

En resumen, IA, RA y RV son tecnologías emergentes que están impulsando una transformación en la educación mediante la creación de experiencias de aprendizaje interactivas, inmersivas y adaptativas. Estos avances representan una oportunidad para mejorar la efectividad y accesibilidad de la educación, especialmente en campos como la medicina, donde el aprendizaje práctico es crucial, pero también plantean desafíos éticos y prácticos que requieren atención para asegurar su implementación justa y sostenible.

Tabla 2. Referencias de la revisión sistemática en “La Realidad Aumentada en la Educación”.

N.º	Referencias de la revisión sistemática
1	Andrade Peña, O. del R., Cuenca Zambrano, M. M., García Montenegro, S. J., Cuamacás Chafuelán, S. M., & Ramos Arias, E. A. (2024). La incidencia de la inteligencia artificial en la educación secundaria del Ecuador. <i>Imaginario Social</i> , 7(1), 30–42.
2	Bacca-Acosta, J., & Beltrán-Sánchez, K. (2024). Co-diseño y co-creación de experiencias de realidad aumentada: una revisión sistemática de la literatura. <i>Revista Científica</i> , 49(1), 99-124. https://doi.org/10.14483/23448350.21810
3	Barja-Orea, J., Liñan-Bermudez, A., & Mayta-Tovalino, F. (2023). Visibilidad, impacto y colaboración en la producción científica sobre la realidad virtual en la educación médica (2017-2022). <i>Educación Médica</i> , 24, 100831. https://doi.org/10.1016/j.edumed.2023.100831
4	Cabero-Almenara, J., Llorente-Cejudo, C., & Martín-Párraga, L. (2023). Carga cognitiva y realidad mixta (aumentada y virtual). <i>Hachetetepe. Revista científica de Educación y Comunicación</i> , 27, 1-15. https://doi.org/10.25267/Hachetetepe.2023.i27.2206
5	Flores-Cruz, J. A. (2022). Realidad aumentada en la educación. En <i>EDUNOVATIC 2022 Conference Proceedings</i> . Instituto Politécnico Nacional CICATA-Legaria.
6	García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., & Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. <i>RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia</i> , 27(1). https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716
7	Lloyd, J., Akhtar, S., & Balaji, P. (2023). Identifying the barriers faced by medical students using virtual reality simulation. <i>Discover Education</i> , 2(26). https://doi.org/10.1007/s44217-023-00049-8
8	Loaiza Amoroso, V., & Serrano Paredes, K. L. (2024). La Revolución digital en la educación médica: explorando el papel transformador de las herramientas

	digitales. <i>Sinergias Educativas</i> , 9(2), 55-76. http://sinergiaseducativas.mx/index.php/revista
9	Luna Guillén, A., Ortiz Colón, A. M., & Rodríguez Moreno, J. (2023). Tecnologías inmersivas en el aprendizaje autorregulado: Revisión sistemática de literatura científica. <i>Digital Education Review</i> , 44, 105-113. https://doi.org/10.1344/der.2023.44.105-113
10	Luna Guillén, A., Ortiz Colón, A. M., & Rodríguez Moreno, J. (2023). Tecnologías inmersivas en el aprendizaje autorregulado: Revisión sistemática de literatura científica. <i>Digital Education Review</i> , 44, 105-113. https://doi.org/10.1344/der.2023.44.105-113
11	Zhao, X., Ren, Y., & Cheah, K. S. L. (2023). Leading Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) in Education: Bibliometric and Content Analysis From the Web of Science (2018–2022). <i>SAGE Open</i> , July-September, 1-23. https://doi.org/10.1177/21582440231190821

Simulación en la enseñanza médica.

En los artículos revisados se destacan los avances y beneficios de la simulación médica mediante el uso de tecnologías como la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV), las cuales han revolucionado la formación y evaluación de competencias clínicas. Estas herramientas permiten la creación de entornos simulados que replican escenarios clínicos reales y brindan a los estudiantes una experiencia práctica en un ambiente seguro y controlado.

La simulación facilita la adquisición de habilidades técnicas y de procedimiento sin poner en riesgo a los pacientes, lo que resulta particularmente efectivo en áreas como la anatomía y la cirugía. Los simuladores virtuales y 3D mejoran la comprensión y destreza clínica de los estudiantes, permitiéndoles practicar y perfeccionar sus habilidades en entornos altamente realistas.

Además, los estudios subrayan el creciente papel de la inteligencia artificial (IA) en la educación médica, especialmente en la evaluación y el análisis de datos clínicos, como la interpretación radiológica, que contribuye a mejorar las habilidades diagnósticas de los estudiantes. Las tecnologías de IA permiten evaluaciones prácticas detalladas y personalizadas en tiempo real, lo cual promueve el desarrollo de competencias clínicas específicas y mejora la precisión diagnóstica. La IA también facilita la creación de experiencias adaptativas que se ajustan al nivel de competencia de cada estudiante, optimizando así el proceso de aprendizaje. La simulación médica se utiliza ampliamente para formar competencias en distintas áreas de la salud, incluyendo el entrenamiento en emergencias pediátricas, la administración de

medicamentos y los procedimientos obstétricos. Estas experiencias educativas permiten a los estudiantes cometer errores en un ambiente controlado y aprender de ellos, lo que es crucial para su desarrollo profesional. La metodología se centra en la seguridad del paciente y en la práctica controlada, lo que la hace ampliamente aceptada tanto por estudiantes como por docentes y promueve un aprendizaje basado en la experiencia directa.

Asimismo, se destaca el uso de pacientes simulados y debriefing como herramientas para fortalecer habilidades de comunicación, empatía y manejo emocional en estudiantes de medicina. A través de estas simulaciones, los estudiantes practican entrevistas clínicas y mejoran sus habilidades de trato al paciente, aspectos fundamentales en su formación.

Varios estudios también exploran la implementación de simuladores especializados para procedimientos complejos, como la cirugía mínimamente invasiva y el soporte vital avanzado en cardiología (ACLS). En estas áreas, la simulación ha demostrado mejorar significativamente las habilidades prácticas y el rendimiento de los estudiantes en escenarios críticos. Además, la simulación virtual remota ha sido clave durante la pandemia de COVID-19, permitiendo a los estudiantes continuar su formación clínica sin riesgo de exposición al virus y desarrollando competencias en un entorno seguro y adaptativo.

Por otro lado, los artículos analizan la preferencia de los estudiantes de medicina por métodos de enseñanza de anatomía basados en realidad virtual, en comparación con los métodos tradicionales. La RV ofrece una mayor inmersión y comprensión tridimensional de las estructuras anatómicas, lo cual mejora la retención y comprensión de los contenidos. Además, se discute el uso de realidad mixta en la formación de paramédicos, resaltando su capacidad para combinar entornos virtuales y reales, lo que permite la repetición y práctica segura de habilidades en entornos simulados.

En conjunto, estos estudios confirman que la simulación médica, la RA y la RV son herramientas esenciales para la educación médica moderna, pues proporcionan un entorno de aprendizaje seguro y efectivo que optimiza el desarrollo de competencias clínicas. Sin embargo, plantean desafíos relacionados con la infraestructura, el diseño de experiencias educativas y la frecuencia de uso necesaria para garantizar un impacto sostenido en la formación de competencias. La implementación de estas tecnologías requiere inversiones estratégicas y planificación para asegurar que los estudiantes puedan beneficiarse plenamente de los avances tecnológicos en su formación médica.

Tabla 3. Referencias de la revisión sistemática en “Simulación en la enseñanza médica.”

N.º	Referencias de la revisión sistemática
1	Alonso-Peña, M., & Álvarez Álvarez, C. (2023). Clinical simulation in health education: a systematic review. <i>Investigación y Educación en Enfermería</i> , 41(2), e08. https://doi.org/10.17533/udea.iee.v41n2e08
2	Alvarez-Lopez, F., Saigí-Rubió, F., & Maina, M. F. (2024). Simulador de Realidad Virtual en Cirugía Mínimamente Invasiva Basado en la Ciencia del Diseño y el Marco de Validación de Messick. <i>Revista de Educación a Distancia</i> , 24(79). http://dx.doi.org/10.6018/red.608201
3	Arango-Granados, M. C., Muñoz Patiño, V., Guzmán, Á. M., Barrios Diez, J. G., González, M. I., & Táquez, H. A. (2024). Nuevas generaciones, nuevos retos: innovando la educación en medicina de urgencias a través de la tecnología. <i>Educación Médica</i> , 25, 100921. https://doi.org/10.1016/j.edumed.2024.100921
4	Arteaga Olleta, A. (2022). Prácticas de simulación de entrevista clínica y debriefing con estudiantes de medicina. <i>Contextos Educativos</i> , 29, 241-251. https://doi.org/10.18172/con.5126
5	Birtill, M., King, J., Jones, D., Thyer, L., Pap, R., & Simpson, P. (2023). The use of immersive simulation in paramedicine education: A scoping review. <i>Interactive Learning Environments</i> , 31(4), 2428-2443. https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1889607
6	Ciancio, M. I., Fontenla, L. P., & Harvey, G. B. (2023). Simulación en la Educación Médica: Experiencia de ARASIM en la formación del recurso humano durante la pandemia de COVID-19. <i>Revista Electrónica de AnestesiaR</i> , 15(9), 3-15.
7	Coelho, D. L., Amaral, R. C., Silva, I. C., Oliveira, A. V. O. B., Neto, A. S., Silva, J. F. P., & Joviano-Santos, J. V. (2024). Realistic simulation and medical students' performance in the Advanced Cardiac Life Support course: a comparative study. <i>Advances in Physiology Education</i> , 48(61-68). https://doi.org/10.1152/advan.00113.2023
8	Duarte Caballero, M. B., Ríos González, C. M., González, E., Villalba, J. C., & Jiménez, H. J. (2024). Simulación clínica en pediatría: percepciones de docentes y estudiantes en una Universidad paraguaya. <i>Pediatría (Asunción)</i> , 51(2), 82-88. https://doi.org/10.31698/ped.51022024003
9	Enríquez Clavero, J. O., Villareño Domínguez, D., Pérez Pino, M., Pardillo Rodríguez, E., & Enríquez Pérez, E. (2023). ¿Sería pertinente potenciar el uso del

	paciente simulado en la educación médica cubana? <i>Edumecentro</i> , 15, e2560. https://doi.org/10.56294/saludcyt2023457
10	Fernandez Alemán, M. A., Estrada Molina, O., & Alvarez Sam, D. (2024). Evaluación en la educación médica desde el contexto virtual: una revisión sistemática. <i>Revista Española de Educación Médica</i> , 3, 617691. https://doi.org/10.6018/edumed.617691
11	Flores-Cruz, J. A. (2022). Realidad aumentada en la educación. En <i>EDUNOVATIC 2022 Conference Proceedings</i> . Instituto Politécnico Nacional CICATA-Legaria.
12	García Córdova, C. E., Ramírez Buensuceso Conde, N. A., Farell Rivas, J., Navarro Castañeda, C. A., Cruz Zarate, A., Valdéz Sánchez, R. A., Barbosa Villarreal, F., & Morales Eslava, B. A. (2023). COVID-19 un reto para la enseñanza en el programa de residencias médico-quirúrgicas. <i>Cirugía Andaluza</i> , 34(4), 428-432. https://doi.org/10.37351/2023344.3
13	Jinga, M.-R., Lee, R. B. Y., Chan, K. L., Marway, P. S., Nandapalan, K., Rhode, K., Kui, C., & Lee, M. (2023). Assessing the impact of 3D image segmentation workshops on anatomical education and image interpretation: A prospective pilot study. <i>Anatomical Sciences Education</i> , 16, 1024-1032. https://doi.org/10.1002/ase.2314
14	Loaiza Amoroso, V., & Serrano Paredes, K. de L. (2024). La Revolución digital en la educación médica: explorando el papel transformador de las herramientas digitales. <i>Sinergias Educativas</i> , 9(2), 55-76. https://sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/
15	Morales Marroquín, D. A., & Reyna Carrera, F. A. (2023). Preferencia sobre métodos tradicionales o modernos en la enseñanza de anatomía. <i>Revista de la Facultad de Medicina</i> , 1(34), 66-79. https://doi.org/10.37345/23045329.v1i34.83
16	Navia-González, V., Guiraldes-Deck, P., Caro-Guerra, P., Mercado-Núñez, B., Armijo-Rivera, S., & Reyes-Aramburu, E. P. (2022). Impacto de un entrenamiento de simulación virtual remota sincrónica para el tratamiento inicial del accidente cerebrovascular isquémico en estudiantes de medicina. <i>FEM: Fundación Educación Médica</i> , 25(1), 31-38. https://doi.org/10.33588/fem.251.1167
17	Ribeiro, C. B., Balbino, C. M., Fideles de Oliveira, D., Soares da Silva, A., & Sepp, V. J. (2024). Didactic sequence for realistic simulation: double diamond method for teaching drug administration. <i>Cuadernos de Educación y Desarrollo</i> , 16(8), 1-21. https://doi.org/10.55905/cuadv16n8-10
18	Salazar Sánchez, M. B., Rodríguez López, C., & Hernández Valdivieso, A. M. (2024). Trends and Challenges in Simulators and Software Development for Healthcare

	Education: A Survey of Colombian Higher Education Institutions. <i>Revista EIA</i> , 21(41), 1-19. https://doi.org/10.24050/reia.v21i41.1729
19	Udayashankar Sulibele, U. S., Prajapati, S., & Desai, M. (2023). Efectos de la simulación colaborativa en la seguridad del paciente en la educación médica. <i>Salud, Ciencia y Tecnología</i> , 3(S1), 457. https://doi.org/10.56294/saludcyt2023457
20	Vera-Carrasco, O. (2024). La simulación en la educación médica. <i>Revista Cuadernos</i> , 65(1), 92-97. https://doi.org/10.53287/rhmr5170hm81h
21	Villao Rodríguez, A., Yaguana Torres, J., & Lara Arriaga, S. (2023). Transformación de la educación médica en obstetricia durante la última década. <i>LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades</i> , 4(5), 1-15. https://doi.org/10.56712/latam.v4i5.1298

Aplicación de la Realidad Aumentada en la Simulación médica.

Los artículos analizan de manera exhaustiva cómo diversas tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (RA), la realidad virtual (RV) y la simulación clínica, están transformando la educación médica y la pedagogía en general, desde la integración de estas herramientas en los currículos hasta la creación de entornos de aprendizaje inmersivos.

Uno de los artículos presenta una adaptación de la Rueda de la Pedagogía de Allan Carrington, denominada “Rueda de la Pedagogía para la Inteligencia Artificial” (*imagen 1*). Esta versión revisada incorpora herramientas de IA para enriquecer el proceso educativo, integrando la Taxonomía de Bloom y el modelo SAMR, que se han actualizado para incluir aplicaciones prácticas de IA. Se añade además un anillo ético que promueve la reflexión crítica sobre el uso de IA en educación, destacando la importancia de un enfoque consciente y responsable. Este modelo enfatiza que la integración de IA debe ir acompañada de la participación activa de los docentes y mantenerse actualizada para adaptarse a los avances tecnológicos.

Otro artículo se centra en el impacto de la revolución digital en la educación médica, resaltando el papel de herramientas como plataformas de aprendizaje en línea, simuladores virtuales, aplicaciones móviles y tecnologías de RA y RV. Estas herramientas han permitido un cambio de metodologías tradicionales hacia enfoques digitales, mejorando el acceso y la calidad de la formación médica. Particularmente, la RA y la RV son destacadas por su capacidad de replicar escenarios clínicos en un ambiente seguro, lo que permite a los estudiantes practicar habilidades y desarrollar competencias en condiciones controladas y sin riesgo. La simulación médica en el currículo de medicina es un tema recurrente. En varios estudios, se

analiza cómo la simulación clínica, que emplea maniquíes, pacientes estandarizados y simuladores de RV, permite a los estudiantes practicar habilidades en un entorno controlado.

Un estudio en Paraguay destaca la necesidad de incorporar la simulación de manera estructurada y longitudinal desde los primeros años de la carrera, aumentando la complejidad de las simulaciones con el avance en los estudios para desarrollar competencias clínicas de manera segura y efectiva.

Imagen 1. La Rueda Pedagógica IA V1.0

LA RUEDA PEDAGÓGICA IA V 1.0

La taxonomía de Bloom es un marco para clasificar objetivos educativos en diferentes niveles cognitivos, desde la memorización hasta la creación. Por otro lado, el **modelo SAMR** se utiliza para evaluar el nivel de integración de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje, desde la sustitución hasta la redefinición.

Al combinar estas dos herramientas con la inteligencia artificial, puede utilizar la tecnología para apoyar los diferentes niveles cognitivos y de integración de la tecnología. Por ejemplo, puede utilizar herramientas de reconocimiento de voz para que los estudiantes puedan practicar la expresión oral en un nivel de comprensión y aplicación, o utilizar herramientas de traducción automática para mejorar la comprensión lectora en un nivel de análisis y síntesis.

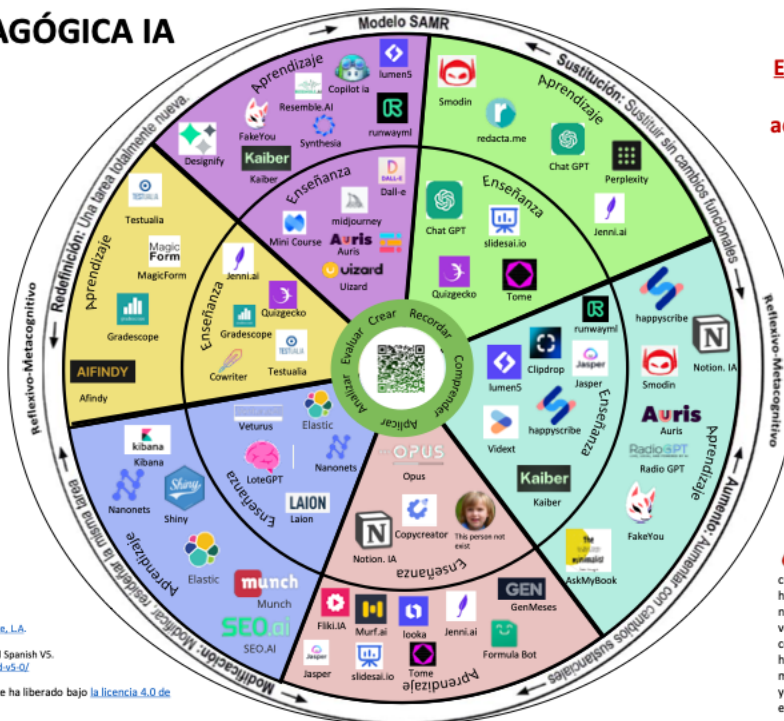
En resumen, la combinación de la taxonomía de Bloom, el modelo SAMR y las herramientas de inteligencia artificial puede ser una forma efectiva de diseñar experiencias de aprendizaje más ricas y significativas para los estudiantes.

Realizada por Jiménez-García, E., Orenes, N., López-Fraile, L.A.

Adaptado de Carrington, A. (2016). The Pedagogy Wheel Spanish VS.
<https://designingyourclassroom.com/spanish-speaking-world-v5-0/>



La Rueda Pedagógica IA se ha liberado bajo la [licencia 4.0 de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Enlace para descargar la rueda con enlaces activos para cada una de las aplicaciones



Es importante tener en cuenta que la clasificación de las herramientas de inteligencia artificial en los niveles de la taxonomía de Bloom puede variar según su uso específico y su nivel de complejidad. Además, es posible que algunas herramientas se puedan clasificar en múltiples niveles, dependiendo del contexto y la forma en que se utilicen en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Fuente: Adaptado de Carrington (2016). The pedagogy Wheel Spanish VS

([Enlace](https://designingyourclassroom.com/spanish-speaking-world-v5-0/) para descargar la rueda con enlaces activos para cada una de las aplicaciones)

Además, varios estudios examinan el uso de RA y RV en la enseñanza de anatomía, evaluando la efectividad de estas tecnologías para mejorar la comprensión espacial de estructuras complejas. Mediante aplicaciones de RA, los estudiantes pueden interactuar con modelos anatómicos en 3D, lo que facilita el aprendizaje y la retención del conocimiento. Otro artículo compara el uso de dispositivos móviles y HoloLens, destacando que ambos métodos son efectivos, aunque el HoloLens ofrece una mayor inmersión y satisfacción entre los estudiantes.

La investigación también explora el papel de los laboratorios de simulación en la formación médica avanzada. Estos laboratorios, aunque no sustituyen la práctica supervisada con pacientes reales, son un complemento valioso para desarrollar competencias clínicas y garantizar la seguridad del paciente. Sin embargo, se menciona que en países como Cuba la

implementación de estos laboratorios es limitada debido a los altos costos.

Otro aspecto importante es la implementación de la simulación clínica en áreas específicas de la medicina, como obstetricia y cirugía laparoscópica. En Chile, por ejemplo, se desarrollan programas de entrenamiento en simulación quirúrgica basados en infraestructura, metodologías de entrenamiento y retroalimentación, lo cual ha permitido reducir las curvas de aprendizaje en procedimientos complejos. Además, se ha implementado el modelo SimZones en simulaciones obstétricas en Chile, organizando la enseñanza en niveles de complejidad para desarrollar competencias específicas.

Por otro lado, en el contexto de las “Smart Universities”, se analiza cómo la adopción de tecnologías avanzadas como RA, RV e IA en la educación superior responde a la necesidad de crear entornos de aprendizaje inclusivos, interactivos y personalizados. Este modelo busca mejorar la experiencia educativa y la vida en el campus mediante aulas inteligentes, análisis de datos, tecnologías sostenibles y seguridad en el campus. Sin embargo, el avance hacia este modelo plantea desafíos en términos de costos, accesibilidad, y privacidad. Finalmente, en relación con la educación a distancia, se exploran los desafíos de la implementación de RA, tales como la carga cognitiva, el diseño pedagógico, los costos y la conectividad. Estos factores son críticos para que la RA sea una herramienta efectiva en el aprendizaje remoto y no una distracción. Además, la investigación subraya la importancia de un enfoque interdisciplinario y de recursos adecuados para lograr una implementación efectiva.

En conclusión, los artículos resaltan la importancia de integrar tecnologías avanzadas en la educación médica y en otros campos de estudio, promoviendo entornos de aprendizaje innovadores y seguros que preparan a los estudiantes para un entorno profesional cada vez más tecnológico. La implementación de IA, RA y simulación clínica puede enriquecer la educación médica, siempre que se mantenga un enfoque ético, accesible y centrado en el ser humano, con el fin de optimizar la enseñanza y el aprendizaje en el contexto de una educación superior en constante evolución.

Tabla 4. Referencias de la revisión sistemática en “Aplicación de la Realidad Aumentada en la Simulación médica”

N.º Referencias de la revisión sistemática	
1	Adipat, S., & Chotikapanich, R. (2024). Advancing higher education with the transition to smart universities: A focus on technology. <i>Shanlax International Journal of Education</i> , 12(3), 29-36. https://doi.org/10.34293/education.v12i3.7635

2	Aranda-García, S., Otero-Agra, M., Berlanga-Macías, C., Rodríguez-Núñez, A., Barcala-Furelos, R., Domingo, J., Seijas-Vijande, A., & Fernández-Méndez, F. (2024). Nueva herramienta de comunicación para el entrenamiento de soporte vital básico: smart glasses. Un diseño cuasiexperimental. <i>Medicina Intensiva</i> , 48, 77-84. https://doi.org/10.1016/j.medin.2023.09.002
3	Aridan, N., Bernstein-Eliav, M., Gamzo, D., Schmeidler, M., Tik, N., & Tavor, I. (2024). Neuroanatomy in virtual reality: Development and pedagogical evaluation of photogrammetry-based 3D brain models. <i>Anatomical Sciences Education</i> , 17(2), 239-248. https://doi.org/10.1002/ase.2359
4	Arriagada-Corrales, V., Bastías-Vega, N., & Pérez-Villalobos, C. (2023). Satisfacción y desarrollo de competencias en escenarios de simulación clínica de alta fidelidad en estudiantes de Obstetricia. <i>FEM: Revista de la Fundación Educación Médica</i> , 26(6), 241-248. https://doi.org/10.33588/fem.2606.1309
5	Chadeea, T. K., & Prinsloo, P. (2024). Adoption of augmented reality in distance education: A scoping review. <i>Journal of Learning for Development</i> , 11(2), 190-205.
6	Cuenca Garcell, K., de Armas Águila, Y., Bello Méndez, A., Figueira Ricardo, I., & Areña Fraga, B. (2022). Pertinencia de los laboratorios de simulación como herramienta de educación avanzada en salud. <i>Revista Cubana de Medicina Militar</i> , 51(2), e02201661.
7	Davidson, J., Vinther Larsen, D., Paulsen, L., & Rasmussen, S. (2022). 360 VR PBL: A New Format of Digital Cases in Clinical Medicine. <i>Journal of Problem Based Learning in Higher Education</i> , 10(1), 101-112. https://doi.org/10.5278/ojs.jpblhe.v10i1.7097
8	Djibril, D. H., & Çakır, H. (2023). Students' opinions on the usage of mobile augmented reality application in health education. <i>Journal of Learning and Teaching in Digital Age</i> , 8(1), 10-24. https://doi.org/10.53850/joltida.1076286
9	Duarte Caballero, M. B., Ríos González, C. M., González, E., Villalba, J. C., & Jiménez, H. J. (2024). Simulación clínica en pediatría: percepciones de docentes y estudiantes en una Universidad paraguaya. <i>Pediatría (Asunción)</i> , 51(2), 82-88. https://doi.org/10.31698/ped.51022024003
10	Durán-Espinoza, V., Montero-Jaras, I., Miguieles-Schilling, M., Valencia-Coronel, B., Belmar-Riveros, F., Gaete-Dañobeitia, M. I., Jarry-Trujillo, C., & Varas-Cohen, J. (2022). Recommendations to develop a laparoscopic surgical simulation training program. Insights gained after 12 years of training surgeons. <i>MedUNAB</i> , 25(3), 470-479. https://doi.org/10.29375/01237047.4514
11	Enríquez Clavero, J. O., Villareño Domínguez, D., Pérez Pino, M., Pardillo Rodríguez, E., & Enríquez Pérez, E. (2023). ¿Sería pertinente potenciar el uso del paciente simulado

	en la educación médica cubana? <i>Edumecentro</i> , 15, e2560. https://doi.org/10.56294/saludcyt2023457
12	Fernandez Alemán, M. A., Estrada Molina, O., & Alvarez Sam, D. (2024). Evaluación en la educación médica desde el contexto virtual: una revisión sistemática. <i>Revista Española de Educación Médica</i> , 3, 617691. https://doi.org/10.6018/edumed.617691
13	Feridun, K. B., & Bayraktar, Ü. (2024). <i>The future of virtual reality and education</i> . The Turkish Online Journal of Educational Technology, 23(3), 110-118.
14	Flores-Cruz, J. A. (2022). <i>Realidad aumentada en la educación</i> . En <i>EDUNOVATIC 2022 Conference Proceedings</i> . Instituto Politécnico Nacional CICATA-Legaria.
15	Fraile-Escudero, C., & Gomar-Sancho, C. (2023). Diseño de una plantilla de escenarios de simulación clínica. Una propuesta para la formación en Obstetricia y Puericultura. <i>FEM: Revista de la Fundación Educación Médica</i> , 26(5), 209-218. https://doi.org/10.33588/fem.2605.1301
16	García-Robles, P., Cortés-Pérez, I., Nieto-Escámez, F. A., García-López, H., Obrero-Gaitán, E., & Osuna-Pérez, M. C. (2024). Immersive virtual reality and augmented reality in anatomy education: A systematic review and meta-analysis. <i>Anatomical Sciences Education</i> , 17(3), 514-528. https://doi.org/10.1002/ase.2397
17	Hasibuan, S., & Chairad, M. (2023). The development of augmented reality (AR) in anatomy course. <i>International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)</i> , 11(3), 744-754. https://doi.org/10.46328/ijemst.3282
18	Jiménez-García, E., Orenes Martínez, N., & López-Fraile, L. A. (2024). Rueda de la Pedagogía para la Inteligencia Artificial: adaptación de la Rueda de Carrington. <i>RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia</i> , 27(1), 87–113. https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37622
19	Loaiza Amoroso, V., & Serrano Paredes, K. de L. (2024). La Revolución digital en la educación médica: explorando el papel transformador de las herramientas digitales. <i>Sinergias Educativas</i> , 9(2), 55-76. https://sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/
20	Moro, C., Birt, J., Stromberga, Z., Phelps, C., Clark, J., Glasziou, P., & Scott, A. M. (2021). Virtual and augmented reality enhancements to medical and science student physiology and anatomy test performance: A systematic review and meta-analysis. <i>Anatomical Sciences Education</i> , 14(3), 368–376. https://doi.org/10.1002/ase.2049
21	Moro, C., Phelps, C., Redmond, P., & Stromberga, Z. (2020). HoloLens and mobile augmented reality in medical and health science education: A randomised controlled

	trial. <i>British Journal of Educational Technology</i> , 51(6), 1979–1990. https://doi.org/10.1111/bjet.13049
22	Neri, I., Cercenelli, L., Marcuccio, M., Lodi, S., Koufi, F.-D., Fazio, A., Marvi, M. V., Marcelli, E., Billi, A. M., Ruggeri, A., Tarsitano, A., Manzoli, L., Badiali, G., & Ratti, S. (2024). Dissecting human anatomy learning process through anatomical education with augmented reality: AEducAR 2.0, an updated interdisciplinary study. <i>Anatomical Sciences Education</i> , 17, 693–711. https://doi.org/10.1002/ase.2389
23	Pickering, J. D., Panagiotis, A., Ntakakis, G., Athanassiou, A., Babatsikos, E., & Bamidis, P. D. (2022). Assessing the difference in learning gain between a mixed reality application and drawing screencasts in neuroanatomy. <i>Anatomical Sciences Education</i> , 15(3), 628–635. https://doi.org/10.1002/ase .

DISCUSIÓN

En el análisis de la literatura existente, se observa un consenso en torno a las ventajas de la Realidad Aumentada (RA) en la educación médica. La RA proporciona un entorno interactivo e inmersivo que potencia significativamente la comprensión de conceptos complejos, como la anatomía y las técnicas quirúrgicas. La posibilidad de interactuar con modelos tridimensionales permite a los estudiantes mejorar la retención y aplicar el conocimiento de manera práctica, generando una experiencia educativa que supera los métodos tradicionales en cuanto a efectividad y compromiso.

Una de las mayores fortalezas de la RA es su capacidad para ofrecer un espacio seguro y controlado en el que los estudiantes pueden desarrollar habilidades prácticas antes de enfrentarse a escenarios clínicos reales. Esta práctica anticipada en simulaciones es fundamental para preparar a los estudiantes para entornos de alto riesgo, como emergencias o quirófanos, en los que la precisión y la seguridad son primordiales.

Sin embargo, la revisión de los estudios indica que, aunque los centros de simulación no reemplazan la práctica clínica con pacientes reales, funcionan como una herramienta complementaria invaluable. Con la ayuda de simuladores y RA, los estudiantes pueden perfeccionar habilidades en un entorno seguro, lo que contribuye a la adquisición de competencias de manera gradual y sin comprometer la seguridad de los pacientes.

Además, los estudios revisados apuntan a que la RA supera a los métodos tradicionales en su capacidad para ofrecer experiencias inmersivas y tridimensionales, lo que facilita una mejor comprensión espacial y una retención de conocimientos más sólida. Desde la perspectiva de

los estudiantes, la RA se percibe como una herramienta atractiva y motivadora, debido a la alta interactividad y a la oportunidad de practicar sin enfrentar riesgos reales.

Por otro lado, las barreras para la adopción de la RA en la educación médica no son menores. Los costos de implementación, la infraestructura tecnológica necesaria y las limitaciones en accesibilidad representan desafíos significativos, especialmente en instituciones con recursos limitados. Además, los desafíos éticos y las consideraciones de diseño pedagógico son factores que deben ser abordados para asegurar una implementación efectiva y ética.

Para superar estas barreras, algunos artículos sugieren el co-diseño de experiencias de aprendizaje, una metodología que podría facilitar la creación de un marco adaptado a las necesidades específicas de los estudiantes y a los recursos disponibles. En conjunto, estos hallazgos refuerzan la relevancia de integrar la RA en los programas educativos de medicina como un componente fundamental para optimizar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades prácticas, especialmente en áreas de alta complejidad y riesgo.

La revisión de los artículos revela que el campo de la simulación con realidad aumentada en la educación médica está en constante evolución, aunque sigue siendo un área relativamente inexplorada. Esto abre una oportunidad significativa para investigar y perfeccionar la integración de esta tecnología en los programas educativos de medicina, con el potencial de transformar la manera en que los estudiantes adquieren conocimientos y desarrollan habilidades clínicas.

Uno de los principales desafíos que encontramos en la literatura es la escasez de centros de simulación que cuenten con la infraestructura y los recursos necesarios para capacitar a estudiantes de medicina en los niveles de pregrado y posgrado. La mayoría de los centros actuales están diseñados para el entrenamiento en especialidades específicas y se enfocan en áreas concretas de innovación tecnológica, como la cirugía robótica, la anestesiología o el manejo avanzado de pacientes críticos. Esta limitación restringe el acceso de los estudiantes a experiencias de simulación integradas y completas que podrían complementar de manera significativa su formación clínica.

Proponer la incorporación de la realidad aumentada en el currículo universitario representa una oportunidad no solo para fortalecer la formación académica y clínica de los futuros médicos, sino también para fomentar un ecosistema de investigación. La investigación en este ámbito permitiría analizar cómo la realidad aumentada puede adaptarse a diferentes etapas del aprendizaje médico y a diversas especialidades, y qué beneficios tangibles aporta en términos de aprendizaje, retención de conocimiento y adquisición de competencias prácticas.

Además, al implementar esta tecnología, podríamos identificar cuáles son las mejores prácticas

pedagógicas y metodológicas para su integración efectiva en los planes de estudio. Esto abarcaría la evaluación del impacto de la realidad aumentada en la adquisición de habilidades clínicas, la mejora en la toma de decisiones y el desarrollo de competencias en la práctica médica. Igualmente, esta propuesta abre la puerta a la creación de alianzas entre instituciones académicas, hospitales y centros de simulación que permitan compartir recursos, conocimientos y experiencias, enriqueciendo así la educación médica y potenciando la innovación en la enseñanza de la medicina.

PROPUESTAS.

Una de las propuestas que me gustaría presentar a la Licenciatura en Medicina de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, es la creación de un “Centro de Simulación y Entrenamiento Clínico Médico” como parte de las iniciativas de innovación en la educación médica. Este centro tendría como objetivo brindar a los estudiantes un espacio seguro y controlado para el desarrollo de habilidades clínicas esenciales antes de enfrentarse a escenarios reales en hospitales y clínicas.

La simulación médica ha demostrado ser una herramienta invaluable en la formación de futuros médicos, permitiéndoles practicar procedimientos, aplicar conocimientos teóricos y desarrollar competencias clínicas en un entorno que imita situaciones reales sin los riesgos inherentes a la práctica con pacientes. Al implementar un centro de simulación, se podrían integrar prácticas en los diferentes módulos del plan de estudios, abordando desde procedimientos básicos hasta intervenciones avanzadas, según el nivel de competencia de los estudiantes.

Además, esta iniciativa ofrecería una excelente oportunidad para evaluar de manera continua y objetiva las capacidades de razonamiento clínico y los conocimientos prácticos de los estudiantes en cada etapa de su formación. La incorporación de escenarios simulados en el currículo no solo favorecería el desarrollo de habilidades técnicas, sino también de competencias críticas como el trabajo en equipo, la toma de decisiones bajo presión, y la comunicación efectiva con el paciente y otros profesionales de la salud.

La realidad es que muchos estudiantes experimentan una falta de habilidades al llegar por primera vez a un entorno clínico real. La ausencia de una práctica previa y supervisada genera ansiedad y una curva de aprendizaje que puede ser lenta y en ocasiones, peligrosa para los pacientes. La implementación de un Centro de Simulación reduciría esta brecha, permitiendo a los alumnos ganar experiencia y confianza antes de su inserción en el campo clínico, lo cual también contribuiría a mejorar la calidad de atención en los hospitales y clínicas donde realicen sus prácticas profesionales.

Asimismo, el centro podría contar con diferentes áreas de especialización, como simulación de emergencias, procedimientos quirúrgicos, evaluación de signos vitales y cuidado intensivo, ajustando los recursos y la complejidad de los escenarios a las necesidades del programa de estudios. Este enfoque garantizaría que los estudiantes tengan una formación integral y alineada con las competencias necesarias para su futura práctica profesional.

Por lo tanto, creo que esta propuesta representa una excelente oportunidad para elevar los estándares de la educación médica en nuestra universidad y posicionar a la UAM Xochimilco como una institución de vanguardia en la formación de médicos competentes y seguros, preparados para enfrentar los desafíos de la práctica médica en un entorno de constante cambio.

CONCLUSIONES

La revisión de 61 artículos evidencia el creciente impacto de tecnologías avanzadas como la Realidad Aumentada (RA), Realidad Virtual (RV) e Inteligencia Artificial (IA) en la educación médica. Estas tecnologías han revolucionado los procesos de enseñanza, permitiendo una transición de metodologías tradicionales hacia enfoques interactivos e inmersivos que facilitan el aprendizaje práctico y el desarrollo de competencias clínicas. La RA destaca por su capacidad para proyectar imágenes digitales en el mundo real, lo cual resulta particularmente útil en la enseñanza de anatomía y procedimientos quirúrgicos, proporcionando una comprensión más profunda y mejorando la retención de conocimientos. Por su parte, la RV permite a los estudiantes practicar en entornos controlados que simulan situaciones de alto riesgo, como intervenciones quirúrgicas, promoviendo una destreza segura y eficiente sin riesgo para los pacientes.

La IA se menciona como una herramienta clave para personalizar el aprendizaje y proporcionar retroalimentación en tiempo real, adaptándose a las necesidades y niveles de competencia de los estudiantes. Sin embargo, la revisión también resalta los desafíos asociados a la implementación de estas tecnologías, tales como los altos costos de infraestructura, la accesibilidad limitada en instituciones con menos recursos y las consideraciones éticas, entre ellas la privacidad y equidad en el acceso. Además, se destacan beneficios como el uso de simulaciones para adquirir habilidades técnicas y de procedimiento en un entorno controlado, lo cual es especialmente relevante en disciplinas de alta complejidad y riesgo.

Un análisis adicional de metodologías participativas, como el co-diseño de experiencias de aprendizaje en RA, subraya la importancia de adaptar las tecnologías a las necesidades

específicas de los usuarios, creando experiencias personalizadas que maximizan la efectividad del aprendizaje. Asimismo, el análisis bibliométrico de la literatura indica un crecimiento notable en el uso de RA y RV en educación desde 2018, sugiriendo una tendencia sostenida hacia la integración de estas tecnologías en los currículos académicos, especialmente en medicina.

La RA, RV e IA ofrecen oportunidades únicas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en la educación médica, creando experiencias más dinámicas, adaptativas e inclusivas. No obstante, su implementación requiere una planificación cuidadosa y la adopción de políticas que aseguren una aplicación justa y accesible para todos los estudiantes. Desde una perspectiva teórica, el uso de la RA y la RV impulsa el aprendizaje inmersivo, mejorando la retención de conocimientos y la comprensión espacial en entornos seguros. En la práctica, estas herramientas facilitan el desarrollo de habilidades clínicas en estudiantes de medicina, reduciendo la curva de aprendizaje y promoviendo la seguridad en contextos reales. La IA también aporta personalización en las experiencias de aprendizaje y evaluación, adaptándose a las necesidades individuales de los estudiantes, aunque plantea desafíos éticos y pedagógicos.

Se propone la creación de un “Centro de Simulación y Entrenamiento Clínico Médico” en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, como una iniciativa para innovar en la educación médica. Este centro proporcionaría a los estudiantes un espacio seguro y controlado donde puedan desarrollar competencias clínicas esenciales antes de enfrentarse a escenarios reales en hospitales y clínicas. Con simulaciones integradas en los módulos del plan de estudios, el centro permitirá a los estudiantes practicar desde procedimientos básicos hasta intervenciones avanzadas, ajustándose a su nivel de competencia.

El Centro de Simulación no solo fortalecería la formación técnica de los estudiantes, sino que también favorecería el desarrollo de habilidades críticas como el trabajo en equipo, la toma de decisiones en situaciones de presión y la comunicación efectiva. La experiencia previa en un entorno simulado contribuiría a reducir la ansiedad y a mejorar la confianza de los estudiantes al enfrentarse por primera vez a un entorno clínico real, beneficiando tanto a los pacientes como a los futuros profesionales de la salud.

Para maximizar el potencial de la RA en la educación médica, se sugiere investigar mejores prácticas pedagógicas y metodológicas para su integración efectiva en los planes de estudio. Esto incluye evaluar su impacto en la adquisición de habilidades clínicas, la toma de decisiones y la retención de conocimientos. Adicionalmente, se podría explorar la colaboración entre instituciones académicas, centros de simulación y hospitales para crear un ecosistema de investigación compartido, permitiendo un análisis comparativo entre diversos enfoques y el desarrollo de estrategias de implementación sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Médica Mundial. (2022, July 20). DECLARACIÓN DE LA AMM SOBRE LA EDUCACIÓN MÉDICA. <https://www.wma.net/es/polices-post/declaracion-de-la-amm-sobre-la-educacion-medica/>
2. Carlos, J., Paulino, V., Ángel, M., Pohls, B., María, E., Bautista, M., Omar, J., & Moreno, G. (n.d.). Estado del arte de la realidad aumentada y su aplicación al transporte carretero.
3. Carlos Muria Tarazón, J. (2024). Sistemas de IA generaiva multimodales aplicados al sector salud. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9359734>
4. Dávila-Cervantes, Andrea. (2014). Simulación en Educación Médica. *Investigación en educación médica*, 3(10), 100-105. Recuperado en 05 de noviembre de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572014000200006&lng=es&tlng=es.
5. Dhar, P., Rocks, T., Samarasinghe, R. M., Stephenson, G., & Smith, C. (2021). Augmented reality in medical education: students' experiences and learning outcomes. *Medical Education Online*, 26(1). <https://doi.org/10.1080/10872981.2021.1953953>
6. Freire, N. (2024, enero 11). Realidad aumentada vs Realidad Virtual: cómo se diferencian. *National geographic*. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-se-diferencian-realidad-aumentada-y-realidad-virtual_21204
7. Gal, B., Sánchez, J., González-Soltero, R., Learte, A., & Lesmes, M. (2021). Medical education as a need for training the future medical professionals. *Educacion Medica*, 22(2), 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2020.09.008>
8. García Luna Martínez, J. E. E., Silva Ulibarri, L. A., García Macías, J. L., López Tapia, J. D., Sandoval Mussi, A. Y., & Garza Sáenz, O. G. (2021). Los desafíos de la educación médica en México: The challenges of medical education in Mexico. *ARS MEDICA Revista De Ciencias Médicas*, 46(4), 77–83. <https://doi.org/10.11565/arsmed.v46i4.1849>
9. González-Flores, Patricia, & Luna de la Luz, Verónica. (2019). La transformación de la educación médica en el último siglo: innovaciones curriculares y didácticas (parte 1). *Investigación en educación médica*, 8(30), 95-109. Epub 20 de febrero de 2020. <https://doi.org/10.22201/facmed.20075057e.2019.30.18165>
10. Guerra Ferrada, C., & Carrasco, P. (2021). Educación médica y de ciencias de la salud basada en evidencia: perspectivas y desafíos. *ARS MEDICA Revista de Ciencias Médicas*, 46(4), 66–70. <https://doi.org/10.11565/arsmed.v46i4.1848>
11. Hidalgo Cajo, B. G., Hidalgo Cajo, D. P., Montenegro Chanalata, M. G., & Hidalgo Cajo, I. M. (2021). Realidad aumentada como recurso de apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(3). <https://doi.org/10.6018/reifop.465451>
12. Jiménez-García, E., Orenes-Martínez, N., & López-Fraile, L. A. (2024). Rueda de la Pedagogía para la inteligencia artificial: adaptación de la Rueda de Carrington. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 87–113. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37622>
13. López, M. (2024). Etapas de maduración como educador médico: hacia una profesionalización docente del gremio. *Revista Mexicana de Educación Médica*, 11(1). <https://doi.org/10.24875/rmem.m24000010>
14. Martínez Pérez, S., Fernández Robles, Bárbara, & Barroso Osuna, J. (n.d.). Campus Virtuales, 10(1), 2021. In *Campus Virtuales* (Vol. 10, Issue 1). www.revistacampusvirtuales.es

15. Nogué-Xarau, S., Amigó-Tadín, M., & Ríos-Guillermo, J. (s/f). Evaluación de los conocimientos de varios sistemas de inteligencia artificial sobre una subespecialidad de la medicina de urgencias y emergencias: la toxicología clínica. Reue.org. Recuperado el 17 de agosto de 2024, de <https://www.reue.org/wp-content/uploads/2024/01/15-19.pdf>
16. Pazos Sierra Carlos García Codina, J. (2024). La inteligencia artificial general y su llegada. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9359734>
17. Pimentel Elbert, M. J., Zambrano Mendoza, B. M., Mazzini Aguirre, K. A., & Villamar Cárdenas, M. A. (2023). Realidad virtual, realidad aumentada y realidad extendida en la educación. RECIMUNDO, 7(2), 74–88. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.74-88](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.74-88)
18. Sáez Martínez, P. J. (2019, mayo 31). ¿Cómo funciona la AR? Onirix. <https://www.onirix.com/es/aprende-sobre-ra/como-funciona-la-realidad-aumentada/>
19. Sáez Martínez, P. J. (2023, marzo 1). ¿Cuáles son los Diferentes Tipos de Realidad Aumentada? Onirix. <https://www.onirix.com/es/aprende-sobre-ra/tipos-de-realidad-aumentada/>
20. SAP. (s.f.). ¿Qué es la realidad aumentada? Recuperado de <https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/industry-4-0/what-is-augmented-reality.html>
21. Serna-Trejos, J., & Bermúdez-Moyano, S. (2023). Metodología de aprendizaje en ciencias de la salud: aprendizaje basado en problemas. Investigación En Educación Médica, 12(45), 92-93. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2023.45.22474>
22. Torres Paez, F. F., & Londoño, J. A. (2024). Aportes del Aprendizaje Basado en Problemas al logro de aprendizajes significativos en la formación en Medicina. Revista Española de Educación Médica, 5(4). <https://doi.org/10.6018/edumed.619851>
23. Valero Franco, C., & Berns, A. (2024). Desarrollo de apps de realidad virtual y aumentada para enseñanza de idiomas: un estudio de caso. RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 27(1), 163–185. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37668>
24. Vázquez Martínez, F. D., Mota Morales, M. de L., & Argüelles-Nava, V. G. (2024). Educación médica y derechos humanos en las unidades médicas de México: hacia un nuevo horizonte ético. Medicina Y Ética, 35(1), 108–169. <https://doi.org/10.36105/mye.2024v35n1.03>
25. Facultad de Medicina UNAM. (2020). *Integración de la simulación al currículo*. Gaceta Facultad de Medicina UNAM. Recuperado de <https://gaceta.facmed.unam.mx/index.php/2020/12/01/integracion-de-la-simulacion-al-curriculo/>.