ISSN: 2955-8123

REVISTA PENSAMIENTO TRASFORMACIONAL

Volumen 3, Número 11.
Octubre – diciembre 2024

Aplicaciones de realidad virtual y aumentada en un aprendizaje inmersivo de educación médica. Una revisión sistemática.

Virtual and augmented reality applications in immersive learning in medical education. A systematic review.

Autor por correspondencia
Córdova-Hernández Juan Antonio[1]
juan.cordova@ujat.mx
https://orcid.org/0000-0001-6138-0957
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias de la Salud.

Geronimo-Oseguera Carlos Daniel[2]
211e75163@alumno.ujat.mx
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias de la Salud.

Chuc-López Denisse Catalina[3]
211e75187@alumno.ujat.mx
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias de la Salud.

Priego-Álvarez Heberto Romeo[4].
heberto_priego@hotmail.com
https://orcid.org/0000-0001-9217-5702
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias de la Salud.

Córdova-Hernández; J; A et al. (2024). Aplicaciones de realidad virtual y aumentada en un aprendizaje inmersivo de educación médica. Una revisión sistemática. Revista Pensamiento Transformacional.

Resumen. El aprendizaje inmersivo permite a los estudiantes envolverse en un ambiente digital que mejora el rendimiento del aprendizaje con el uso de las tecnologías emergentes. Para la formación médica ha adquirido relevancia al posibilitar la simulación de procedimientos y diagnósticos de manera precisa y segura. De manera que se realizó una revisión sistemática procedente de un análisis cualitativo de la literatura científica recabada, el enfoque de revisión aborda el aprendizaje inmersivo, la realidad virtual, las aplicaciones digitales, la innovación y la educación médica; la redacción se desarrolló mediante el uso de la declaración de PRISMA 2020. La búsqueda se llevó a término en bases de datos conocidas; la inherencia de los artículos considerados fue de acceso abierto, el idioma de publicación español e inglés, así como un rango de publicación de 5 años. Para el desarrollo de gráficos la se utilizó el software ATLAS.ti versión 9.1.3.0, en el cual se establecieron dimensiones de análisis tales como: una red semántica principal y cuatro secundarias derivadas de los nodos principales, una nube de palabras y un diagrama de Sankey; cada uno de ellos muestra la coincidencia e interconexión de la información entre los diferentes autores de la evidencia científica. En consecuencia, a la revisión sistemática, el aprendizaje inmersivo mediante el uso de aplicaciones digitales y tecnologías emergentes son un medio vanguardista para revolucionar la educación médica, potenciando el aprendizaje y práctica de los alumnos en entornos seguros. Sin embargo, es imperativo la orientación impartida por personal capacitado en el uso adecuado de las aplicaciones digitales que se empleen, para garantizar que los alumnos asimilen la información nueva de manera gradual y de esta forma evitar la sobrecarga cognitiva, de igual forma es importante que las instituciones universitarias brinden un acceso igualitario de las tecnologías emergentes que se usen en la enseñanza impartida.

Palabras clave: aprendizaje inmersivo, formación médica, tecnologías emergentes, salud digital.

Abstract. Immersive learning allows students to be immersed in a digital environment that enhances learning performance with the use of emerging technologies. For medical training, it has become relevant by enabling the simulation of procedures and diagnoses in a precise and safe manner. So, a systematic review was conducted from a qualitative analysis of the collected scientific literature, the review

approach addresses immersive learning, virtual reality, digital applications, innovation and medical education; the writing was developed using the PRISMA 2020 statement. The search was carried out in known databases; the inherence of the articles considered was open access, the language of publication spanish and english, as well as a publication range of 5 years. The ATLAS.ti software version 9.1.3.0 was used for the development of graphics, in which analysis dimensions were established such as: a main semantic network and four secondary ones derived from the main nodes, a word cloud and a Sankey diagram; each one of them shows the coincidence and interconnection of the information among the different authors of the scientific evidence. Consequently, to the systematic review, immersive learning through the use of digital applications and emerging technologies are a cutting-edge means to revolutionize medical education, empowering student learning and practice in safe environments. However, it is imperative that guidance is provided by trained personnel in the proper use of digital applications that are used, to ensure that students assimilate new information gradually and thus avoid cognitive overload, it is also important that universities provide equal access to emerging technologies used in teaching.

Keywords: Immersive learning, medical training, emerging technologies, digital health.

1 Introducción

El inicio de la era digital ha reestructurado las bases del saber y del conocimiento, ligados a los comportamientos, costumbres, modos de comunicación, pensamientos y la forma de percibir el entorno y que permite transformar múltiples áreas como la política, los negocios, medios de comunicación, arte, entre otros. De modo que, el rápido desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) adquiere importancia en la educación, para enriquecer el conocimiento y optimizar el aprendizaje ofreciendo accesibilidad a las fuentes de información y el manejo en la capacidad pedagógica (Morales et al., 2022).

La inclusión de las aplicaciones digitales en la formación profesional del estudiantado en la formación médica puede mejorar significativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que a mayor número de sentidos sensoriales involucrados habrá una mayor retención que favorece el aprendizaje (Rivera-Fernández et al., 2019).

Por ello, el uso y consumo de las TIC es un medio de aprendizaje digital aplicado en la educación, principalmente en el ámbito médico, que permiten implementar métodos autodirigidos que acceden reiterando a la información necesaria, sin limitaciones de periodos y espacios (Morales et al., 2022).

El aprendizaje inmersivo es una técnica de enseñanza que favorece en los estudiantes envolverse en un ambiente digital interactivo, al ofrecer distintas experiencias que logran la eficacia del aprendizaje y fomentar la motivación del aprendiz de forma vanguardista, de tal modo que los entornos con aprendizaje inmersivo son herramientas mediadoras entre la teoría y la práctica (Priego et al., 2023a).

Con este cambio hacia el aprendizaje inmersivo impulsado por aplicaciones digitales es reconocido como un catalizador crucial en la educación médica. Según estudios recientes, estas herramientas permiten simular procedimientos y diagnósticos de manera precisa y segura, también facilitan un aprendizaje activo y autodirigido que es esencial para el desarrollo profesional continuo en el campo de la medicina (Priego et al., 2023).

Actualmente, la combinación del aprendizaje activo y la exploración mediante el uso de métodos como pruebas de diagnóstico médico mejoran el rendimiento del aprendizaje al agregar la Realidad Virtual (RV) (Gloy et al., 2022).

El impacto en la transformación de las aplicaciones digitales ha innovado el ámbito de la educación, sobre todo en el aprendizaje inmersivo. En la última década, el desarrollo e implementación de tecnologías avanzadas como la RV, la Realidad Aumentada (RA) y los entornos de aprendizaje virtuales han creado oportunidades significativas para mejorar la experiencia educativa y fomentar un mayor compromiso en los estudiantes (Priego et al., 2023a).

La inclusión de tecnologías RV y RA, permiten experimentar situaciones casi reales en entornos 3D inmersivos y seguros, mejorando las habilidades técnicas y facilitar el aprendizaje práctico (Muñoz, 2023), por lo cual se puede transformar radicalmente las formas en que la educación se difunde y se absorbe en el entorno de aprendizaje, además de desempeñar un papel fundamental para facilitar la interacción entre estudiantes, educadores y el entorno educativo, lo que influye en cómo el conocimiento se procesa, internaliza y experimenta emocionalmente (Taghian et al., 2023).

La RA combina elementos generados por una computadora al mundo real y la RV emula experiencias reales haciendo uso de entornos 3D inmersivos y seguros. Diversos estudios respaldan que la RV favorece las habilidades técnicas y el aprendizaje práctico para ayudar en la experiencia. De tal manera que la realidad virtual es un medio vanguardista que se encuentra disponible y de acceso rápido para los estudiantes (Antón-Sancho et al., 2024).

El aprendizaje cimentado por RA mejora los resultados en diversos aspectos de la formación que incluye las habilidades cognitivas y las prácticas, además las sociales, fomentando la innovación, competencia y creatividad (Dhar et al., 2021a).

Las experiencias de las RV se pueden diseñar para que sean estimulantes y de fácil comprensión por el estudiantado, de manera que para crear experiencias con interacción parcial o totalmente inmersivas utilizando variables auditivas, visuales y sensoriales. En virtud de ello las simulaciones de RV, pueden realizarse de forma asincrónica, cuando y donde sea más viable para el estudiante (Kan et al., 2021a).

La RV integra señales del mundo real y de las arquitecturas de las computadoras, estas construyen realidades coherentes que complementan el mundo real y coexisten en el mundo virtual de manera que influyen en las experiencias cognitivas, ofreciendo interfaces avanzadas que implican la visión y el movimiento en ambientes 3D donde se genera interacción (Carmelo & Torres, 2022).

En la tecnología emergente RV potencia la comprensión de los estudiantes al visualizar de una manera mejorada y segura, proporcionando experiencias que ayudan a elevar el conjunto en sus conocimientos (Choi et al., 2024). Además, cautiva al usuario adentrándolo en un mundo creado totalmente por sistemas ópticos y monitores, incorporada en cascos de RV. La RA figura como una experiencia con interacción al entorno real que añade información creada por sistemas ópticos, presentados en forma de gafas (Taghian et al., 2023).

La Realidad Virtual Inmersiva (RVI) es parte de las tecnologías emergentes que envuelve al navegante en un entorno 3D mediante pantallas móviles con apariencia de cascos de realidad virtual, a diferencia de la RA, con la cual está vinculada, hace uso de la realidad virtual y lo incorpora al entorno real en formato de video mostrándolo en la pantalla del dispositivo (Kan et al., 2021a).

Dentro de la RV se menciona de la Realidad Virtual No Inmersiva (RVNI) es una experiencia que conecta con un ambiente simulado en el que el participante es consciente del entorno real (Antón-Sancho et al., 2024). El entorno virtual aparece en una pantalla basada en un monitor, sistemas de perspectiva óptica o sistemas video fluoroscópicos (Sun et al., 2023).

La realidad virtual mixta ofrece un entorno el cual nunca deja de ser físico y real, se caracteriza por combinar la realidad aumentada, holografías, inteligencia artificial y almacenamiento de datos (Carmelo y Torres 2022).

La relevancia de las tecnologías emergentes aplicadas a el aprendizaje inmersivo ha despertado interés de la comunidad médica para conocer el comportamiento de estas estrategias educativas de vanguardia por lo cual se realiza la siguiente pregunta de investigación ¿cómo el aprendizaje inmersivo con el uso de aplicaciones digitales ha innovado la educación médica?, por lo anterior esta investigación tiene como objetivo, analizar en la literatura científica existente los avances y usos sobre el aprendizaje inmersivo con aplicaciones de realidad virtual y aumentada en la educación médica.

2 Materiales y Métodos

Estrategia de búsqueda y selección

Se realizo una revisión sistemática de la literatura existente relacionada con el aprendizaje inmersivo con aplicaciones de realidad virtual y aumentada en la educación médica, usando para la redacción la declaración de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (Pagea et al., 2020). Para la recuperación de la información se usaron bases de datos como Pubmed, SCIeLO, Dialnet, ElSevier, BMC, Redalyc, Springer y Google scholar. Se utilizaron palabras clave para su búsqueda como «realidad aumentada», «realidad virtual», «inmersión», «aprendiza», «tics», «aprendizaje electrónico», «aprendizaje electrónico», «salud electrónica», «aplicaciones digitales», «formación médica», «educación médica» e «innovación» identificadas en el tesauro DeCS/MeSH con los operadores booleanos ((((innovation) AND (inmersion)) AND (virtual reality)) OR (augmented reality), ((((innovación) AND (inmersion)) AND (tics)) AND (formacion medica) OR (educación médica), ((((innovacion) AND (eLearning)) AND (eSALUD)) AND (educación médica), (((Aprendizaje inmersivo) AND (Formacion medica), (((Immersive learning) AND (Medical training), (((Aplicaciones

digitales) AND (Formacion medica), (((Digital aplications) AND (Medical training), (((Immersive learning) AND (Digital aplications) AND (Medical training) (Figura 1).

Criterios de selección y exclusión

La ponderación de los criterios de inclusión: publicaciones en español e inglés, periodo de recuperación del 2019 – 2024 y textos de acceso abierto. Los criterios de exclusión: aquellos estudios como tesis, monografías, resumen, artículos de pago y artículo en otros idiomas.

Para revisar la calidad metodológica y validez científica de los artículos, se utilizó el instrumento Tools for Selecting and Evaluating Scientific Articles for Research and Evidence-based Practice (ICrESAI-IMeCI) (Gómez-Ortega et al., 2013) que permitió el filtrado de 21 artículos (Tabla 1).

Para evaluar el nivel de calidad de los artículos, la herramienta Ameasurement Tool to Assess Systematic Reviews (AMSTAR-2) (Shea et al., 2017), y se consideró los siguientes criterios: el 1. que se refiere a la inclusión de artículos que abarcan los compontes PICO, el 2. que aborda que el reporte incluye declaración sobre método previo y justifica las desviaciones, el 3. donde se explica el diseño del estudio en la revisión, el 4. que evalúa la exhaustividad de la estrategia de búsqueda, el 7. que se enfoca en la evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos, el 13 que examina la consideración de la posibilidad de sesgo de publicación, y el 14. que valora la discusión sobre la heterogeneidad de los resultados que permitió la elegibilidad precisa y detallada de los artículos. Los criterios respaldaron el rigor metodológico y la credibilidad en el proceso de selección que garantizo la selección final de un total de 15 artículos.

Unidades de análisis

Los artículos seleccionados se importaron al software de análisis cualitativo ATLAS.ti versión 9.1.3.0 para un análisis más detallado, en los cuales los textos de los estudios se segmentaron en unidades significativas y se les asignaron códigos como: Educación, Salud, Formación médica, Aplicaciones digitales, TIC, Software, Tecnología portátil, Aplicaciones móviles, Aprendizaje inmersivo, Realidad aumentada, Realidad virtual inmersiva, Realidad virtual no inmersiva, Modelos anatómicos. Videos 3D, Realidad mixta, Sinergia de las Tecnologías emergentes con el Aprendizaje inmersivo, Innovación y Tecnologías emergentes.

También se construyeron redes conceptuales que mostraban las relaciones entre los diferentes códigos emergentes. Estas redes ayudaron a visualizar la interconexión entre los temas y subtemas clave identificados en los textos (Figura 2).

Además, para identificar las palabras y conceptos más frecuentemente mencionados en los estudios, se generó una nube de palabra. Esta visualización ayudo a resaltar los términos clave y los temas predominantes en la literatura revisada (Figura 7).

En el apartado de tablas de co-ocurrencia para realizar el diagrama de Sankey donde se representan los flujos y conexiones entre las diferentes categorías y sub-categorías, proporcionando una representación visual clara de la distribución y la relación entre los temas identificados (Figura 8).

Figura 1.

Diagrama de declaración de PRISMA 2020

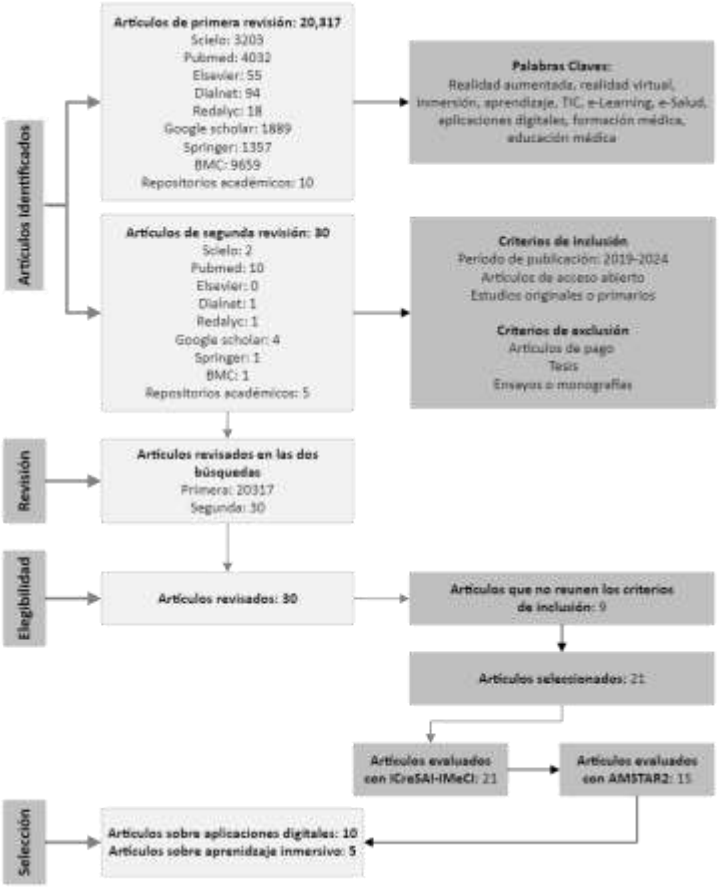


Tabla 1.

Instrumento basado en los criterios de elegibilidad ICreSAI-IMeCI

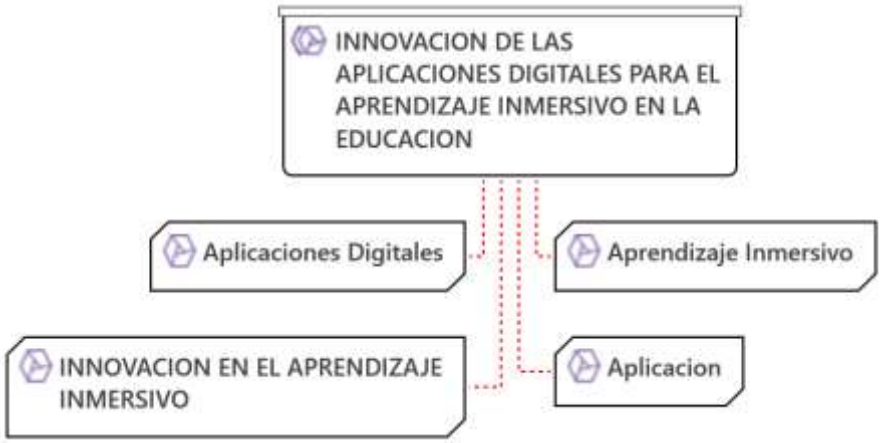
Título del articulo	Base de datos	Tipo articulo	Autor	año	Palabras claves	Metodología	Resultado
Evaluación de una experiencia de aprendizaje inmersivo en la forma ción propedéutica médica	Google scholar	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1Immersive Anatomy Atlas: learning Factual Medical Knowledge in a Virtual reality Environment	Pubmed	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Quantitative analysis of the use of virtual reality environments among higher education professors	Springer Open	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Clinical observation using virtual reality for dental education on surgical tooth extraction: A comparative study	BMC	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Las aplicaciones digitales como Herramienta didáctica para el estudio De la Parasitología Médica	Repositorios academicos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Referencias de orientación espacial en las App de anatomía 3D	Repositorios academicos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Evaluación entre pares estudiantes Con base en casos clínicos y dentro De un ambiente virtual	Repositorios academicos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aplicaciones del metaverso en medicina y Atención sanitaria	Repositorios academicos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Realidad Virtual Inmersiva para aprender la maniobra de intubación orotraqueal	Repositorios academicos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Virtual, Augmented, and Alternate Reality in Medical Education: Socially Distanced but Fully Immersed	Pubmed	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Augmented reality in medical education: students' experiences and learning outcomes	Pubmed	✓	✓	✓	✓	✓	✓

El aprendizaje inmersivo como alternativa educativa en contextos de emergencia	SCIELO	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aplicación de las nuevas tecnologías en Atención Primaria en el control del paciente con sobrepeso u obesidad y factores de riesgo cardiovascular	SCIELO	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aprendizaje digital móvil en la educación médica actual	DIALNET	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Virtual and augmented reality in critical care medicine: the patient's, clinician's, and researcher's perspective	Pubmed	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Virtual and augmented reality in intensive care medicine: a systematic review	Pubmed	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Medicine and the metaverse: current applications and future	Pubmed	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Virtual and Augmented Reality Applications in Medicine: Analysis of the Scientific Literature	Pubmed	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Virtual and augmented reality in biomedical engineering	Pubmed	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Application of Virtual and Augmented Reality Technology in Hip Surgery: Systematic Review	Google Academico	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mobile digital learning in today's medical education	Dialnet	✓	✓	✓	✓	✓	✓

3 Resultados y discusiones

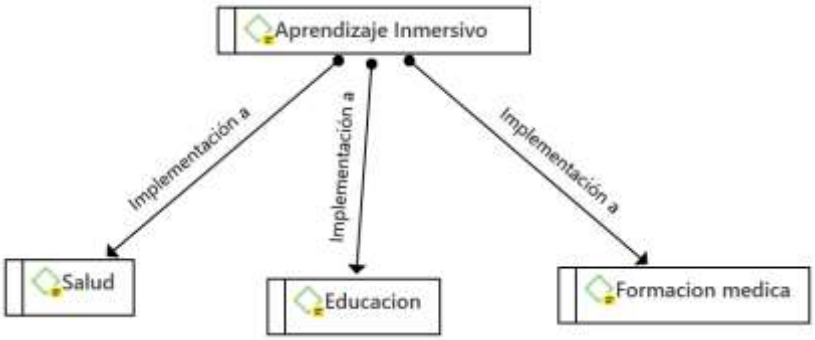
La información identificada en la evidencia científica se representó en cuatro subredes redes interconectadas a la innovación de las aplicaciones digitales, que abordan diferentes aspectos del aprendizaje inmersivo y su integración con aplicaciones digitales e innovación (Figura 2).

Figura 2.
Innovación de las aplicaciones digitales para el aprendizaje inmersivo en la educación medica



La dimensión innovación mostro que el aprendizaje inmersivo tiene aplicaciones amplias y multifacéticas, impactando de manera significativa en la salud, la educación general y la formación médica específica. Esta estructura visual representada por una red de códigos ayudó a destacar las interconexiones y a comprender mejor cómo se implementan estas tecnologías en diferentes contextos (Figura 3).

Figura 3.
Implementación del aprendizaje inmersivo



En cuanto a la dimensión de tecnologías emergentes mostro como las aplicaciones digitales son software y que a su vez forman parte de las TIC, con capacidad de transportarse fácil y generalmente ejecutadas en los sistemas operativos de los teléfonos inteligentes, por estas características son consideradas tecnología portátiles y móviles. Para la cual se diseñó

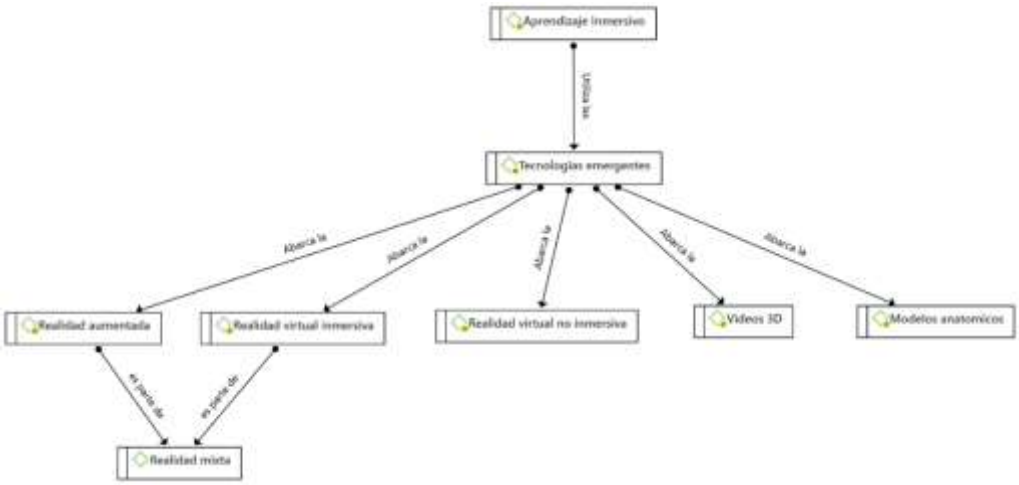
una red de códigos que ayudó a resaltar las interconexiones y mejorar la compresión de como estas tecnologías emergentes se implementan (Figura 4).

Figura 4.
Aplicaciones digitales

En la dimensión de las tecnologías emergentes incorporadas en el aprendizaje inmersivo permite identificar cómo cada tecnología contribuye al aprendizaje inmersivo. Los modelos anatómicos y los videos 3D se utilizan en las aplicaciones, mostrando su versatilidad y eficacia y la Realidad Mixta emerge como una tecnología que engloba lo mejor de RA y RV, proporcionando experiencias de aprendizaje interactivas y envolventes. El resultado fue una red de códigos que ejemplifico el vanguardismo del aprendizaje inmersivo con el uso de las tecnologías emergentes (Figura 5).

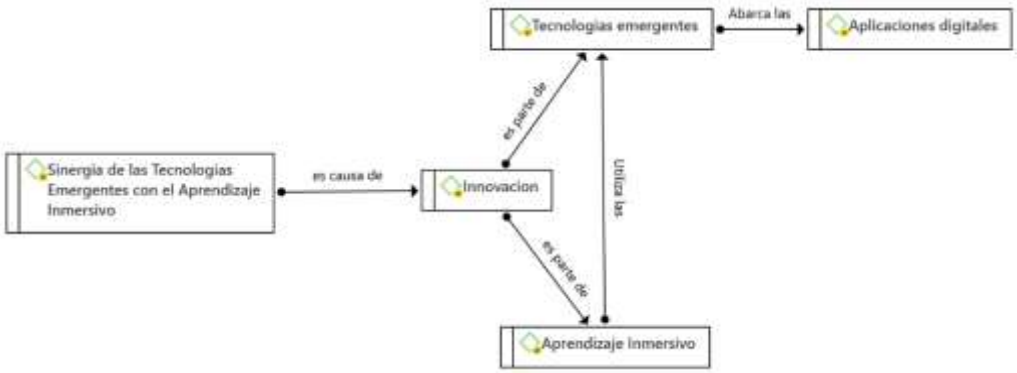
Figura 5.

Las tecnologías emergentes incorporadas en el aprendizaje inmersivo



Por último, la dimensión de la sinergia de las tecnologías emergentes con el aprendizaje inmersivo ilustra como las tecnologías emergentes se conecta con el aprendizaje inmersivo, indicando que estas tecnologías forman la base de las experiencias inmersivas formando una innovación mostrando que las aplicaciones son las plataformas a través de las cuales se implementan y gestionan las experiencias inmersivas y tecnologías emergentes (Figura 6).

Figura 6.
Sinergia de las tecnologías emergentes con el aprendizaje inmersivo



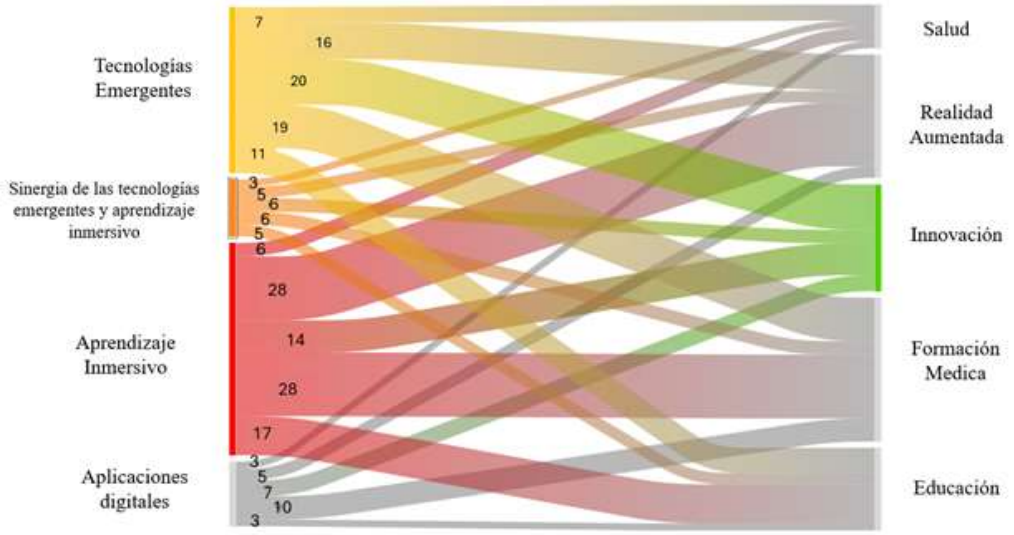
A través de la evidencia científica se formó una nube de palabras que proporciona un panorama general de los términos hallados con más frecuencia, a mayor tamaño de las palabras representa una mayor afluencia, de tal modo que se observa como el aprendizaje inmersivo, la RV, la educación y los contextos de emergencia convergen en una relación. Igualmente, se enlazan a entornos de simulación aplicados a estudiantes de medicina que potencian el desarrollo de su conocimiento, enseñanza y evaluación mediante tecnologías emergentes. Esto proporciona una perspectiva global sobre cómo se están abordando y conceptualizando estos temas en la investigación actual (Figura 7).

Figura 7.
Nube de palabras generado en ATLAS Ti

El diagrama de Sankey destacó un flujo de información de 28 citas conectadas a formación médica y RA respectivamente. Se observo que en la variable tecnologías emergentes el flujo de información demostró mayor relevancia con 20 citaciones hacia innovación, 19 citaciones que fluyeron hacia la formación médica y 16 citaciones que conectaron hacia RA. Con respecto a la variable de aplicaciones digitales el flujo de información se dirigió hacia formación médica con 10 citaciones y 7

citaciones que fluyeron hacia innovación. De forma que en la variable de la sinergia de las tecnologías emergentes y el aprendizaje inmersivo el flujo de información se dirigió hacia innovación y formación médica con 6 citaciones respectivamente. Estos resultados demostraron la interconexión entre todas las variables, aunque con diferente magnitud (Figura 8).

Figura 8.
Diagrama de Sankey generado en ATLAS Ti



4 Discusión

En palabras de Morales (2023) la innovación ofrecida por el avance de las tecnologías emergentes juega un papel muy importante en la educación médica dado que ayuda a mejorar el aprendizaje y las habilidades clínicas fomentando equidad en la educación médica. De modo que la generalización del uso de estas tecnologías no garantiza el acceso igualitario de la misma información a todos los alumnos por igual.

En comparación Dhar et al. (2021) defiende que el uso de tecnologías emergentes proporciona medios de contenidos que mejoran las experiencias de los alumnos y su aprendizaje, son adecuadas para mejorar las habilidades prácticas y diferentes técnicas quirúrgicas. Por lo que se consideran importantes para complementar en conocimiento teórico, pues ayuda a los alumnos a incursionar seguramente en la atención clínica.

De acuerdo con Taghian et al. (2023) resalta a las tecnologías emergentes por transformar las interacciones, las experiencias, la percepción de las cosas y el entorno. Aunado a Priego et al. (2023) las tecnologías emergentes buscan dar continuidad a las formas de enseñanza y apoyo a los estudiantes, diferentes universidades migraron de aulas tradicionales a aulas virtuales, este modelo híbrido cuenta con las ventajas de incluir un aprendizaje acelerado, confianza de los estudiantes y mejores resultados. De forma que la reciente crisis sanitaria ha obligado al sistema educativo a encontrar formas vanguardistas para continuar con la educación, es por

ello qué implementando el aprendizaje inmersivo se busca complementar la enseñanza en la formación médica y otras áreas mediante el uso de diferentes dispositivos y aplicaciones tecnológicas.

En las actuales aplicaciones de la RV Kan Yeung et al. (2021) afirma que se ha empleado para entrenar y evaluar la memoria episódica de población de edad avanzada en entornos simulados de la vida cotidiana que buscan gestionar diferentes problemas emocionales. El uso de la RV no sólo se limita el ámbito educativo, es importante destacar su incursión como medio de terapia dentro de los centros de rehabilitación.

Muñoz-López et al. (2023) muestra a la RVI como herramienta complementaria en una búsqueda para aportar a los profesionales de la salud y los estudiantes conocimientos que le permitan al alumno familiarizarse con diferentes procedimientos médicos antes de ejecutarlos en una práctica real. Actualmente, contar con las herramientas necesarias que le permitan al alumno en formación médica desarrollar la confianza y habilidades necesarias para la atención a los pacientes es de vital importancia para mejorar el sistema de salud. Cabe mencionar que Rivera-Fernández et al. (2019) defiende una postura similar para el aprendizaje inmersivo al decir que debe usarse como complemento de métodos de enseñanza tradicionales. De modo que el aprendizaje inmersivo refuerza y suplementa la enseñanza tradicional, no busca sustituir el aprendizaje tradicional sino cimentar conocimientos sólidos y mejoras las habilidades actuales.

Ante el cambio dentro del sistema educativo tradicional Gloy et al. (2022) considera a la probabilidad para que la RV reemplace el aprendizaje tradicional es baja, sin embargo, la RV se ha convertido en un apoyo significativo de aprendizaje y consolidación de conocimiento, ejemplo de ello esa es el aprendizaje en los cursos de anatomía pues facilita el conocimiento, de tal manera que el aprendizaje inmersivo se asume como un puente que permite el cambio educacional. Es importante destacar que actualmente existe mayor facilidad para el acceso a la información, lo que ha generado un fenómeno de sobreinformación, por lo que el alumno debe contar con las habilidades necesarias para localizar fuentes de información confiable.

Finalmente, D'Angelo (2021) expresa que al implementar el aprendizaje inmersivo es necesario conocer los procesos cognitivos, no solo por parte del docente sino del alumno, lo que ayudará a autorregular su propio aprendizaje. Es necesario que se enseñe a pensar antes de usar las herramientas. El funcionamiento de los procesos cognitivos permite utilizar al máximo las herramientas del aprendizaje inmersivo, pues de forma empírica se puede conocer el funcionamiento de las tecnologías emergentes, pero este método no garantiza el aprovechamiento de su potencial, es necesario aprender a aprender.

5 Conclusiones

Se revisó que las aplicaciones digitales inmersivas, tales como la RV, la RA y los simuladores de realidad mixta, ofrecen un potencial significativo para revolucionar la educación médica. Los estudios que se revisaron indican que estas tecnologías no solo mejoran la retención de conocimientos y habilidades de los estudiantes, sino

que también incrementan su motivación y compromiso en el proceso de aprendizaje.

Las aplicaciones digitales inmersivas permiten crear entornos de aprendizaje altamente interactivos y seguros, donde los estudiantes pueden practicar procedimientos médicos complejos sin riesgo para los pacientes. Además, estas herramientas ofrecen oportunidades de aprendizaje personalizadas y adaptadas a diferentes estilos de aprendizaje, fundamental en la formación médica.

El uso de las aplicaciones digitales en la formación médica es un factor importante del aprendizaje inmersivo, de manera que es necesaria la orientación de los alumnos por los responsables de la formación médica versados en el funcionamiento óptimo de las aplicaciones digitales de las cuales se hagan uso. Esto permitirá el máximo aprovechamiento de las herramientas y características que ofrece cada aplicación digital ya que el abordaje adecuado permitirá al alumno la asimilación gradual de la información y evitará la perplejidad causada por la nueva información.

No obstante, la implementación de estas tecnologías enfrenta varios desafíos. Entre ellos se encuentran los altos costos de desarrollo e implementación de estas, la necesidad de infraestructuras tecnológicas adecuadas y la capacitación de los docentes para su uso efectivo. Además, la heterogeneidad en los diseños de estudio y la falta de estandarización en la evaluación de resultados dificultan la comparación directa entre diferentes investigaciones.

Referencias bibliográficas:

Antón-Sancho, Á., Vergara, D., & Fernández-Arias, P. (2024). Quantitative analysis of the use of virtual reality environments among higher education professors. Smart Learning Environments, 11(1). https://doi.org/10.1186/s40561-024-00299-5

Bruno, R. R., Wolff, G., Wernly, B., Masyuk, M., Piayda, K., Leaver, S., Erkens, R., Oehler, D., Afzal, S., Heidari, H., Kelm, M., & Jung, C. (2022). Virtual and augmented reality in critical care medicine: the patient's, clinician's, and researcher's perspective. Critical Care, 26(1). https://doi.org/10.1186/s13054-022-04202-x

Callejas Gil, I., Bartolomé Moreno, C., Magallón Botaya, R., Bona Otal, M., Bravo Andrés, R., & Vera Colás, M. (2023). Aplicación de las nuevas tecnologías en Atención Primaria en el control del paciente con sobrepeso u obesidad y factores de riesgo cardiovascular. Revista Clínica de Medicina de Familia. https://doi.org/10.55783/rcmf.160304

Carmelo, Á., & Torres, P. (2022). El aprendizaje inmersivo como alternativa educativa en contextos de emergencia Immersive learning as an educational alternative in emergency contexts. PODIUM. https://doi.org/10.31095/podium.202

Choi, Y., Lee, M., Kim, J., & Park, W. (2024). Clinical observation using virtual reality for dental education on surgical tooth extraction: A comparative study. BMC Medical Education, 24(1). https://doi.org/10.1186/s12909-024-05605-w

D'Angelo, V. (2021). Referencias de orientación espacial en las App de anatomía 3D. Revista Española de Educación Médica, 2(2), 54–71. https://doi.org/10.6018/edumed.473331

Dhar, P., Rocks, T., Samarasinghe, R. M., Stephenson, G., & Smith, C. (2021). Augmented reality in medical education: students' experiences and learning outcomes. In Medical Education Online (Vol. 26, Issue 1). Taylor and Francis Ltd. https://doi.org/10.1080/10872981.2021.1953953

Gloy, K., Weyhe, P., Nerenz, E., Kaluschke, M., Uslar, V., Zachmann, G., & Weyhe, D. (2022). Immersive Anatomy Atlas: Learning Factual Medical Knowledge in a Virtual Reality Environment. Anatomical Sciences Education, 15(2), 360–368. https://doi.org/10.1002/ase.2095

Hulsen, T. (2024). Aplicaciones del metaverso en medicina y atención sanitaria. In Advances in Laboratory Medicine. Walter de Gruyter GmbH. https://doi.org/10.1515/almed-2024-0004

Jones, C., Jones, D., & Moro, C. (2021). Use of virtual and augmented reality-based interventions in health education to improve dementia knowledge and attitudes: An integrative review. In BMJ Open (Vol. 11, Issue 11). BMJ Publishing Group. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-053616

Jung, C., Wolff, G., Wernly, B., Bruno, R. R., Franz, M., Schulze, P. C., Silva, J. N. A., Silva, J. R., Bhatt, D. L., & Kelm, M. (2022). Virtual and Augmented Reality in Cardiovascular Care: State-of-the-Art and Future Perspectives. In JACC: Cardiovascular Imaging (Vol. 15, Issue 3, pp. 519–532). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2021.08.017

Kan Yeung, A. W., Tosevska, A., Klager, E., Eibensteiner, F., Laxar, D., Stoyanov, J., Glisic, M., Zeiner, S., Kulnik, S. T., Crutzen, R., Kimberger, O., Kletecka-Pulker, M., Atanasov, A. G., & Willschke, H. (2021). Virtual and augmented

reality applications in medicine: Analysis of the scientific literature. In Journal of Medical Internet Research (Vol. 23, Issue 2). JMIR Publications Inc. https://doi.org/10.2196/25499

Kanschik, D., Bruno, R. R., Wolff, G., Kelm, M., & Jung, C. (2023). Virtual and augmented reality in intensive care medicine: a systematic review. In Annals of Intensive Care (Vol. 13, Issue 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1186/s13613-023-01176-z

Kassutto, S. M., Baston, C., & Clancy, C. (2021). Virtual, Augmented, and Alternate Reality in Medical Education: Socially Distanced but Fully Immersed. In ATS Scholar (Vol. 2, Issue 4, pp. 651–664). American Thoracic Society. https://doi.org/10.34197/ats-scholar.2021-0002RE

Morales Navarro, D., Para, A., & Claves, P. (2022). Mobile digital learning in today's medical education. Revista Habanera de Ciencias Medicas. http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/4597

Muñoz-López, A., Remolar, I., Suarez, J. D., & Miralles, I. (2023). Realidad Virtual Inmersiva para aprender la maniobra de intubación orotraqueal. EUROGRAPHICS DIGITAL LIBRARY. https://doi.org/10.2312/ceig.20231145

Priego Álvarez, H. R., Quintana, Q., Córdova Hernández, J. A., & García, J. (2023). Evaluación de una experiencia de aprendizaje inmersivo en la Formación Propedéutica Médica. In Revista Conrado (Vol. 19, Issue 93). https://orcid.org/0000-0002-7340-3404

Rad, A. A., Vardanyan, R., Lopuszko, A., Alt, C., Stoffels, I., Schmack, B., Ruhparwar, A., Zhigalov, K., Zubarevich, A., & Weymann, A. (2022). Virtual and Augmented Reality in Cardiac Surgery. Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery, 37(1), 123–127. https://doi.org/10.21470/1678-9741-2020-0511

Rivera-Fernández, N., García-Dávila, P., & Alpuche Hernández, A. (2019). Las aplicaciones digitales como herramienta didáctica para el estudio de la Parasitología Médica. *Investigación En Educación Médica*, *8*(31), 64-71. https://doi.org/10.22201/facmed.20075057e.2019.31.18121

Sun, P., Zhao, Y., Men, J., Ma, Z. R., Jiang, H. Z., Liu, C. Y., & Feng, W. (2023). Application of Virtual and Augmented Reality Technology in Hip Surgery:

Systematic Review. In Journal of Medical Internet Research (Vol. 25). JMIR Publications Inc. https://doi.org/10.2196/37599

Taghian, A., Abo-Zahhad, M., Sayed, M. S., & Abd El-Malek, A. H. (2023). Virtual and augmented reality in biomedical engineering. In BioMedical Engineering Online (Vol. 22, Issue 1). BioMed Central Ltd. https://doi.org/10.1186/s12938-023-01138-3

Venkatesan, M., Mohan, H., Ryan, J. R., Schürch, C. M., Nolan, G. P., Frakes, D. H., & Coskun, A. F. (2021). Virtual and augmented reality for biomedical applications. In Cell Reports Medicine (Vol. 2, Issue 7). Cell Press

Conflicto de intereses.

Los autores declaramos no tener conflictos de intereses

Contribuciones de los autores.

No aplica