

**La realidad virtual para el aprendizaje de los fenómenos físicos, una revisión
bibliográfica al estado del arte.**

Autor: Jimmy Raul Rocha Valbuena Correo: rochaji1980@gmail.com

**Virtual reality for learning physical phenomena, a bibliographic review of the state
of the art**

RESUMEN

El presente artículo presenta una revisión bibliográfica del estado del arte, con relación al estudio de la realidad virtual como mediación, para el aprendizaje de los fenómenos físicos. En la primera parte se realiza una introducción, en donde se presenta la problemática con relación a la falta de laboratorios y prácticas en la enseñanza de las ciencias naturales en las escuelas de Latinoamérica; por lo tanto, se justifica realizar un estudio, que permita evidenciar si la realidad virtual logra mejorar el aprendizaje y la comprensión de los fenómenos físicos, para buscar remplazar las practicas con laboratorios tradicionales. Con la ecuación de búsqueda adecuada, se logró filtrar los artículos que están relacionados con el tema de estudio presentado.

Palabras clave: realidad virtual, mediación, aprendizaje, fenómenos, física

ABSTRACT

This article presents a bibliographic review of the state of the art in relation to the study of virtual reality as a mediation for the learning of physical phenomena. In the first part, an introduction is made, where the problem is presented in relation to the lack of laboratories and practices in the teaching of natural sciences in Latin American schools; Therefore, it is justified to carry out a study to demonstrate whether virtual reality

manages to improve learning and understanding of physical phenomena, to seek to replace practices with traditional laboratories. With the appropriate search equation, it was possible to filter the articles that are related to the topic of study presented.

Key words: virtual reality, mediation, learning, phenomena, physics

INTRODUCCIÓN

En América Latina el 88% de las escuelas no cuentan con laboratorios de ciencias, teniendo en cuenta cifras proporcionadas por el Banco Interamericano de desarrollo BID, de acuerdo con Reveduc (2019); este informe de manera adicional evidencia como los maestros no tienen herramientas para fortalecer los procesos experimentales en las aulas y por lo tanto, los estudiantes no cuentan con prácticas en laboratorios. Entre otras razones se encuentran los altos costos de los equipos y el soporte que se requiere para el mantenimiento de los laboratorios. En este informe, también se muestra la importancia de promover en los estudiantes, el aprendizaje de las ciencias y la física para motivar a los alumnos a continuar una carrera con enfoque STEM.

Esta deficiencia se opone a lo propuesto por El Consejo Nacional de Investigación en los Estados Unidos (2012) o National Research Council, quien propuso el término “prácticas científicas”, en donde se plantea que se debe promover el hacer ciencia empleando el llamado “método científico”, para obtener actividades de observación, experimentación y experiencias.

La importancia de la experiencia en el aprendizaje tiene varios referentes teóricos, entre ellos Dewey (2014), en su obra experiencia y educación, quien considera que las practicas pedagógicas al comienzo del siglo anterior, fueron demasiado enciclopedistas; el propone una perspectiva experiencial en donde los estudiantes tengan un aprendizaje activo, que involucre la educación científica con el uso del método científico, por medio de la experiencia, para que se compruebe el conocimiento fomentando el pensamiento de alto nivel.

En esa postura teórica se encuentra Kolb (2012), quien propone un modelo en donde la construcción del conocimiento involucra experiencias, por medio de cuatro fases; en la primera los estudiantes se acercan al conocimientos por medio de la inmersión, en la segunda fase los estudiantes realizan procesos de reflexión y análisis sobre los conceptos estudiados, involucrando experiencias prácticas que permitan la observación; en la tercera fase se pretende ya una conceptualización abstracta de lo observado en la fase anterior, con el refuerzo de elementos como videos y lecturas y en la cuarta fase se proyecta emplear los conceptos aprendidos por medio de otras experiencias, que permitan la solución de problemas en donde se empleen los conceptos aprendidos.

Desde este escenario es necesario buscar alternativas que permitan que los estudiantes logren tener experiencias y prácticas en las aulas, con el objetivo de comprender los fenómenos de las ciencias y la física en particular; en ese sentido, la reducción en costos de las herramientas tecnológicas que permiten tener nuevas experiencias y realidades como la virtual, posiblemente permitan que los estudiantes tengan estos procesos de igual manera al que se tiene con prácticas y laboratorios tradicionales. Sin embargo, se requieren de la investigación en profundidad de esta

suposición, para corroborar si efectivamente con la realidad virtual como mediación experiencial, se logra que los estudiantes aprendan más, que por mediaciones tradicionales sobre los fenómenos de la física y la ciencia.

Este es el objetivo del proyecto de investigación de la tesis doctoral del cual se evidencia en este artículo, la construcción de su estado de arte, que pretende profundizar sobre los diferentes trabajos que han investigado, acerca de cómo la realidad virtual puede ayudar en los procesos de aprendizaje y enseñanza, en particular de la física y las ciencias naturales.

METODOLOGIA

Se realizó una revisión sistemática, la búsqueda fue en el año 2023, en las bases de datos Scielo, Scopus, Redalyc, Latindex, Dialnet y Google académico; incluyendo operadores booleanos OR y AND, relacionando los conceptos de realidad virtual, realidad aumentada, laboratorio, práctica, experimentación, aprendizaje, física, comprensión y aprendizaje. Después de realizar procesos de síntesis de las categorías y palabras clave, para el caso particular de Scopus, se efectuaron búsquedas realizando las combinaciones de las siguientes categorías y palabras clave:

TITLEABSKEY (((*virtual AND reality*) OR (*augmented AND reality*) OR (*laboratory AND practices*) OR (*experimentation*)) AND ((*learn AND physics*) OR (*understand AND physics*))).

La revisión se realizó desde el año 2018 hasta el 2023, inicialmente se obtuvieron 115 artículos publicados, principalmente en inglés y español. Mediante el software VOSVIEWER, se realiza un análisis bibliométrico en donde se obtiene el siguiente mapa de calor, que permite identificar los autores con mayor relevancia.

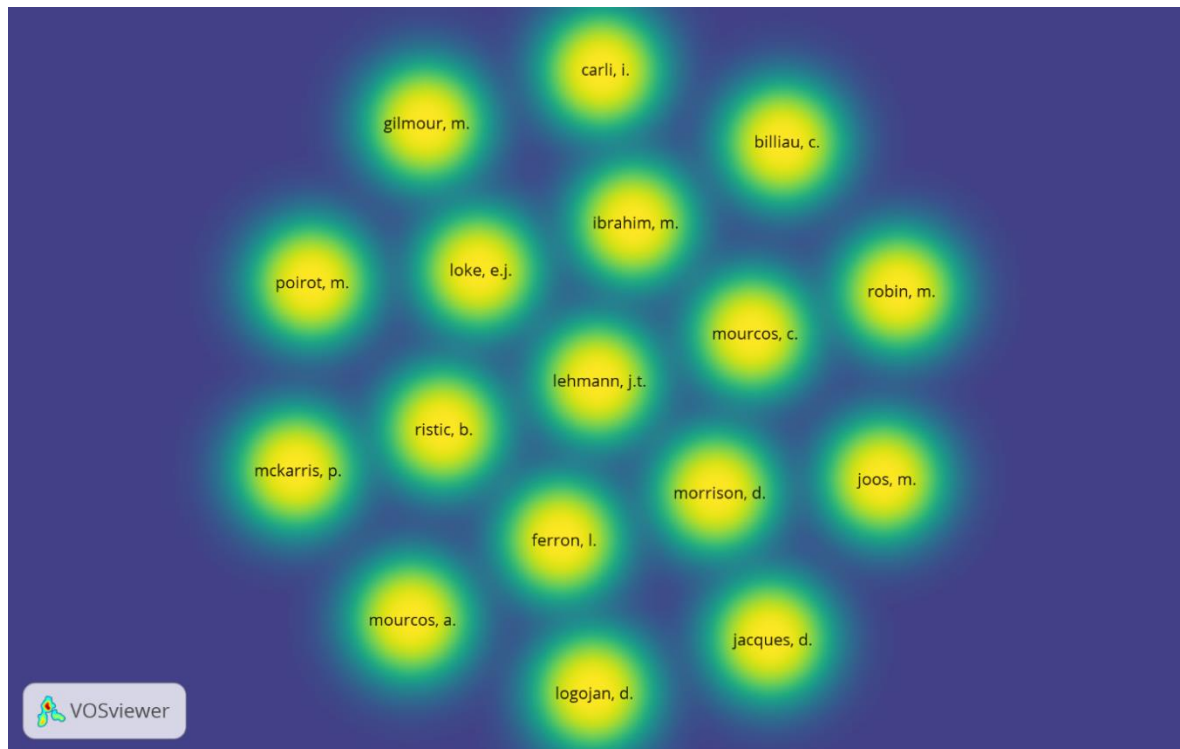


Figura 1. Autores con mayor relevancia en estudios de realidad virtual para el aprendizaje de los fenómenos físicos.

El mismo software, nos permite realizar un mapa de relación de las principales palabras clave y sus relaciones principales, que se muestra en la siguiente figura:

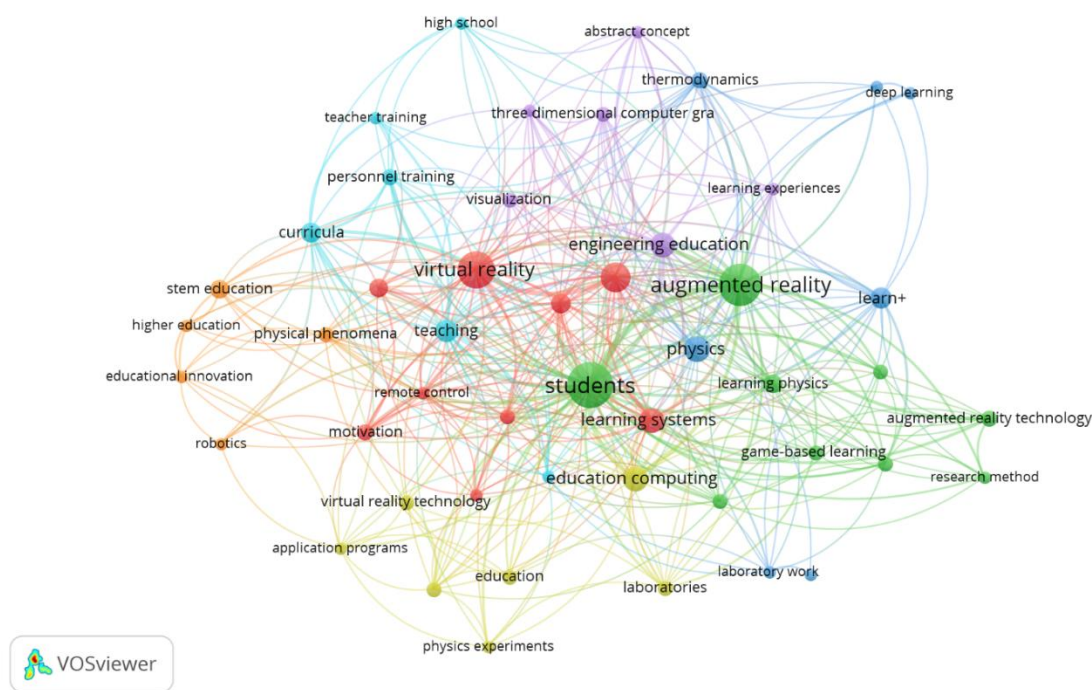


Figura 2. Categorías con mayor relevancia en estudios de realidad virtual para el aprendizaje de los fenómenos físicos.

Se observa que las categorías con mayor relevancia son, realidad virtual, realidad aumentada, estudiantes, enseñanza, fenómenos físicos, física, aprender física; y otros términos relacionados como educación STEM, experiencias de aprendizaje, aprendizaje basado en juegos, currículo, motivación, robótica y aprendizaje profundo, entre otros. Posteriormente, para realizar el proceso de filtro, se tuvieron en cuenta los criterios de seleccionar artículos que tuvieran relación con las categorías principales de realidad virtual y aprendizaje de la física o de los fenómenos físicos. De esta manera, se redujo la selección a 54 documentos; adicionalmente se descartaron 6 documentos que no se aseguraba que fueron de calidad, además se descartaron otros 5, que no estaban relacionados con las categorías de estudio. Finalmente se redujo la revisión a 43 documentos que se centran en las categorías propuestas en la investigación.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Se realizó la revisión de los diferentes artículos, analizando en particular el objeto de estudio y los resultados que las diferentes investigaciones lograron y las conclusiones.

Samar (2022), realiza una investigación como proyecto de tesis doctoral, donde buscó investigar, cual es el efecto de la tecnología de realidad virtual para mejorar la educación STEM, centrándose en los procesos de aprendizaje, interacción y accesibilidad. El enfoque del estudio fue mixto, con componentes cuantitativo y cualitativo; buscando estudiar si el uso de la realidad virtual en remplazo de laboratorios tradicionales de ciencias, permite un mejor nivel de aprendizaje, además de una mejor precisión y eficacia en las actividades didácticas, para esto, se realizaron pruebas de conocimientos previos a la intervención y adicionalmente se utilizó un sistema de recopilación de información, por medio de una aplicación para móviles. Se comparó el uso en el aula de realidad virtual inmersiva empleando cascos, con la realidad virtual de escritorio y con mediaciones didácticas empleando textos en 2D.

Entre los resultados y conclusiones se encontró una diferencia significativa en algunas áreas evidenciando que la realidad virtual sumergida con cascos, funciona mejor, ayudando a la optimización de tareas con una mayor precisión y eficiencia. En el componente cualitativo se incorporaron análisis de las experiencias de los alumnos y se utilizó la realidad virtual inmersiva, observándose unos resultados positivos en aspectos, como las capacidades de aprendizaje, la facilidad del uso, el compromiso y la

satisfacción de los estudiantes. Entre las conclusiones se encontró, que el éxito del uso de la realidad virtual para la educación STEM, implica realizar diseños cuidadosos de las actividades didácticas en su implementación, para lograr integrar en la práctica los visores de realidad virtual; pero es evidente que se deberían proponer más actividades con experiencias de aprendizaje en las ciencias, con el uso de realidad virtual (concepto denominado Science VR), pues tienen efectos positivos en los proceso de aprendizaje de los alumnos.

Gwendolin (2021), realiza un estudio para investigar sobre los resultados en el aprendizaje de diferentes enfoques de apoyo, internos y externos, utilizando el modelo extendido de aprendizaje inmersivo con realidad virtual (EMIL VR), en donde se describen los procesos subyacentes de aprendizaje y los factores más importantes que influyen en los resultados del aprendizaje de los alumnos. El estudio el modelo de aprendizaje extendido inmersivo con realidad virtual EMIL VR, basándose en tres estudios empíricos, donde se compararon los distintos enfoques de apoyo, teniendo un grupo de control mientras que se realizan procesos de enseñanza con realidad virtual.

Un primer grupo empleaba anotaciones a mano como soporte al VRLE (Entorno de aprendizaje con realidad virtual) y se comparó con el grupo que empleaba VRLE, pero que no tenían anotaciones; en el segundo grupo se emplearon textos indicadores como apoyos internos y en el tercer grupo se realizó una combinación de apoyos externos e internos. Entre los resultados y conclusiones se observaron los enfoques con apoyos, mejorando los resultados de aprendizaje en los tres grupos, pero es evidente la necesidad de apoyar a los estudiantes, con entornos de aprendizaje empleando realidad virtual VRLE. También, se observó cómo se logran mejoras de aprendizaje, desde que

se seleccionaron diferentes enfoques de apoyo, en donde se realizan subprocesos desafiantes, al tiempo que se aprende empleando realidad virtual. El diseño empleando VRLE debe ser pragmático, promoviendo activaciones estratégicas y formas eficientes de fomentar el aprendizaje con experiencias en realidad virtual VR. Se plantea para futuras investigaciones, incorporar procesos con VRLE adaptativos, incluyendo inteligencia artificial para el apoyo de los estudiantes en una ruta de aprendizaje individual, con el objetivo de mejorar la percepción, el procesamiento y la integración de los contenidos para lograr aprendizajes complejos, modificando la cultura del aprendizaje.

Rahman (2019), realizó una investigación de tesis doctoral en la universidad American College of Education, en Dallas Texas USA, titulada: "The Effect of 3D Virtual Reality Technologies on Learning: A Qualitative Research". Esta investigación, incluyó las experiencias de 21 maestros que utilizaron realidad aumentada, realidad virtual, impresión 3D y hologramas en escuelas de educación intermedia. La metodología que utilizó el estudio fue cualitativo fenomenológico, en donde se recopilaron las experiencias por un periodo de dos años, empleando encuestas disponibles en formularios en la web, entre las preguntas se encontraban algunas relacionadas con las experiencias, que tuvieron los maestros y las percepciones de los docentes, sobre la eficacia de emplear estas tecnologías para mejorar el aprendizaje de los estudiantes y las mejores maneras de involucrar estas tecnologías en los procesos de enseñanza.

Entre los resultados, se observó que la mayoría de los docentes de Illinois en Estados Unidos, que se incluyeron en el estudio tuvieron experiencias positivas, cuando se utilizaron las herramientas de realidad aumentada y virtual, además de lograr mejores

resultados en el aprendizaje de los alumnos y mejoras en la calidad del aprendizaje. Entre las conclusiones se verifican, que en los currículos a futuro se deberían incluir herramientas, mediaciones y estrategias que promuevan la participación activa de los estudiantes, donde se incentive la creatividad, la investigación, la colaboración y la toma de riesgos.

Sonta (2019), realizó un estudio de tesis doctoral, en donde se buscó investigar las experiencias de los estudiantes utilizando realidad virtual para realizar “viajes virtuales”, en séptimo grado. En particular se trató de estudiar la forma de como los estudiantes responden al uso de la realidad virtual en las clases, en su componente emocional, cognitivo y físico. Este estudio fue de tipo fenomenológico. El estudio utilizó análisis de datos basándose en la información obtenida en entrevistas, evaluaciones y en observaciones de los estudiantes cuando participaban y realizaban “viajes con realidad virtual”. El uso de la fenomenología, como método de investigación permitió que en la investigación se encontrara el sentido y las cualidades importantes teniendo en cuenta lo que se observó en las experiencias de los alumnos.

Entre los resultados se encuentra que los alumnos, que realizaron inmersiones con realidad virtual lograron una recuperación y retención de información detallada de los “viajes virtuales realizados”. Los estudiantes lograron expresar elementos de estos viajes, como si hubieran estado físicamente en estos lugares; lograron realizar descripciones y referencias de entornos, objetos y elementos que observaron. Adicionalmente, algunas respuestas físicas de los alumnos que estuvieron al interior de los “viajes virtuales”, incluyeron movimientos como agacharse, saltar, señalar y estirarse en la actividad. Cuando se realizaron las entrevistas, ellos lograron recordar bastantes detalles de los “viajes virtuales”, con recuerdos detallados, evocando eventos

específicos, que permiten concluir que estos procesos son muy provechosos en la enseñanza de los conceptos de geográfica para estudiantes de nivel intermedio.

Nana (2021), realizó una investigación como tesis doctoral en la Seton Hall University, New Jersey USA, en donde se buscó investigar el efecto de emplear las tecnologías de realidad aumentada y virtual, en estudiantes desde pre jardín hasta grado 12. Además de estudiar las experiencias realizadas con el uso de estas tecnologías, también se estudió la percepción de los docentes que emplearon estas tecnologías en los beneficios para la enseñanza. El estudio utilizó una metodología fenomenológica, para tratar de comprender lo visualizado con relación a las experiencias y las percepciones de los docentes que utilizaron la realidad aumentada o virtual en las clases. Entre los resultados, se encontró que la utilización de estas tecnologías demostrando un efecto positivo en el aprendizaje de los estudiantes. Adicionalmente, los primeros docentes que utilizan estas tecnologías pueden ser voceros para otros educadores, mostrando estos beneficios, sin embargo, la etapa de la crisis sanitaria por la pandemia del Covid 19, afectó el estudio, para lograr un mayor avance en el uso de estas tecnologías en los procesos de enseñanza.

Pirker (2018), buscó investigar y discutir estrategias para emplear tecnologías que permitan contar con entornos de aprendizaje que promuevan la motivación, entre estas, se utilizaron nuevas tecnologías como la realidad virtual, para lograr que la educación STEM sea más interesantes para los alumnos buscando crear entornos de aprendizaje que motiven a estudiantes, basándose en la inmersión, que involucra también procesos colaborativos entre pares, uno de los elementos claves de este estudio fue las experiencias de aprendizaje.

Se incluyeron varios experimentos, en donde se incorporan tecnologías emergentes como la realidad virtual, con inmersión y el diseño de videojuegos interactivos. Se empleó un modelo de enseñanza denominado MAL (Aprendizaje Activo Motivacional) con entornos de aprendizaje inmersivos, que se fundamenta en distintos métodos y estrategias de enseñanza basados en la teoría de diseño de juegos, con el objetivo de que sean partícipes los estudiantes de estos procesos de aprendizaje. En el estudio se evaluó y analizó el escenario de un curso de informática, para indagar que ocurría con la inmersión usando realidad virtual, además de las colaboraciones que se daban entre estudiantes en entornos de aprendizaje virtual.

Entre los resultados, se encontró que empleando la realidad virtual se logró la creación de ambientes motivacionales, que permiten establecer experiencias educativas que generen un mayor interés por parte de los estudiantes, donde estos se involucren y se avance en el compromiso de los jóvenes. Entre las conclusiones, se observa como la realidad virtual logra ofrecer nuevas maneras de mostrar los contenidos educativos de formas visuales, permitiendo mejoras en las experiencias de los estudiantes.

Michelle (2018), realizó una investigación que buscó estudiar el efecto de la realidad virtual en la motivación y el rendimiento de los alumnos de escuela media; el estudio fue de tipo cuasiexperimental, para evaluar la influencia de la realidad virtual en la motivación y el rendimiento académico de los alumnos de ciencias sociales en educación secundaria. En el estudio se incluyeron 76 estudiantes de séptimo grado de dos escuelas de educación secundaria, en donde se realizó la instrucción de las clases de ciencias sociales, utilizando tanto lecturas tradicionales o con realidad virtual.

En el grupo que utilizó la realidad virtual se usaron teléfonos inteligentes y gafas iBlue Google VR 3-D. Se aplicaron cuestionarios antes y después de la instrucción con

realidad virtual o lecturas tradicionales, aplicando una prueba diseñada por los docentes y una encuesta de motivación de materiales didácticos (IMMS). Entre los resultados, se observó que los estudiantes que utilizaron la realidad virtual obtuvieron unos puntajes significativamente superiores, a los alumnos que tuvieron instrucción tradicional, tanto en la motivación, como en los resultados de aprendizaje. Los hallazgos permiten concluir que se debe promover la utilización de la realidad virtual en las clases en los estudios sociales en las escuelas secundarias.

Brownridge (2019), investigo en sus tesis doctoral la implementación y el desarrollo del uso de la realidad virtual en las clases de historia, al interior de las escuelas de los Estados Unidos; su enfoque fue el observar cómo los estudiantes respondían con procesos que incorporaran realidad virtual, al igual que las formas que tienen los docentes para implementar la realidad virtual, también se indagó sobre los problemas involucrados, cuando se utiliza en las clases la realidad virtual, y como esta tecnología puede afectar las estrategias de evaluación y las estrategias pedagógicas.

Entre los resultados, se encontró que antes del uso de la realidad virtual en las clases de sociales, los estudiantes percibían estas clases como la menos favorita, situación donde se evidenciaba la falta de interés por la asignatura y la poca aceptación de los alumnos con las estrategias de aprendizaje. Después de utilizar la realidad virtual, mejoró la motivación de los estudiantes, al tiempo que se observó un progreso en el rendimiento de los estudiantes y los docentes demostrando cambios importantes en sus roles en las aulas de clase y la manera como realizaron los procesos de evaluación de los alumnos. Entre las conclusiones, se encuentra la recomendación de utilizar la realidad virtual en otras asignaturas, pues esta tecnología emergente tiene una importante oportunidad de avance y crecimiento.

Kang (2019), es su tesis doctoral buscó investigar como la realidad aumentada (AR), ayuda a mejorar el aprendizaje de conceptos científicos y promover la participación de los alumnos en clase. El objetivo principal de la investigación fue evaluar el aprendizaje con enfoque STEM, empleando realidad virtual, en estudiantes entre 5 a 11 años. Con el uso de las estrategias propuestas se logró que los alumnos investigaran conceptos del enfoque STEM en su entorno propio, permitiendo que los docentes lograran aprendizajes contextualizados y limitando las barreras de realizar prácticas de aprendizaje en STEM. En el estudio, se investigó como la inteligencia de las personas interactúa con la (IA) inteligencia artificial, observando y estudiando, como los niños comprenden usando estas tecnologías, al tiempo de evaluar como emplean y usan estos sistemas inteligentes. Entre los objetivos específicos se encontraba identificar distintas aplicaciones de realidad aumentada (AR), además de ayudar al aprendizaje en los niños con el enfoque STEM. Igualmente se exploró las diferentes técnicas de interacción de los estudiantes con la realidad aumentada que fueron significativas para el aprendizaje; posteriormente se evaluaron cuáles fueron los sistemas de realidad aumentada que fueron realmente útiles en los procesos educativos.

Entre los resultados, se encontró que la realidad aumentada AR, promovió tres tipos de aprendizajes STEM, por un lado, la investigación colaborativa, la comprensión de sistemas complejos y la enseñanza en el área de las matemáticas. También se observaron beneficios en elementos como la promoción del compromiso de los alumnos, al tiempo de motivar a los jóvenes a involucrarse en procesos de investigación científica, donde se realicen procesos de observación y el análisis de datos in-situ. Al tiempo que los estudiantes lograban inmersiones y juegos con los contenidos, lograban la inspección de fenómenos científicos con la visualización de datos y diferentes simulaciones, que

corresponden a preguntas científicas. La utilización de la realidad aumentada, también permitió que los estudiantes participaran en actividades de indagación, por medio de la formulación de preguntas propias de los jóvenes, comprobando hipótesis, al tiempo que usaban visualizaciones y obtenían conclusiones basándose en datos. Entre los resultados, esta la mejora en la comprensión de los contenidos científicos, involucrando en las clases prácticas con procesos de indagación, en donde se logra la construcción de la solución a problemas, consiguiendo que los jóvenes creen situaciones extremas, absurdas o aleatorias para realizar comparaciones experimentales.

Kaplan (2020), realizó la construcción de un metaanálisis, donde estudió los efectos de la realidad aumentada, virtual y mixta para determinar si la realidad extendida (XR), como método logra mejorar el entrenamiento, con relación a los métodos tradicionales de entrenamiento. En este metaanálisis, se recopiló estudios en donde se observarán resultados de transferencia de conocimiento utilizando realidad mixta, virtual y aumentada, en situaciones en donde debido a los costos, las condiciones de riesgo o peligro, los tiempos de capacitación permiten que la capacitación tradicional sea viable. Los entrenamientos con nuevas tecnologías como realidad virtual, aumentada y mixta permiten combinar elementos de mundos reales y virtuales, ofreciendo beneficios para campos como la simulación de batallas, viajes en avión, misiones especiales o el manejo de submarinos. Inicialmente, se incluyeron 130 artículos, después de realizar una revisión exhaustiva se limitó finalmente a 24 artículos. Entre los resultados, se observó una ligera disminución de la eficacia en los entrenamientos al emplear entornos virtuales, sin embargo, al considerar el intervalo de confianza se observó que los resultados son básicamente equivalentes. Se puede inferir que las experiencias de entrenamiento

empleando realidad extendida (XR), son igual de efectivas que las capacitaciones con métodos tradicionales. Al considerar los beneficios de costo, seguridad y facilidad de implementar cambios, se puede concluir que los entrenamientos con realidad extendida (XR), son una mejor estrategia con mayor valor, y superior que los métodos tradicionales de entrenamiento.

Miller (2020), realizó un estudio de tesis doctoral, en donde se buscó comprender el impacto de emplear un método de entrega de instrucción de realidad virtual inmersiva (IVR), para la educación médica en la adquisición de conocimientos, las habilidades de juicio clínico, la confianza y la autosatisfacción, al compararse con la educación médica que utiliza la simulación tradicional (SBME). En el grupo experimental se utilizó la realidad virtual inmersiva (IVR), para entregar la información sobre las habilidades de valoración de taquicardia supraventricular (SVT). Por otro lado, al grupo de control la información se transmitió, por medio de SBME tradicionales con maniqués de alta fidelidad. En la investigación, se aplicó una prueba previa y posterior para observar la adquisición de conocimientos, adicionalmente un cuestionario de confianza y autosatisfacción en el aprendizaje (SSLQ) y datos cualitativos que se recogieron en entrevistas semiestructuradas. Se observó una tendencia a favor del grupo experimental, sobre el grupo de control, con diferencias estadísticamente significativas, esto implicó resultados a favor del método de instrucción, utilizado por la realidad virtual inmersiva IVR para la adquisición de conocimientos. Por otro lado, el componente cualitativo, demostró que los alumnos disfrutaron de la experiencia de IVR, al tiempo que consideraron que es beneficioso tener esta clase de experiencias educativas en los programas de enfermería, y ven positivo que se repitieran estas experiencias prácticas.

Ann (2020), realizó en estudio de tesis doctoral, en donde se estudió si algunas características de la realidad virtual inmersiva IVR, como las animaciones, las interacciones, los sonidos extraños, pueden afectar los resultados de los aprendizajes. En esta investigación se ejecutaron dos experimentos, en los cuales los estudiantes observaron una lección de biología (experimento 1) y también una lección de historia (experimento 2), ya sea utilizando realidad virtual inmersiva o maneras tradicionales de transmitir los conocimientos utilizando presentaciones en power point. En los resultados se observó, el uso de las maneras tradicionales, exponiendo una menor carga cognitiva en particular en el experimento 1. De la misma forma, los participantes informaron que tenían emociones más positivas cuando se utilizaron la realidad virtual, en ambos experimentos con una mayor excitación fisiológica, basándose en medidas de frecuencia cardiaca en las lecciones de realidad virtual, al compararse con las lecciones tradicionales en particular en el experimento 2. Estos mismos patrones se obtuvieron, cuando se incluyeron preguntas. En los dos experimentos, dentro del análisis de mediciones, se sugiere que los resultados, en los medios de instrucción, se explican por el procesamiento cognitivo o la excitación emocional, especialmente en las pruebas de retención. Por lo tanto, se puede concluir, que en los entornos inmersivos se pueden lograr altos niveles de excitación emocional y de procesamiento cognitivo en el aprendizaje, esto implica, una mayor eficiencia en los aprendizajes con realidad virtual inmersiva con relación a los entornos tradicionales.

Lisette (2021), en una tesis doctoral, realizó un estudio para explorar el uso de la realidad virtual en las clases de ciencias sociales, tomando en consideración tres elementos concretos, la participación de los alumnos, el conocimiento de los contenidos y la empatía de los estudiantes hacia el estudio de la historia. El estudio utilizó métodos

mixtos cuasiexperimentales, para recoger datos cuantitativos y cualitativos y posteriormente analizarlos. Se realizó una prueba previa y una posterior, al tiempo que una encuesta antes y después de la intervención; también se realizaron entrevistas a los estudiantes y docentes, grabaciones de video, observaciones de campo y reflexiones escritas.

En la investigación se organizaron dos grupos, en el experimental se empleó la realidad virtual y en el de control sitios webs, con el objetivo sobre una exploración en la vida de Ana Frank, desde el contexto holocausto. En los resultados se encontraron pocas diferencias significativas con relación al compromiso y participación de los alumnos en clase y del conocimiento del contenido. Fue evidente un incremento estadísticamente significativo en el componente de empatía hacia el estudio de la historia.

De igual manera los datos cualitativos evidenciaron, que la utilización de la realidad virtual, ayudó a promover la participación de los alumnos, la comprensión de historias pasadas y mejoró la empatía hacia el estudio de la historia. La investigación concluye, que la inclusión de la realidad virtual ayuda al aprendizaje de los alumnos, y los líderes de los maestros deberían tratar de integrar la realidad virtual en las actividades académicas en las clases.

Yang (2023), realizó un estudio bibliográfico, para investigar la brecha entre la realidad extendida (XR) y la alfabetización digital (DL), en la educación científica. El estudio, contemplo 10 dimensiones de estudio que son, acceso y comprensión, evaluación, interacción, colaboración, creación, ética, bienestar, resolución de problemas, compromiso cívico y responsabilidad. Se hallaron 79 artículos relacionados con el tema de estudio, entre los cuales se verificó que la realidad extendida (XR), se

utiliza especialmente para que los alumnos accedan a la información y el conocimiento, al tiempo que interactúan con herramientas virtuales, pero en pocas investigaciones se estudia la realidad extendida para la resolución de problemas, la creación activa y la colaboración entre estudiantes. También se propone, que se debieran integrar la realidad extendida XR, con el aprendizaje basado en proyectos en las actividades en clase. En la mayoría de los estudios se observó cómo se empleaba la realidad extendida para que los estudiantes fueran “consumidores”, en vez de buscar que se conviertan en “solucionadores de problemas” o “creadores de soluciones”.

También se concluye, que la realidad extendida puede potenciar habilidades de pensamiento de orden superior para la enseñanza de las ciencias. Con relación a la comprensión de los fenómenos de las ciencias, los entornos de aprendizaje donde se utiliza la realidad extendida (XR), tienen diferencia con los entornos asistidos por computador, pues los alumnos están en la XR inmersos en espacios con realidad virtual VR o mixta MR, donde los objetos virtuales aparecen en mundos virtuales; esto conlleva que los alumnos deben interpretar representaciones virtuales, donde se necesita una mayor concentración a causa de la inmersión.

Estas dimensiones de comprensión están relacionadas con las habilidades fotovisuales, que permiten que las personas comprendan gráficos, textos y las habilidades de ramificación, que ayudan a la construcción de conocimiento partiendo de información no lineal y no ordenada, y las habilidades de pensamiento en tiempo real, para procesar diferentes tipos de estímulos.

Baceviciute (2020), realizó un estudio de tesis doctoral, en donde se proyecta que hay pocas evaluaciones empíricas rigurosas, relacionadas con el aprendizaje con realidad virtual de la misma forma, que se plantea que una evidencia contradictoria, pues no

permite entender cómo se aprende con realidad virtual. En la investigación se profundizó en las intersecciones entre la tecnología virtual inmersiva, en donde se buscó estudiar las formas de diseñar herramientas virtuales que contribuyan de mejor manera al aprendizaje. El estudio, muestra como la realidad virtual permiten cambiar las formas tradicionales de interacción y de representación, entre los resultados se encuentra como las mejoras en el aprendizaje de los estudiantes, no se logra per se, desde el uso de la realidad virtual, sino por la forma, en la cual son diseñadas las experiencias de enseñanza para lograr éxito en los procesos educativos. En el estudio inicialmente, se profundizó en la comprensión de elementos como el conocimiento de la cognición humana, las percepciones de los comportamientos y la psicología para entender la eficacia del aprendizaje en la realidad virtual. Para posteriormente, con este conocimiento, diseñar aplicaciones de realidad virtual RV, para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

En la investigación se empleó una estrategia de investigación multidimensional integrada, en donde se emplearon medidas de aprendizaje cognitivo, informes afectivos, instrumentos de carga cognitivo y métodos avanzados que empleaban EEG (electroencefalograma) y el seguimiento ocular. Los resultados muestran que en el grupo con realidad virtual, se lograron puntajes de transferencia más altos, debido a que los medios inmersivos, exigen un mayor nivel de compromiso cognitivo con una mayor eficiencia en el tiempo. El estudio propone que se debieran realizar más actividades con realidad virtual inmersiva, para el aprendizaje de los alumnos.

CONCLUSIONES

En los años recientes son bastantes los estudios, que buscan investigar como la realidad virtual permite mejorar los aprendizajes, en diferentes áreas del conocimiento. Varios estudios, han investigado como la realidad virtual ayuda en los procesos de aprendizaje tanto de las ciencias, en el enfoque STEM, las ciencias sociales como también en la historia y la geografía. Las diferentes investigaciones no solo, han estudiado la realidad virtual, también se incluye la realidad aumentada, mixta y extendida. Uno de los elementos a considerar es analizar como en varias investigaciones, se hace énfasis en indicaciones de cómo se puede estudiar la realidad virtual inmersiva y sus requerimiento, tal como , el uso de gafas de realidad virtual, para evidenciar la diferencia con relación a mediaciones virtuales por computador. Igualmente se evidencia, como algunas de las investigaciones, no solo buscan estudiar ,como la realidad virtual ayuda en los procesos de aprendizaje, también se observa como las investigaciones dan cuenta de otros elementos como la motivación de los estudiantes, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas.

Se observó como la mayoría de las investigaciones emplearon un enfoque mixto, con un componente cuantitativo, que por lo general, incluía pruebas previas y posteriores a la intervención con realidad virtual, dentro de ello, el componente cualitativo, se emplea como diferentes instrumentos: entrevistas, observaciones y otros. Desde otro lado, algunas investigaciones incluyen recolección de datos, información relacionada con los docentes, tanto en sus percepciones como en datos registrados en diferentes instrumentos. Algunos artículos se enfocan en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y otras del enfoque STEM, así mismo, no se observan investigaciones,

que se orienten de manera particular en el aprendizaje de los fenómenos de la física. Pero por otro lado, no se observan investigaciones que traten de establecer relaciones entre estrategias que combinen las mediaciones con realidad virtual y experiencias materiales con experimentos tradicionales, para lograr la comprensión de los fenómenos de la física y de las ciencias en particular.

BIBLIOGRAFIA

Ann J. (2020). Cognitive and Affective Mechanisms of Immersive Virtual Reality Learning Environments. University of California, USA. Tesis para optar el título de doctor en Filosofía.

<https://escholarship.org/uc/item/16d1s50g>.

Baceviciute S. (2020). Designing Virtual Reality for Learning. University of Copenhagen, Denmark. Tesis para optar el título de doctor en Filosofía.

[https://www.researchgate.net/publication/349313006 PhD Dissertation Designing Virtual Reality for Learning](https://www.researchgate.net/publication/349313006_PhD_Dissertation_Designing_Virtual_Reality_for_Learning).

Brownridge P. (2019). From chalkboards to virtual reality: Exploring the development and implementation of virtual reality in United States History classrooms. Rowan University, USA. Tesis para optar el título de doctor en educación.

<https://rdw.rowan.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3762&context=etd>.

Dewey, J. (ed. 2014). Experiencia y Educación. Madrid: Biblioteca Nueva.

Gwendolin A. (2021). Fostering Deep Learning in Immersive Virtual Reality: Interplay of Learner's Characteristics with Internal and External Support. Ulm University, Stuttgart Alemania. Tesis para optar el título de doctor en educación.

<https://oparu.uni-ulm.de/xmlui/handle/123456789/44276>.

Kang S. (2019). Augmented reality systems and user interaction techniques for stem learning. University of Maryland, USA. Tesis para optar el título de doctor en Filosofía.

<https://drum.lib.umd.edu/items/6c9ad7a9-b07c-4479-b555-a37eecd0e100>

Kaplan A., Cruitt J., Endsley M., Beers S., Sawyer B.y Sawyer P. (2020). The Effects of Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality as Training Enhancement Methods: A Meta-Analysis. University of Central Florida, Orlando USA.

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0018720820904229>.

Kolb D. (2012), “Experiential learning theory,” Encyclopedia of the Sciences of Learning, vol. 978, no. 1, pp. 1215–1219.

Lisette A. (2021). Examining the Impact of Virtual Reality Integration into a Social Studies Classroom. Auburn University, USA. Tesis para optar el título de doctor en Filosofía.

https://etd.auburn.edu/bitstream/handle/10415/7809/Riner_DissertationCompleteA.pdf?sequence=4.

Michelle M. (2018). Effect of virtual reality on motivation and achievement of middle-school students. The University of Memphis, USA. Tesis para optar el título de doctor en educación.

<https://digitalcommons.memphis.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3033&context=etd>

Miller J. (2020). Immersive medicine: an investigation of a virtual reality intervention for simulation-based medical education. Johns Hopkins University, USA.

<https://jscholarship.library.jhu.edu/handle/1774.2/63718>.

Nana F. (2021). Diffusion of Virtual and Augmented Reality in Pre-K to 12 Education: Experiences and Perceptions of Pioneer Teachers. Seton Hall University, New Jersey USA. Tesis para optar el título de doctor en educación.

<https://scholarship.shu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4001&context=dissertations>

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press. <https://www.nap.edu/read/13165/chapter/1>.

Pirker J. (2018). Immersive and Engaging Forms of Virtual Learning New and improved approaches towards engaging and immersive digital learning. Graz University of Technology, Austria. Tesis para optar el título de doctor en ciencias de la computación.

<https://austria-forum.org/web-books/en/virtuallearning00en2017iicm>.

Rahman S. (2019). The Effect of 3D Virtual Reality Technologies on Learning: A Qualitative Research. American College of Education, Dallas, Texas USA. Tesis para optar el título de doctor en educación.

<https://www.proquest.com/openview/3a685d90151381923769d8ff02042ff1/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>.

Reveduc. (2019). Revista de Educación Chile. Un Laboratorio científico gratuito en el celular.. Disponible en: <http://www.revistadeeducacion.cl/sorprendente-un-laboratorio-cientifico-gratuito-en-el-celular/>.

Samar Q (2022). Using Virtual Reality to Improve STEM Education. Carleton University, Ottawa, Canada. Tesis para optar el título de doctor en Filosofía.

<https://repository.library.carleton.ca/concern/etds/0g354g308?locale=en>.

Sonta M. (2019). Virtually There: A Phenomenological Study of Secondary Students and Their Engagement with Virtual Reality Field Trips. University of Mississippi, USA. Tesis para optar el título de doctor en Filosofía.

<https://egrove.olemiss.edu/etd/1700/>.

Yang C, Chan H y Du Z. (2023). The role of digital literacy in augmented, virtual, and mixed reality in popular science education: a review study and an educational framework development . The University of Manchester, United Kindom. Estudio de revisión bibliográfica.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10055-023-00817-9>.