

Fundamentos y Tendencias de la **REALIDAD MIXTA** en la Educación

Rubén Suárez Escalona
Rosario Lucero Cavazos Salazar
José Efrén Marmolejo Valle
Adalberto Iriarte Solís
Jesús Eduardo Estrada Domínguez

Coordinadores



Fundamentos
y Tendencias de la

REALIDAD MIXTA

en la Educación

Rubén Suárez Escalona
Rosario Lucero Cavazos Salazar
José Efrén Marmolejo Valle
Adalberto Iriarte Solís
Jesús Eduardo Estrada Domínguez

Coordinadores



D.R. © 2021, Rubén Suárez Escalona, Rosario Lucero Cavazos Salazar,
José Efrén Marmolejo Valle, Adalberto Iriarte Solís, Jesús Eduardo
Estrada Dominguez.

D.R. © 2021, T & R Desarrollo Empresarial S.A. de C.V.

Santa Rosa de Lima # 1655
Col. Santa Rosa
Guadalupe, Nuevo León
editorialtyr@gmail.com

Diseño: José Meléndez Hamett

Cuidado de la edición: Alma Elena Gutiérrez Leyton

ISBN: 978-607-99152-3-0

Primera edición
30 de octubre de 2021

Esta publicación no puede ser reproducida, en todo ni en parte, sin el
consentimiento escrito de la editorial.

El contenido total de este libro fue sometido a dictamen en el sistema de pares ciegos en el que participaron investigadores de reconocido prestigio. Los dictámenes de la obra constan en poder de la Editorial y serán proporcionados a petición de las instancias evaluadoras.

ÍNDICE

PRÓLOGO	11
---------------	----

CAPÍTULO 1.

Contexto y evolución de la realidad mixta en México. Un estudio teórico sobre la estrategia de innovación educativa	15
Rosario Lucero Cavazos Salazar	
Julieta Flores Michel	
Carlos Guadalupe González Cardona	

CAPÍTULO 2.

Entornos de realidad virtual para el aprendizaje de idiomas: Aprendiendo Inglés con dispositivos de realidad virtual inmersiva	25
Rubén Suárez Escalona	
Jesús Eduardo Estrada Domínguez	
Pedro Pablo Suárez Escalona	

CAPÍTULO 3.

Tendencias en los laboratorios de realidad virtual de Química	37
Adalberto Iriarte Solís	
María Palmira González Villegas	
Pablo Velarde Alvarado	

CAPÍTULO 4.

Realidad virtual y aumentada en la enseñanza de las Matemáticas	53
José Efrén Marmolejo Valle	
Felicidad del Socorro Bonilla Gómez	
Pável Ernesto Alarcón Ávila	
Víctor Campos Salgado	

CAPÍTULO 5.

Laboratorio de realidad mixta en la Facultad de Ingeniería del Noreste de México. Una estrategia para la praxis en

Ingeniería 67

Rosario Lucero Cavazos Salazar

Julieta Flores Michel

Carlos Guadalupe González Cardona

CAPÍTULO 6.

Aprendizaje inmersivo. La realidad virtual como herramienta en la educación 77

Miriam Amaro Sánchez

Jonathan Corona Quezada

CAPÍTULO 7.

El enfoque ético, legal y humanista en los laboratorios de realidad mixta 87

Jesús Eduardo Estrada Domínguez

Rubén Suárez Escalona

Pedro Pablo Suárez Escalona

ACERCA DE LOS AUTORES 97

PRÓLOGO

Antonio L. Delgado Pérez
@Edumorfosis

Es para mí un grato honor el haber sido seleccionado para presentarles este interesante libro que marcará la historia educativa en el desarrollo de laboratorios interinstitucionales de realidad mixta. Agradezco de todo corazón a la Universidad Autónoma de Nuevo León, a la Universidad de Autónoma de Guerrero y a la Universidad Autónoma de Nayarit, por el apoyo brindado a mi persona durante los últimos años. Han sido maravillosas experiencias en eventos presenciales y virtuales en los que he aprendido mucho sobre su cultura, conocimientos técnicos y proyectos educativos de vanguardia. Confío en mantener fuertes lazos con sus instituciones de educación superior para seguir transformando la pedagogía del milenio.

La emergencia del coronavirus ha acelerado el desarrollo de programas, sistemas, plataformas y aplicaciones digitales que rebasan las limitaciones físicas, expanden las capacidades comunicativas y aumentan nuestros niveles de productividad. La educación no se puede quedar atrás en este desarrollo global. Es por eso que se requieren esfuerzos interuniversitarios para desarrollar productos de contenido y servicios de utilidad colectiva altamente efectivos. La tecnología emergente que se supone que llegara dentro de 5 o 10 años, ha sido lanzada en tan solo 15 meses por el cierre abrupto de diferentes organismos. Sin el conocimiento experto necesario en el campo de los metaversos será muy difícil formular propuestas educativas trascendentales que impacten la educación contemporánea. También será infructuosa la interpretación de los nuevos códigos que nos dictan cómo están evolucionando las necesidades, intereses y preferencias de los aprendices del siglo 21.

El trabajo y el aprendizaje se están desconectando del tiempo y del espacio. La educación del milenio se está deslocalizando, des-temporalizando, desmaterializando y desmonetizando. Las universidades deberían desprenderse poco a poco de la vigilancia continua y del ajetreo visible, para avanzar más hacia el aprendizaje hiperconec-

tado con resultados visibles y mayor confianza en las capacidades cognitivas de los discentes. El gran reto educativo no solo consiste en aprender nuevos conocimientos, sino en comprender cómo gestionar la realidad global que se presenta ante nosotros: Un mundo incierto, ambiguo, caótico y de trayectorias cambiantes. Mientras la educación clásica se relaciona más al lugar y al tiempo de la enseñanza, el aprendizaje inmersivo se relaciona más al estado mental en diversidad de contextos redárquicos. La educación del milenio debería moverse más a la velocidad de los que aprenden, no tanto a la velocidad de los que enseñan. El mundo moderno requiere personas con capacidades ágiles de aprendizaje para evitar inhibir lo nuevo. El reto de crear vínculos valiosos no depende de la tecnología, sino de la calidad de las experiencias de aprendizaje. Los líderes educativos no administran distancias, se enfocan más en los tiempos e intensidades de las relaciones. La educación inmersiva no se relaciona tanto al ancho de bandas, sino con el ancho de almas.

La educación en los laboratorios interinstitucionales de realidad mixta va más allá de una programación secuencial de clases presenciales y virtuales durante los ciclos académicos. Tiene que ver más con la actividad sináptica de pensar y actuar en la presencialidad, y de otras formas de diversidad de contextos de los mundos de la realidad virtual, realidad aumentada y de realidades mixtas. A lo que se refiere es a la capacidad mental de los estudiantes cuando están inmersos en experiencias de aprendizaje discontinuas. Se basa más en cómo crear nuevas conexiones sinápticas, sociales y con nodos de conocimiento no-humanos en diversidad de entornos.

No podemos afirmar en esta investigación que el aula física desaparecerá en los próximos años. Lo que sí requerirá es una novedosa y poco común transformación. Las personas seguirán necesitando lugares donde puedan reunirse, conectarse, establecer relaciones, desarrollar sus capacidades intelectuales y pragmáticas. La realidad es que en estos momentos de emergencia nacional el tamaño, la escala y la apertura del aula convencional podría ser una limitación para la calidad de esas relaciones. El reto de mantener las aulas en estados óptimos cada vez que sale un grupo y entra otro nuevo, generará un problema de salubridad para mantener activo el protocolo de seguridad institucional. Esta es una ventaja que tendrían los mundos inmersivos, ya que no existen amenazas de contagio masivo del COVID-19.

Esto nos lleva a pensar en múltiples interrogantes: ¿Será igual el aprendizaje en la presencialidad que en la virtualidad? ¿Cómo se aprenderá en la virtualidad? ¿Cuál será la ganancia cognitiva en los metaversos con respecto al aprendizaje en el aula presencial?

¿Cómo se evidenciará el aprendizaje en los mundos inmersivos? ¿Cómo resolveremos el problema de conectividad de algunos docentes y alumnos? ¿Qué alternativas tendremos para los que no se adapten a las modalidades virtuales? ¿Estarán preparados nuestros profesores para trabajar simultáneamente en la dimensión presencial y en la virtual? La única manera de saberlo es teorizando nuestra propia práctica docente en la diversidad de contextos pedagógicos combinados.

Es por eso que el estudio de los fundamentos y tendencias de la realidad mixta en la educación superior nos mostrará los nuevos códigos pedagógicos a seguir durante las etapas de diseño, desarrollo e implantación de *Laboratorios Interinstitucionales de Realidad Mixta* que impacten diversidad de disciplinas como: lingüística, matemáticas, química, ingeniería, humanidades, educación, entre otras. Las nuevas generaciones de aprendices buscarán diversidad de entornos de aprendizaje personalizados que les permitan socializar, investigar, debatir, experimentar, explorar, pronosticar fenómenos emergentes, colaborar, compartir y generar relaciones sostenibles en el tiempo. Es por eso que confío plenamente en que los lectores de esta obra tendrán el conocimiento y las herramientas necesarias para emprender proyectos transuniversitarios que fortalezcan las agendas pedagógicas de sus instituciones educativas.

CAPÍTULO 1.

Contexto y evolución de la realidad mixta en México. Un estudio teórico sobre la estrategia de innovación educativa

Rosario Lucero Cavazos Salazar

<https://orcid.org/0000-0002-4054-7479>

Julieta Flores Michel

<https://orcid.org/0000-0002-7878-0487>

Carlos Guadalupe González Cardona

<https://orcid.org/0000-0002-1826-1976>

Resumen

Las prácticas educativas se encuentran en constante cambio de acuerdo con las innovaciones de los procesos educativos e instituciones que ofrecen calidad en la enseñanza. Una de las herramientas tecnológicas que surge para fortalecer el perfil del estudiante es la realidad mixta, la cual combina las bondades de la realidad virtual y la realidad aumentada. En la Universidad Autónoma de Nuevo León, en conjunto con la Universidad de Autónoma de Guerrero y la Universidad Autónoma de Nayarit se trabajan laboratorios interinstitucionales de realidad mixta, los cuales abordan los campos de la lingüística, matemáticas y química, lo cual garantiza la eficacia de la enseñanza y la construcción de significados en lo aprendido por parte del estudiantado con relación a su perfil académico. Asimismo, dentro del contexto de México se han visto avances en diferentes ámbitos gracias a esta estrategia que causa gran impacto en áreas que van desde el turismo hasta la aplicación médica en procesos de cirugía, lo cual permite que el usuario adquiera habilidades y conocimientos de una forma dinámica y práctica, y a su vez, vivir una experiencia virtual más inmersiva que simule la realidad.

Palabras clave: laboratorios interinstitucionales, realidad mixta, educación, estrategias didácticas, innovación educativa.

Planteamiento del problema

La educación se encuentra en constante cambio y actualización correspondientes a las demandas que van surgiendo por las tendencias del cambio educativo; muchos años atrás, era imposible tener una metodología de enseñanza más allá de la enseñanza tradicional, en la que el enciclopedismo y magistrocentrismo, en los que el profesor decidía qué y cómo enseñar, limitándose como recurso al libro de texto, sin oportunidad de explorar los medios que se podían tomar para experimentar y aprender por medio del descubrimiento.

La tecnología se ha integrado como parte de los procesos formativos, no solamente como un recurso auxiliar que funge como la base de todos los sitios, páginas, plataformas, herramientas y demás que se incorporan a la metodología didáctica; sino que también forma parte de las estrategias que impulsan a los cambios dentro de los contextos áulicos y sobre todo, en las instituciones educativas, a tal punto de considerarse el medio por el cual la innovación educativa permite alcanzar con eficacia los resultados de sus procesos.

Asimismo, la orientación y el uso que se le dé al internet debe ser responsable y con un objetivo claro, que permita contribuir a la enseñanza y a propiciar los aprendizajes en el estudiantado; al momento de tomar en cuenta estos elementos se puede lograr construir nuevas formas de innovar la educación a través de estrategias que no se hubieran imaginado dentro de una enseñanza tradicional, o incluso, años atrás, cuando predominaba la cultura del examen como el único medio para conocer los aprendizajes obtenidos.

En los últimos años han ido surgiendo algunas de estas, tales como la realidad aumentada, realidad virtual y una combinación entre ambas, mejor conocida como realidad mixta. Como todo proceso de innovación se ha ido puliendo con la evolución y progreso que se ha obtenido a través de las investigaciones realizadas y los resultados obtenidos, comprobando que funciona realmente como una inmersión en los campos de conocimiento.

Fundamentos teóricos

La realidad mixta, como se ha revisado, es una combinación entre realidad virtual y realidad aumentada; de acuerdo con un análisis realizado por Mortis et al. (2015) en el que se revisaron investigaciones de años previos para conocer ventajas y desventajas sobre la realidad mixta y su aplicación en el campo educativo como una nueva forma de enseñanza y, sobre todo, de construcción de aprendizajes, se obtuvieron los puntos positivos siguientes:

- Los ayuda a responsabilizarse más de su propio aprendizaje, a autorregularse, y tienen la libertad de estudiar a su propio ritmo.
- La flexibilidad del horario es una ventaja, así como la accesibilidad a la información y la rapidez de la comunicación.
- Favorece un aprendizaje activo, práctico y dinámico. Además, el contenido del curso, las tareas y proyectos en línea les resultan más interesantes y útiles.
- Interactuar con el entorno virtual, disponer de material didáctico digital de manera expedita y escuchar las aportaciones de sus compañeros en los foros, resultaron ser los elementos que tienen un impacto positivo en los intereses y motivaciones de los estudiantes.
- Los materiales didácticos y las actividades planteadas por los docentes, pues los estudiantes valoran los recursos multimedia, simulaciones, actividades prácticas y juegos prestados por medio de la Internet, además de las sesiones presenciales que los docentes implementan.
- La interactividad, el apoyo del docente y la comunicación con sus compañeros mediante la plataforma tecnológica son considerados valiosos, pues contar con el respaldo sólido del docente, con su retroalimentación y su apoyo constantes los ayuda a mejorar sus oportunidades de aprendizaje.

Cabero y García (2016), señalan entre las propiedades más significativas de la realidad mixta; que sea integrada en tiempo real, que posee una diversidad de capas de información digital, que es interactiva y que, mediante su utilización, enriquecemos o alteramos la información. La realidad mixta funge como una estrategia que permite aplicar el conocimiento teórico mediante una praxis que coadyuve al mejoramiento de las destrezas y habilidades. Resulta interesante conocer que no hay un perfil académico en específico para utilizar la realidad mixta; dentro del campo de la lingüística, las matemáticas, ingenierías y otras áreas; se puede adecuar mediante una planeación o bien, un diseño instruccional, la forma de abordar los contenidos, estrategias, actividades, recursos y formas de evaluación por medio de esta innovación educativa.

Frente a las ventajas mencionadas sobre la realidad mixta y las percepciones positivas al respecto, los participantes de

las investigaciones previas identificaron los desafíos y áreas de oportunidad siguientes:

- Falta de habilidades para la comunicación escrita por parte de los estudiantes, falta de habilidad para el estudio independiente y para la administración del tiempo. También se requieren conocimientos mínimos de informática y capacitación para usar las herramientas tecnológicas.
- Se necesita mejorar la planeación del curso, en cuanto al diseño de los contenidos, la dosificación de las tareas y la calidad de los materiales didácticos.
- Es un reto para los profesores cuando son ellos mismos quienes tienen que desarrollar los materiales didácticos digitales, debido al tiempo y al esfuerzo que deben invertir para prepararlos.
- Se requiere una participación más activa y motivadora por parte del docente
- Falta de retroalimentación oportuna por parte del profesor.
- La falta de contacto humano y de interacción, lo cual produce en los estudiantes una sensación de aislamiento.
- Falta de habilidades de comunicación de los docentes.
- Se requiere una computadora y conexión a internet para poder participar en un curso de esta estrategia. Otros inconvenientes que se han presentado son la falla ocasional de la conexión a internet y, por tanto, la imposibilidad de acceder a ella.

La realidad mixta es una combinación de dos elementos: la realidad aumentada y realidad virtual. De acuerdo con Cardenas et al. (2018) la RA (realidad aumentada) es considerada actualmente una de las más importantes tendencias tecnológicas, ubicándose en un lugar prominente y siendo empleada para complementar, con información o gráficos, entornos reales cuya actividad solo se da mediante otra herramienta tecnológica, como teléfonos inteligentes, aplicaciones web, tabletas con webcam o computadores. Y es aquí donde se enfocó esta investigación, ¿cómo perciben los deportistas su contexto social en su proceso de entrenamiento y de competencia?, y la percepción del atleta de su personalidad

resistente, que se refiere a la resistencia al estrés, y la forma en la que estas áreas del conocimiento se relacionan.

Asimismo, Melo (2018) menciona que lo que permite la realidad aumentada es potenciar los sentidos con los cuales se percibe la realidad, esto se logra a través la información que existe en el mundo digital sobre las cosas que están alrededor de las personas, así que la realidad aumentada actúa como un lente con el cual se ve el mundo. En este sentido se puede hacer una diferenciación con la realidad virtual, este mismo autor menciona que esta última sumerge a la persona en una realidad totalmente diferente a la real; la realidad aumentada permite aprovechar la información adicional para potenciar el conocimiento sobre los objetos tangibles.

Tomando en cuenta la forma diferente de aplicación sobre la realidad aumentada y realidad virtual, es de gran importancia mencionar la focalización que tiene la realidad virtual en los procesos educativos. Toala et al. (2020) hacen alusión a que la RV (realidad virtual) se hace cada vez más popular en las instituciones educativas por su amplia variedad de aplicaciones, por ejemplo, el museo virtual que ayuda a fortalecer el estudio de historia, el patrimonio de determinados países y el arte, así mismo, favorece que los alumnos se involucren en hechos históricos o de ficción enriqueciendo y haciendo más significativos sus conocimientos, también pueden hacer estudios de las bacterias que entran al cuerpo de los humanos y que ocasionan enfermedades, esta tecnología utilizada en la educación del siglo XXI permite que lo abstracto e intangible pase a ser concreto y manipulable.

La realidad aumentada y realidad virtual, trabajando de manera conjunta o bien, implementadas de manera individual, ofrecen una experiencia de aprendizaje basada en la innovación educativa, tomando elementos presentes en la era digital que tenemos de fácil acceso a través de las instituciones educativas. El auge de las tecnologías de la información en los procesos formativos generan que el profesorado implemente nuevas formas de enseñar y sobre todo, hacer que el estudiante construya la significatividad del conocimiento, siendo las tres realidades mencionadas: aumentada, virtual y mixta, estrategias didácticas basadas en la innovación que causan transformación de las metodologías en las instituciones educativas.

Revisando la implementación de las realidades en el contexto de México, partiendo a través de la Universidad Autónoma de México, se utilizó con éxito un innovador sistema de lentes que permite visualizar un holograma del paciente para realizar la primera cirugía de realidad mixta en México por parte del programa de Alta Especiali-

dad para Médicos Especialistas. Dicha aplicación médica se realizó en diciembre de 2020, con la dirección del Hospital Avicenne AP-HP, en Francia, y en ella participaron estudiantes universitarios operando el equipo a través de los dispositivos para la interacción y aplicación del conocimiento en anatomía y demás áreas relacionadas. La experiencia obtenida dio como resultado a la invitación de Evolutis, empresa dedicada a la fabricación de implantes para hombro, a fin de trabajar en un proyecto con Microsoft para cirugía holográfica que promovía un entrenamiento para especialistas de 13 países.

Otro de los contextos educativos que han decidido optar por trabajar la realidad mixta a través del área de Turismo ha sido el Instituto Politécnico Nacional donde para conocer de manera ágil y precisa los atractivos que ofrece el Centro Histórico, tales como museos, edificios, hoteles, restaurantes o cafeterías, mediante la interacción del entorno físico con elementos digitales, estudiantes de esta institución educativa combinaron la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada, en una aplicación de asistencia turística para la Ciudad de México.

El prototipo que se realizó forma parte del proyecto “Sistema de realidad mixta para la asistencia turística en la Ciudad de México”, el cual consta de unos lentes ajustables con un acrílico traslúcido negro y un espejo de polietileno que le permite reflejar, a través del visor, los íconos digitales de los lugares seleccionados que aparecen en el celular, en tiempo real y sin distorsiones. Este prototipo ofrece una experiencia holística, integrando todos los servicios de determinado lugar, ofrecer la lista de sitios para visitar y su valoración, así como la revisión de las rutas de acceso, esta aplicación de realidad mixta puede utilizarse mediante servicios de Google, el inicio de sesión que puede tener una o varias cuentas, cada una con un perfil de usuario, mediante el que se podrán elegir los diferentes lugares que se quieran visualizar y la distancia que se desea abarcar, a través de un control Bluetooth.

Como se puede revisar en ambos casos, la contribución de esta innovación en la praxis educativa es de gran magnitud, debido a que se obtienen resultados que impactan en contextos profesionales y ayudan en áreas relacionadas con la aplicación de estos.

Estructura y metodología del libro

El propósito fundamental de este libro es brindar nuevos panoramas hacia las formas de enseñar y aplicar el conocimiento teórico, ofreciendo nuevas experiencias de aprendizaje capaces de hacer que el estudiantado desarrolle competencias en su área profesional, apegándose a las nuevas tecnologías emergentes que se incorporan al área de la Educación.

El diseño de ambientes híbridos de realidad mixta dentro de una colaboración interinstitucional se ha enfocado a las áreas de lingüística aplicada, matemáticas, química e ingenierías. Uno de los retos que se ha presenciado en la forma de trabajo originada por la contingencia es que no se cubren los contenidos como debe ser, experimentando una aplicación directa después de revisar el elemento teórico; en la parte de lingüística aplicada, se toma en consideración que el aprendizaje de una nueva lengua abarca de forma holística una serie de elementos que coadyuvan en el desarrollo de esta, tales como la parte cultural, social, psicológica y antecedentes en el contexto, por ende, el que exista una barrera entre el profesorado y estudiantado crea una brecha y que no haya un acercamiento a un discurso oral, escrito y reforzamiento auditivo adecuado y meramente se quede con las herramientas proporcionadas por las plataformas de las sesiones de clase, dejando con un nivel más bajo del rendimiento que debería contar cada aprendiz para avanzar en el nivel de aprovechamiento.

Esta situación ocurre dentro de las demás áreas; los laboratorios de realidad mixta permiten la simulación de las situaciones de aprendizaje en cada contenido temático para representar lo que se estará utilizando en su campo laboral de acuerdo con su perfil académico. Toda esta parte conlleva un proceso detrás que se asegura de planear y organizar los diseños de realidad mixta enfocados al desarrollo de objetivos, debido a que es de gran importancia que toda estrategia implementada aporte resultados favorables en la construcción de conocimientos, en caso contrario, no se tendría eficacia en el proceso educativo.

En el aseguramiento de las finalidades didácticas se encuentra un equipo especialista en el diseño instruccional, que pasan desde un análisis de los campos de conocimiento aplicando entrevistas a expertos que indican cuáles son algunos retos que se enfrentan específicamente en esa área disciplinar y sobre todo, cuáles son sus expectativas y recomendaciones sobre el implementar la realidad mixta como una estrategia para reforzar y aplicar los conocimientos, Brindando a su vez algunas herramientas que parten de la metodología didáctica para poder implementar; tales como actividades, recursos didácticos, recursos auxiliares, formas de evaluación, fuentes de consulta bibliográfica y la manera de generar ambientes de aprendizaje enfocados a la disciplina tratada.

Posteriormente, una vez que se traslada la información a un diseño instruccional de las situaciones de aprendizaje, se trabaja de la mano con el área de diseño gráfico, elaborando los materiales solicitados para dar una realidad a las imágenes y explicaciones de

acuerdo con la información que se esté manejando, todo este proceso es trabajo continuo y va de la mano con ambos equipos para conocer aquello que se puede llevar a la práctica y aquello que deberá someterse a modificaciones para que pueda implementarse.

Una vez que la parte instruccional se ha cubierto junto con los recursos elaborados por el área de diseño gráfico, se somete a pruebas piloto para verificar el grado de efectividad tanto en la parte pedagógica como en la animación presentada, proporcionando retroalimentación para destacar fortalezas y observaciones como áreas de oportunidad para modificar algún elemento y que no haya algún desfase al momento de llevar a cabo en un proceso educativo.

Sin duda alguna, la realidad mixta se ha convertido en una estrategia que surge a través del auge de las Tecnologías de la Información, Comunicación, Conocimiento y Aprendizaje Digitales (TIC-CAD) en el proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo que conlleva un gran procedimiento detrás para asegurarse de la calidad en la información, contenido y recursos presentados para trabajar las experiencias de aprendizaje en el estudiantado, ofreciendo la oportunidad de aplicar todo aquello que forma parte del bagaje de conocimiento a algo práctico, permitiendo reforzar y contribuir en el perfil profesional de las disciplinas.

Referencias

- Cabero, J., García, F. (2016). Realidad aumentada. Tecnología para la formación, *Síntesis, Madrid, España*.
- Cabero-Almenara, J., & García, F. (2016). Realidad aumentada. Tecnología para la formación. *Síntesis. Madrid*.
- Cárdenas, H., Mesa, F., Suarez, M. (2018). Realidad aumentada (RA): aplicaciones y desafíos para su uso en el aula de clase. *Educación y Ciudad*. (35), 137-148.
- Instituto Politécnico Nacional. (2021). Politécnicos utilizan realidad mixta en aplicación turística en la CDMX. Secretaría de Educación Pública.
- Mortis, S. V., Del Hierro, E., García, R. I., Manig, A. (2015). *La modalidad mixta: un estudio sobre los significados de los estudiantes universitarios. Innovación educativa: México*.
- Toala, J., Arteaga, J., Quintana, J., Santana, M. (2020). *La Realidad Virtual como herramienta de innovación educativa*. Episteme Koinonia.
- UNAM. (2021). Universitarios realizan en México primera cirugía con realidad mixta. *Boletín UNAM-DGCS-185*. Dirección de Comunicación Social.

CAPÍTULO 2.

Entornos de Realidad Virtual para el aprendizaje de Idiomas: Aprendiendo Inglés con Dispositivos de Realidad Virtual Inmersiva

Rubén Suárez Escalona

<https://orcid.org/0000-0002-1563-3666>

Jesús Eduardo Estrada Domínguez

<https://orcid.org/0000-0001-8176-3496>

Pedro Pablo Suárez Escalona

<https://orcid.org/0000-0001-5485-4130>

Resumen

La importancia de la implementación de un laboratorio de realidad mixta en una universidad de humanidades del noreste de México radica en la necesidad de los estudiantes de obtener un nivel de certificación B2, según el Marco Común Europeo de Referencia. Aunado a esto, el problema mundial de Covid- 19 ha orillado a las universidades a tomar medidas preventivas para evitar la propagación del virus, las cuales incluyen la modalidad en línea y mixta. En este estudio se realiza una revisión de literatura de estudios empíricos que demuestran los beneficios de estas tecnologías en la educación superior y que son base para el diseño de los laboratorios interinstitucionales. Aunque este tipo de tecnologías ya se están utilizando en países de primer mundo, la aplicación de la realidad mixta en México aún está en proceso. Por tal motivo se concluye que los ambientes de realidad virtual y aumentada propician de manera significativa la motivación intrínseca en el aprendizaje de una lengua meta.

Palabras clave: Educación Virtual, Aprendizaje del Idioma Inglés, Oculus Quest 2, Realidad Virtual

Abstract

The importance of the implementation of a mixed reality laboratory in a humanities university in northeastern Mexico lies in the need for students to obtain a B2 certification level, according to

the Common European Framework of Reference. In addition to this, the global problem of Covid-19 has forced universities to take preventive measures to avoid the spread of the virus, which include online and mixed modalities. In this study, a literature review of empirical studies that demonstrate the benefits of these technologies in higher education and that are the basis for the design of inter-institutional laboratories is carried out. Although this type of technology is already being used in first-world countries, the application of mixed reality in Mexico is still in process. For this reason, it is concluded that virtual and augmented reality environments significantly promote intrinsic motivation in learning a target language.

Key words: Virtual Education, English Language Learning, Oculus Quest 2, Virtual Reality

Introducción

Vivimos en una época en la que los avances tecnológicos son cada vez más frecuentes, y esto propicia la necesidad de adaptarnos rápidamente a dichos cambios. Actualmente la contingencia generada por el COVID 19 ha hecho que estos cambios sean aún más forzados, sobre todo en el ámbito educativo. Las universidades han implementado estrategias para mantener sus actividades educativas activas y no causar rezago en el estudiantado. Sin embargo, el hecho de que los estudiantes no puedan asistir de manera presencial a las universidades ha hecho que las prácticas de laboratorios de diferentes disciplinas no se estén llevando a cabo.

En los últimos años, se han desarrollado tecnologías que permiten tener experiencias de inmersión a través de la realidad virtual, en las que los estudiantes pueden llevar a cabo sus actividades prácticas en mundos virtuales, los cuales han comenzado a considerarse templos del futuro, de la riqueza y del bienestar. Es en ellos donde los estudiantes pueden engrandecer, fortalecer y mejorar sus habilidades (Álvarez, 2011).

Por lo anterior, el propósito de este estudio es realizar una revisión de literatura, que permita identificar los antecedentes para diseñar un laboratorio de realidad virtual en una facultad de humanidades del noreste de México, en la que los estudiantes puedan tener acceso a círculos de conversación para mejorar su pronunciación, así como a diferentes actividades lúdicas que les permitan mejorar su vocabulario y su competencia cultural con respecto a la lengua inglesa, ya que para los estudiantes de la carrera de lingüística aplicada es muy importante obtener una certificación

de nivel B2 según el Marco Común Europeo de referencia para las lenguas (MCER), para poder llevar sus estudios de tercer semestre de manera regular, ya que a partir de dicho semestre todas las asignaturas se imparten en el idioma inglés, así pues, el diseño e implementación de estos laboratorios tiene un impacto positivo en la adquisición de esta certificación Europea.

Metodología

Este estudio fue realizado siguiendo el manual Cochrane para revisiones sistemáticas de intervenciones propuesta por Higgins et al. (2019). La revisión de literatura se realizó a través de la base de datos de Mendeley, utilizando las palabras clave Aprendizaje Virtual, Diseño de Sistemas, Educación Bilingüe, Oculus Quest 2 y Realidad Virtual, tomando como criterio de selección los artículos científicos que utilizaron realidad mixta con un claro propósito educativo. Otro criterio utilizado en la selección de los artículos fue que su publicación no tuviera más de 10 años y que estén orientados en la enseñanza de una segunda lengua específicamente orientado al idioma inglés.

Fundamentos Teóricos

Según Gordón (2020), el aprendizaje es comprendido como el proceso mediante el cual se adquiere una habilidad, información o estrategia de conocimiento y acción, esto a su vez genera en el individuo transformaciones adaptativas en el medio en el cual se desenvuelve. Es importante señalar que el aprendizaje no solo se da en la escuela, pero es precisamente en ese lugar donde el individuo aprende a interactuar con otros grupos que difieren de sus tradiciones, costumbre y creencias, es en este lugar donde se forma integralmente al individuo, ya que en el espacio presencial la comunicación no se da solo por palabras sino por lenguaje corporal como gestos, posturas o movimientos.

La educación se ha ido transformando en las últimas décadas con la implementación de nuevas tecnologías en la educación, que por un lado abren un nuevo panorama y rompen con los paradigmas de la educación tradicional, añadiendo motivación a los alumnos, y generando un mejor proceso de enseñanza aprendizaje que el que se tenía anteriormente (Huertas-Abril et al., 2021) y por el otro, la educación en ambientes virtuales, la cual impacta en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y de los maestros, en el que el inmigrante digital (docente) debe enseñar al nativo digital (estudiante), esto es particularmente importante ya que las actitudes y creencias de los profesores son críticas para cada situación de

enseñanza-aprendizaje y son un factor particularmente influyente en la implementación de nuevos enfoques y también de nuevas tecnologías en sus lecciones (Huertas-Abril et al., 2021).

Gordon (2020) menciona que la tecnología permite compartir diferentes tipos de unidades de información como imágenes, gráficos, audios, videos, bases de datos entre otros y que pueden ser obtenidos no solo en la escuela sino fuera de ella.

Por su parte, el aprendizaje basado en juegos, tiene el potencial de mejorar la enseñanza y el rendimiento de los estudiantes, incrementa el grado de atención a través del aprendizaje por descubrimiento la libertad de acción y el espíritu de competencia (Tazouti et al., 2020) y es en este sentido en el que se incluye la gamificación, un término acuñado en 2002 pero que se generalizó a partir del 2010 principalmente para motivar a las personas, especialmente a los nativos digitales, para realizar determinadas tareas, funciona en el sentido de competencia, es decir, que se le da al usuario un reconocimiento por realizar una tarea y si el otro usuario desea ese reconocimiento tendrá que completar la tarea, es así que la gamificación genera ese sentido de competencia (Bai et al. 2020). En otras palabras, es la aplicación de elementos de juegos digitales usados en un contexto no digital para incentivar el comportamiento de los jugadores, en este caso estudiantes.

Con base en lo anterior, y tomando en cuenta que hoy en día en la sociedad de la información, es necesaria una formación relevante para responder a la presencia de tecnologías, globalización e interconexión en todos los aspectos de la vida en el que está presente la comunicación global, el cual se lleva a cabo por medio del idioma inglés, es indispensable el aprendizaje de este idioma en la mayoría de las universidades del mundo sin perder de vista el Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas (MCER).

El MCER cuenta con un reconocimiento internacional para describir el dominio de un idioma y define la competencia lingüística; actualmente se utiliza en todo el mundo para definir las destrezas lingüísticas de los estudiantes en una escala de niveles desde el nivel A1 que es un nivel básico de inglés, hasta un C2, un nivel considerado de expertos (ver figura 1). Al evaluar a los alumnos con la misma escala en todo el mundo le da claridad a las empresas e instituciones educativas de conocer el nivel de dominio de cualquier idioma (Cambridge- Assessment English, 2021).

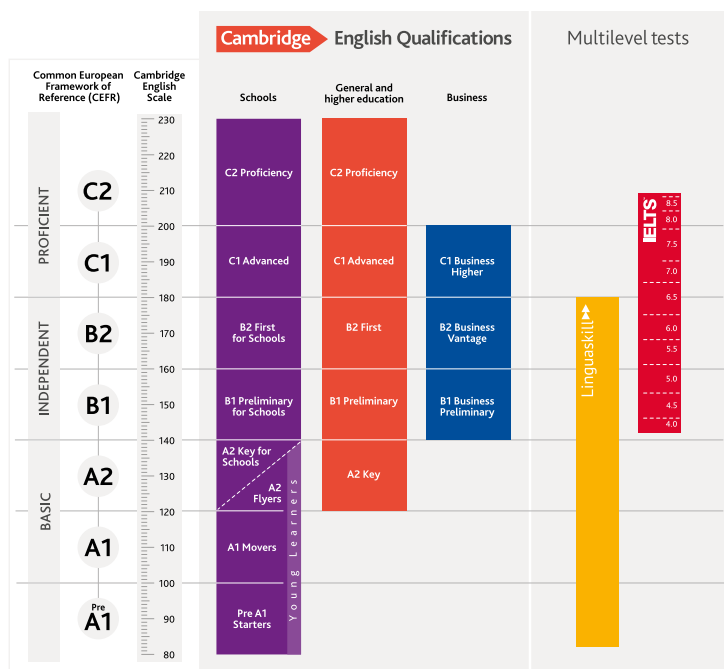


Figura 1. Niveles de Dominio de lenguas extranjeras.

Fuente: MCER desde Cambridge Assessment English, 2021

Se muestran a continuación diferentes empresas dedicadas a la enseñanza en ambientes virtuales y se describen las ventajas de este tipo de tecnologías tanto de Realidad Aumentada (RA), como en la Realidad Virtual (RV) y Realidad Mixtas (RM), también conocidas como Realidades Extendidas (XR).

Desde que Linden Lab lanzó Second Life en el 2003, la realidad virtual ha aumentado su participación en el sector educativo (ver figura 2).

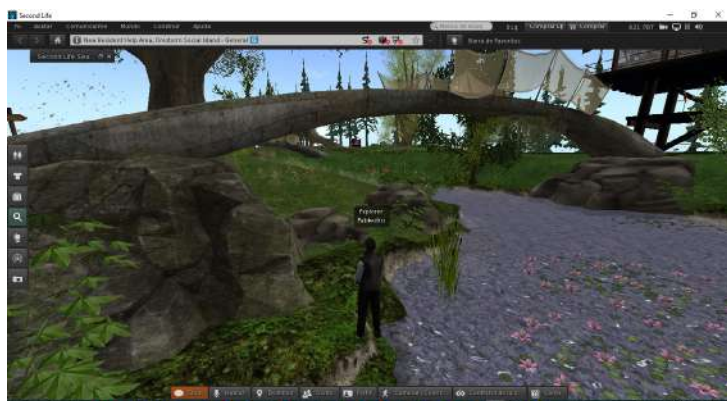


Figura 2. Plataforma Second Life.

Fuente: Imagen obtenida de la aplicación Second Life versión 6.4

Es importante mencionar que la poca capacidad de cómputo en esos años hacía complicado el navegar y utilizar estos ambientes virtuales desde la PC. Actualmente, numerosas universidades del mundo siguen utilizando esta plataforma como sitio de enlace con los mundos virtuales de su comunidad universitaria. Sin embargo, los altos costos por comprar propiedades dentro de los mundos virtuales han desanimado a las universidades más pequeñas en adquirir estos espacios.

Posteriormente en 2012 fue fundada Virbela, una plataforma que tiene como objetivo mejorar el futuro del trabajo a distancia, la conectividad social y la educación a distancia. Actualmente debido a sus bajos costos es una plataforma con un alto índice de participación de universidades en todo el mundo y debido a el aspecto de personajes caricaturesco y aspectos de gamificación integrados en la plataforma, tiene una buena aceptación por parte de los estudiantes (ver figura 3).



Figura 3. Imagen ilustrativa de la aplicación Virbela.
Fuente: Imagen obtenida de la plataforma oficial de Virbela

Posteriormente, empresas como Engage Vr han desarrollado aplicaciones de realidad virtual que pueda utilizarse en lentes como Oculus, computadoras y teléfonos celulares para que estén al alcance de la mayor cantidad de personas posibles, ofreciendo los servicios de locaciones virtuales, avatares, y objetos en 3D que pueden utilizarse en el ámbito educacional y empresarial (Engage virtual communications made real, 2021) (ver figura 4).



Figura 4. Plataforma Engage Vr.
Nota: Imagen obtenida de la Aplicación de Engage Versión 1.9.1 2021.

Cheng (2017), señala las ventajas de utilizar los lentes Oculus Quest 2 de Facebook (ver figura 5), ya que permite mover el cuerpo para interactuar por medio de lenguaje corporal, manipulando objetos con las manos o haciendo movimientos con la cabeza. De manera adicional, el autor menciona la posibilidad de aprender lenguaje corporal de otras culturas como por ejemplo, un saludo japonés haciendo una reverencia o incluso utilizar lenguaje de señas, así como un marcador para dibujar y comunicarse de manera efectiva con personas nativas de la lengua meta. Por su parte, García et al. (2019), señala que aprender idiomas es una competencia importante que puede ser desarrollada con la realidad virtual y que los aspectos de gamificación como el puntaje o el hecho de desbloquear nuevos niveles, son elementos que causan una mayor satisfacción y entretenimiento al utilizar el ambiente virtual.



Figura 5. Dispositivo Oculus Quest 2.

Fuente: Página oficial de Oculus.

Asimismo, el 19 de agosto del 2021, se lanzó al mercado la versión beta de la plataforma Workrooms horizont, desarrollada por Facebook y el Equipo de Oculus Quest 2, con la finalidad de transformar la manera de colaborar en equipo tanto en cuestiones laborales como académicas. La versión beta incluye funcionalidades como la integración de computadoras personales a un ambiente de Realidad Virtual, con lo que es posible compartir la información a través de una pizarra o de una proyección. Las posibilidades de utilizar esta herramienta son prometedoras y se esperan mejoras significativas en las siguientes versiones (ver figura 6).



Figura 6. Plataforma Workrooms horizont.

Fuente: Imagen obtenida del periódico “El universal”.

Los estudios acerca de la aceptación de tecnología señalan que las variables más importantes a considerar son la inmersión, la percepción de fácil uso y la búsqueda de ayuda (Chen 2016). Por su parte (David 1989), propone en el modelo de aceptación de tecnología, factores tales como la percepción de fácil uso, la cual se define como la percepción que tiene el usuario al utilizar el sistema de realidad virtual y que este se pueda utilizar fácilmente, de manera casi intuitiva; la variable inmersión, se define como el grado en que el usuario utiliza el sistema poniendo 100% de su atención, sin distraerse con otros factores ambientales (Lowry et al., 2012). Por último, se encuentra el factor conocido como búsqueda de ayuda, el cual se define como el grado en que el usuario considera que el sistema brinda la información necesaria de manera oportuna, a través de un avatar de sistema NPC, por sus siglas en inglés, No Player Character (Chen 2016). Por lo anterior, es importante considerar estas tres variables predictoras en el diseño de ambientes de realidad virtual enfocados al aprendizaje de idiomas.

Conclusiones

Se observó que las investigaciones realizadas anteriormente por (Álvarez, 2011; Gordón, 2020; Huertas-Abril et al., 2021; García et al., 2019; Chen 2016; David, 1989; Lowry et al., 2012) nos muestran la importancia de una buena intercomunicación entre estudiantes y maestros, es decir, el verse cara a cara y visualizar sus movimientos y acciones, con los cuales se pueden transmitir mejor su cultura y tradiciones. Actualmente las circunstancias derivadas

de la pandemia de Covid-19 nos llevaron a trabajar en una modalidad digital; esta experiencia abre la puerta a un nuevo modelo de educación digital que sea pertinente con la nueva normalidad que estamos viviendo. Poder mantener este tipo de educación sería de gran ayuda para los estudiantes que no tienen la posibilidad de tomar clases presenciales, debido a limitantes de espacio y tiempo.

Algunas investigaciones como las de Tazouti et al., (2020) y Bai et al. (2020), demostraron que la motivación intrínseca se puede lograr con la gamificación, y es este un punto importante para la motivación lúdica en el estudiantado que generará mayor exposición a el laboratorio de realidad mixta, obteniendo así mayores habilidades del idioma meta.

Pudimos observar que las plataformas de realidad virtual que Second Life y Virbela ofrecen la oportunidad a los usuarios de adentrarse a un mundo virtual en donde puede encontrar diferentes ambientes universitarios e interactuar con otros alumnos, estas aplicaciones no son inmersivas debido a que se encuentra en la versión de PC donde el estudiante se comunica por medio de la computadora, aun así, tiene millones de usuarios que se comunican por este medio. Por otro lado, las aplicaciones como Engage y Workrooms, cuentan con la versión de PC y la versión Inmersiva con lentes de realidad virtual, la cual busca transformar la forma en que las personas colaboran entre sí a nivel mundial, por medio de tecnologías inmersivas y no están orientadas exclusivamente en la educación.

En el siguiente capítulo se abordará el enfoque ético, legal y humanista en el uso de las tecnologías de realidad mixta, en el que se analizará el impacto que tienen esos factores en un ambiente educativo.

Referencias

- Álvarez, S. (2011). Los laboratorios químicos, estancias sagradas. In *Anales de la Real Sociedad Española de Química* (No. 2, pp. 175-184). Real Sociedad Española de Química.
- Bai, S., Hew, K. F., & Huang, B. (2020). Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. *Educational Research Review*, 30(December 2019), 100322. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100322>
- Cambridge Assessment English (2021, Julio). Marco Común Europeo de referencia. <https://www.cambridgeenglish.org/es/exams-and-tests/cefr/>
- Chen, Y.-L. (2016). The Effects of Virtual Reality Learning Environment on Student Cognitive and Linguistic Development. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 25(4), 637-646. doi:10.1007/s40299-016-0293-2
- Cheng, A., Yang, L., & Andersen, E. (2017). Teaching Language and Culture with a Virtual Reality Game. *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '17*. doi:10.1145/3025453.3025857
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340
- Design Thinking en Español (2021, Julio). ¿Qué es el Design Thinking? <https://www.designthinking.es/inicio/index.php>
- Engage virtual communications made real (2021, Julio). Engage Oasis. <https://engagevr.io/engage-oasis-metaverse/>
- Garcia, S., Kauer, R., Laesker, D., Nguyen, J., & Andujar, M. (2019). A Virtual Reality Experience for Learning Languages. *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '19*. doi:10.1145/3290607.3313253
- Gordón, F. del R. A. (2020). From face-to-face learning to virtual learning in pandemic times. *Estudios Pedagógicos*, 46(3), 213-223. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052020000300213>
- Higgins, J. P., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (Eds.). (2019). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. John Wiley & Sons.
- Huertas-Abril, C. A., Figueroa-Flores, J. F., Gómez-Parra, M. E., Rosa-Dávila, E., & Huffman, L. F. (2021). Augmented reality for esl/efl and bilingual education: An international comparison. *Educacion XX1*, 24(2), 189-208. <https://doi.org/10.5944/educxx1.28103>

- Lowry, P. B., Gaskin, J., Twyman, N., Hammer, B., & Roberts, T. (2012). Taking 'fun and games' seriously: Proposing the hedonic-motivation system adoption model (HMSAM). *Journal of the association for information systems*, 14(11), 617-671.
- Papachristos, N. M., Vrellis, I., & Mikropoulos, T. A. (2017). A Comparison between Oculus Rift and a Low-Cost Smartphone VR Headset: Immersive User Experience and Learning. *2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*. doi:10.1109/icalt.2017.145
- Tazouti, Y., Boulaknadel, S., & Fakhri, Y. (2020). A virtual reality serious game for language learning. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(1), 713-716. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/101912020>

CAPÍTULO 3.

Tendencias en los Laboratorios de Realidad Virtual de Química

Adalberto Iriarte Solis

<https://orcid.org/0000-0001-5409-0636>

María Palmira González Villegas

<https://orcid.org/0000-0001-9267-8799>

Pablo Velarde Alvarado

<https://orcid.org/0000-0002-1211-1061>

Resumen

Los laboratorios virtuales se consideran como recursos muy importantes desde hace algunos años. Los laboratorios de realidad virtual de química (VRCL, Virtual Reality Chemistry Lab) son especialmente beneficiosos debido a que pueden ser usados en cualquier lugar y cualquier momento para simular experimentos químicos. Estos laboratorios brindan una solución eficiente para problemas cuando el espacio físico no está disponible, el costo de realizar el experimento químico real es alto o el procedimiento de la tarea es muy peligroso de realizar. En este capítulo se reporta el análisis de literatura sobre las ventajas y potenciales del uso de los VRCL en la educación, analizando artículos en revistas científicas durante el periodo 2017-2021 obtenidos en bases de datos digitales de prestigiosas instituciones. Se organizaron en dos categorías: laboratorios basados en software comercial y software libre. Dentro de la categoría de software comercial destacaron Labster y MEL Chemistry, siendo la orientación de sus productos en la parte de enseñanza-aprendizaje para los diferentes niveles educativos. Respecto al software libre se encontró que la mayoría se orienta en el desarrollo de simulaciones avanzadas y en la investigación científica, destacando a Narupa y UnityMol. Los resultados muestran que la tecnología de los laboratorios de realidad virtual fueron bien aceptados por los estudiantes como herramienta de aprendizaje, donde las habilidades y el conocimiento se adquirieron en un entorno totalmente inmersivo. Se concluye que los avances tecno-

lógicos en el tema de la realidad virtual inmersiva tienen un enorme potencial como herramienta de enseñanza de la química, ya sea software comerciales o de código abierto.

Palabras clave: Laboratorio Virtual, Química, Oculus Quest, Realidad Virtual.

Abstract

Virtual laboratories have been considered as very important resources for some years. Virtual Reality Chemistry Labs (VRCL) are especially beneficial because they can be used anywhere and anytime to simulate chemical experiments. These labs provide an efficient solution to problems when physical space is not available, the cost of conducting the actual chemical experiment is high, or the task procedure is very dangerous to perform. This chapter reports the analysis of the literature on the advantages and potential of the use of VRCL in education, analyzing articles in scientific journals during the period 2017-2021 obtained in digital databases of prestigious institutions. They were organized into two categories, laboratories based on commercial software and free software. Within the commercial software category, Labster and MEL Chemistry stood out, guiding their products in the teaching-learning part at the different educational levels. Regarding free software, it was found that the majority are oriented towards the development of advanced simulations and scientific research, highlighting Narupa and UnityMol. The results show that the technology of the virtual reality laboratories was well accepted by the students as a learning tool, where skills and knowledge were acquired in a fully immersive environment. It is concluded that technological advances in the subject of immersive virtual reality have enormous potential as a chemistry teaching tool, whether commercial or open source software.

Key words: Virtual Laboratory, Chemistry, Oculus Quest, Virtual Reality.

Introducción

Desde hace algunos años se han desarrollado enfoques innovadores para la enseñanza utilizando nuevas tecnologías, en las que los laboratorios virtuales se consideran como recursos muy importantes. Los laboratorios de realidad virtual de química (VRCL por sus siglas en inglés) ofrecen entornos generados por computadora, como una sala o un laboratorio real de química, en los que los usua-

rios pueden navegar libremente de una posición a otra, verlo desde diferentes lados, tocar y manipular los productos químicos, los aparatos o la cristalería Agbonifo et al. (2020)

Los VRCL permiten a los usuarios cambiar el flujo de ocurrencias en la simulación de experimentos químicos y, por lo tanto, brindan interacción en tiempo real con químicos e instrumentos virtuales. Son especialmente beneficiosos en la educación a distancia debido a que pueden ser usados en cualquier lugar y cualquier momento para simular experimentos químicos. Los VRCL permiten a los estudiantes explorar desde objetos muy pequeños, grandes o peligrosos a los que no se puede acceder en situaciones normales en el mundo real, y eso les facilita la posibilidad de realizar los experimentos muchas veces sin costes ni accidentes (Jensen, 2004).

Beneficios generales de los laboratorios virtuales de química

El uso de tecnología avanzada con fines docentes y formativos aumenta día a día, y muchos campos, como la cirugía, el montaje aeronáutico, la arquitectura, los negocios, la educación... están utilizando aplicaciones de la tecnología digital para lograr la eficiencia en sus procesos de trabajo. Estas tecnologías son muy útiles para mejorar las habilidades y el aprendizaje independiente. Según Dalgarno et al. (2012), "Las tecnologías en sí mismas no provocan directamente que se produzca el aprendizaje, sino que pueden facilitar ciertas tareas que pueden resultar en aprendizaje". Entre estas tecnologías, en los VRCL que brindan una solución eficiente para problemas donde la alternativa física no está disponible, el costo de realizar el experimento químico real es alto o el procedimiento de la tarea es muy peligroso de realizar.

Los beneficios generales de los VRCL son los siguientes:

- Son seguros, ya que permiten realizar una tarea sin ningún riesgo, por lo que los estudiantes se sentirían más relajados y cómodos en el laboratorio.
- Se puede acceder de forma remota desde cualquier lugar.
- Proporcionan escenarios realistas, como laboratorios u objetos de química del mundo real.
- Se pueden utilizar para simplificar problemas complejos, lo que se traduce en ahorros de tiempo y dinero, y se perdería menos tiempo buscando aparatos.

- Proporcionan escenarios innovadores y agradables para simular experimentos químicos.
- Permiten diferentes modos de aprendizaje en experimentos de química, haciendo que el aprendizaje sea divertido e interesante.
- Capacitan a muchos estudiantes a la vez para que realicen experimentos prácticos de química.
- Almacenan fácilmente los datos de ejecución de tareas de los alumnos, que se pueden utilizar para el análisis del rendimiento y mejoras adicionales.

Metodología

Para este capítulo se analizó la literatura publicada y relacionada con el uso de VRCL en la educación, que incluyeron artículos completos en revistas científicas y memorias de congresos, durante el periodo 2017-2021. Los artículos relevantes se encontraron buscando en las bases de datos digitales de varios foros de investigación, editores y organizaciones, incluidos Google Académico, IEEE, Springer Link, ACM, Wiley Online Library y Elsevier.

También se realizaron búsquedas en otras revistas de renombre, como Journal of Chemical Education Research and Practice. Además, se realizaron búsquedas en revistas relacionadas con la educación, como Journal of Science Education and Technology, Journal of Interactive Learning Research y Computer and Education. Como primera parte, se usó la siguiente combinación de palabras clave: *virtual*, *reality*, *laboratory* y *chemistry*, *chemistry* y *oculus quest*. Como segunda parte, se buscó en las citas de los artículos encontrados que estuvieran en el rango del año 2017 al 2021. Finalmente, se seleccionaron artículos de las fuentes antes mencionadas sobre VRCL en el campo de la educación química que siguen una metodología de investigación explícita y presentan resultados empíricos e ignoramos aquellos artículos que no estuvieran relacionados con la enseñanza de la química. También se ignoraron propuestas teóricas o artículos de opinión. Como resultado, la revisión de la literatura se organizó en las dos categorías siguientes:

- Basados en software comercial.
- Basados en software libre.

Laboratorios virtuales de química basados en software comercial

Labster es una empresa danesa que inició siendo una *startup* de tecnología educativa y ha elaborado una colección de simulaciones de laboratorio para que las utilicen los estudiantes universitarios de ciencias (<https://www.labster.com/simulations/>). Su fundador y CEO Michael Jensen menciona que ante la pandemia de COVID lograron capacitar e incorporar a dos millones de estudiantes y cientos de maestros en sus laboratorios. Las simulaciones cubren temas que van desde ácidos y bases hasta terapia génica viral, incorporando representaciones realistas de instrumentos, técnicas y reactivos. Las simulaciones utilizan una historia y una misión para mantener a los estudiantes interesados e involucrados. Por ejemplo, en una actividad los estudiantes deben resolver un misterio de asesinato utilizando técnicas químicas forenses y equipos de laboratorio disponibles para ellos dentro de la simulación. Labster desarrolló una versión de realidad virtual (VR) de esta actividad de juego utilizando una interfaz móvil relativamente accesible para crear una experiencia de laboratorio inmersiva, como se muestra en la figura 1 (Stauffer, 2018).

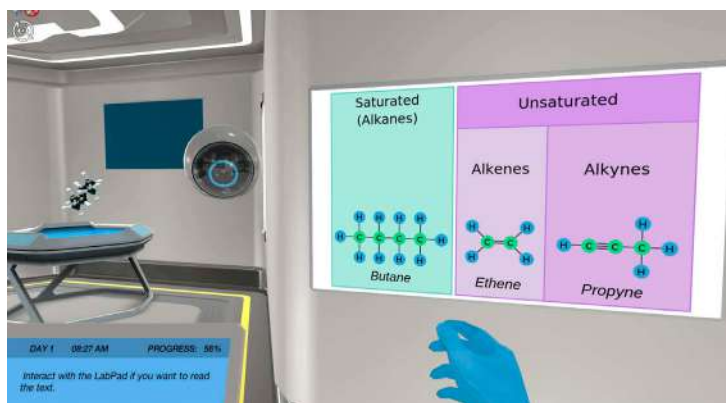


Figura 1. En la imagen se muestra la interacción usando el software Labster. Fuente <https://www.youtube.com/watch?v=9fRB9mF1yPc>

El equipo de Schell Games ha producido esta experiencia de aprendizaje lúdico de laboratorio para un sistema de realidad virtual totalmente inmersivo (<https://www.schellgames.com/games/holo-lab-champions>). La historia del juego es la de una estación espacial varada y el jugador debe realizar reacciones químicas específicas correctamente, por ejemplo, la síntesis de una sustancia fluores-

cente, para sobrevivir. Además de hacer que este juego esté disponible para escuelas y universidades, el equipo de Schell Games ha lanzado este juego de química en el mercado de juegos comerciales. Jugar con productos químicos utilizando HoloLAB Champions, es divertido y completamente seguro, asegura su creador Jesse Schell (Winter, 2018).

Por otra parte, Qin et al. (2020) implementaron un piloto de un laboratorio de química de realidad virtual en el contexto de una clase de bioquímica de pregrado, teniendo una matrícula de más de 200 estudiantes en ocho sesiones de laboratorio, y tuvo lugar en la Universidad de Harvard en la primavera de 2020. Cada estudiante fue equipado con un visor de realidad virtual Oculus Quest inalámbrico y dos controladores manuales. Con la ayuda del apoyo entre pares, los estudiantes participaron en esta actividad de aprendizaje activo. Se pidió a los estudiantes que completaran una lista de tareas en clase que incluían observar, manipular y construir biomoléculas en un entorno virtual inmersivo, tanto individualmente como en parejas. El objetivo era mejorar el reconocimiento espacial de los estudiantes de las estructuras de proteínas y fomentar la participación en la exploración de moléculas en 3D. Para la integración de este curso, se utilizó Nanome (<https://nanome.ai/>), que es una plataforma comercial de visualización de proteínas patentada con integración de archivos en formato PDB, compatible con Oculus Quest, cuenta con funcionalidad multiusuario y la función de simulación de dinámica molecular. Dispone de una versión demo descargable, y tres opciones de pago. A diferencia de los videos pregrabados o el contenido narrativo elaborado, el tipo de experiencia de realidad virtual que ofrece Nanome se puede adaptar a los programas de estudios existentes. Al mismo tiempo, Ramírez y Bueno (2020) mencionan que implementaron Nanome como herramienta de aprendizaje para crear moléculas de compuestos químicos utilizando visores Oculus Rift, y como resultado tuvieron una buena aceptación por parte de los estudiantes.

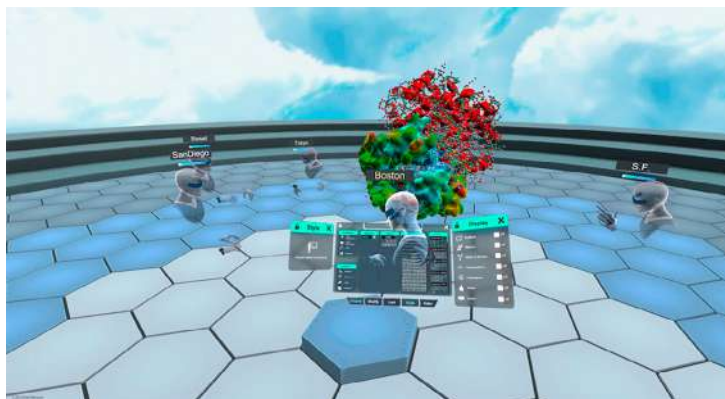


Figura 2. En la imagen se muestra la interacción usando el software nanome. Fuente <https://docs.nanome.ai/assets/original/features-page/collaboration.gif>

MEL VR Science (<https://melscience.com/US-en/vr/>) es una empresa inglesa fundada en 2015. Ofrece un servicio de suscripción que entrega de manera mensual experimentos químicos seguros para niños. Permite experimentar un nuevo nivel de comprensión de la ciencia en realidad virtual o 3D, con más de 70 lecciones y pruebas de realidad virtual que cubren los planes de estudios de física y química de la escuela (Dai et al., 2020).



Figura 3. Lección de MEL Chemistry sobre átomos en sólidos. Fuente <https://www.youtube.com/watch?v=hhutq27Ttfc>

Laboratorios virtuales de química basados en software libre

vLUME (<https://github.com/lumevr/vLume/releases>) es un paquete de software de realidad virtual diseñado para generar grandes conjuntos de datos de microscopía de localización tridimensionales de una sola molécula. Las funciones de vLUME incluyen visualización, segmentación, análisis personalizado de geometrías locales complejas y funciones de exportación. vLUME puede realizar análisis complejos en muestras biológicas tridimensionales reales que de otro modo serían imposibles mediante el uso de programas regulares de visualización de pantalla plana. La microscopía de súper resolución basada en la localización tridimensional de una sola molécula (3D-SMLM) está ahora bien establecida, y su adopción generalizada ha llevado al desarrollo de más de 36 paquetes de software dedicados a la evaluación cuantitativa de la detección espacial y temporal de fotoconmutación de fluoróforos. Si bien el énfasis inicial en el campo 3D-SMLM ha estado claramente en mejorar la resolución y la calidad de los datos, ahora hay una marcada ausencia de enfoques de visualización 3D que permitan la exploración directa y de alta fidelidad de este tipo de datos (Spark et al., 2020).

Por otra parte, Dai et al. (2020) mencionan que utilizaron el software libre llamado UnityMol (<http://www.baaden.ibpc.fr/umol/>) y el programa ChimeraX (<https://www.cgl.ucsf.edu/chimerax/docs/user/vr.html>) como herramientas de visualización de datos, para realizar una sesión de VR en una clase de química inorgánica avanzada, una clase disponible para estudiantes de pregrado junior y senior en la Universidad de California, Los Ángeles. La sesión de realidad virtual ayudó a los estudiantes a aprender aspectos complicados de la química de coordinación de metales y los orbitales moleculares a través de una experiencia tridimensional inmersiva. Los archivos compatibles con VR se generaron previamente de forma computacional. La estructura de la hemoglobina se descargó de un artículo publicado, y la estructura cristalina. El orbital molecular que observaron los estudiantes fue el orbital molecular desocupado más bajo. UnityMol resultó ser una gran plataforma de realidad virtual para enseñar orbitales moleculares, porque ofrece una experiencia de inmersión mejorada, donde todo se puede hacer sin quitarse los auriculares. Sin embargo, el tiempo ideal para cada sesión de UnityMol VR debe ser de al menos 30 minutos, ya que los alumnos necesitan tiempo para acostumbrarse a la interfaz. Por otro lado, ChimeraX es adecuado para sesiones rápidas de realidad virtual, en las que el asistente de enseñanza escribe los comandos y los estudiantes solo se enfocan en los orbitales moleculares, por lo tanto, cada sesión pudo ser más corta.



Estudiantes usando la herramienta UnityMol con apoyo en la configuración del sistema.

Fuente <https://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00469>

Como primer caso de aplicación de la tecnología de realidad virtual en química inorgánica, la clase de química inorgánica avanzada proporcionó a cada estudiante una sesión de visualización de realidad virtual de 30 minutos. Los estudiantes pasaron por la estructura 3D de la hemoglobina y los orbitales moleculares de (salfen)Zr(Oi-Pr)₂. Todos los estudiantes dieron comentarios positivos, lo que les aseguro que este método de enseñanza es valioso. Sobre la base de los comentarios de los estudiantes y las observaciones del asistente de enseñanza, se dieron cuenta de que sería mejor actualizar la plataforma de software de realidad virtual.

Dinámica molecular interactiva con Realidad Virtual

A medida que los científicos cuentan con tecnologías con capacidad para diseñar estructuras moleculares a nanoescala, se encuentran con desafíos para diseñar la dinámica molecular (MD) y la flexibilidad. A diferencia de la dinámica que conocemos de manera normal, la dinámica molecular implica una alta correlación entre cuerpos, que a menudo no es intuitiva, incluso para investigadores altamente capacitados. Por esto, la dinámica molecular interactiva en realidad virtual (iMD-VR) permite a los investigadores manipular simulaciones de MD en tiempo real usando estructuras flexibles en 3D. Tecnologías como iMD-VR permiten transformar abstracciones matemáticas intangibles como los campos de fuerza molecular en realidades más tangibles, que en consecuencia involucran una gama más amplia de nuestras modalidades sensoriales. Al hacerlo, podemos hacer que problemas complicados sean más accesibles a un espectro más amplio de inteligencias, quizás facilitando soluciones creativas que hasta ahora han sido inaccesibles (O'Connor et al., 2018).

Bajo este contexto, O'Connor et al. (2019) presentaron un software de iMD-VR llamado "Narupa" (<https://narupa.readthedocs.io/>)

que permite a grupos de investigadores cohabitar simultáneamente en entornos de simulación en tiempo real con estructuras moleculares a un nivel atómico de precisión. Este programa es de código abierto (GPL v3.0) y permite que dos participantes manipulen la simulación en tiempo real de moléculas del tipo C60 por medio de los controles inalámbricos (<https://irl.itch.io/narupaxr>). El nombre “Narupa” combina el prefijo “nano” y el sufijo “ar-upa” (una palabra sánscrita que describe objetos no físicos y no materiales), que representa el intento de interactuar con objetos simulados a nanoescala con realidad virtual, como se muestra en la figura 5. Narupa contiene empaquetados una serie de seis ejemplos estables, que los participantes pueden inspeccionar para guiarlos en la configuración de sus propias simulaciones interactivas.



Figura 5. En la imagen se muestra la interacción de un Péptido 17-ALA atado en un nudo usando el software Narupa.

Fuente <https://vimeo.com/244670465>



Figura 6. En la imagen se muestra la dinámica molecular interactiva en tiempo real de la unión de una molécula de benzamidina con tripsina.
Fuente <https://vimeo.com/274862765>

Se propone que en futuros trabajos sea posible entrenar modelos mediante aprendizaje automático (*machine learning*), para que sean más rápidos que los métodos de la mecánica cuántica y que reproduzcan superficies de energía de la mecánica cuántica, lo que, incluso, permite la simulación interactiva de sistemas más grandes, con el fin de construir conjuntos de datos para entrenar máquinas para que aprendan funciones energéticas potenciales.

Ferrell et al. (2019) también señalan que emplearon el software Narupa en un curso de introducción a la química orgánica de primer semestre con 70 estudiantes de la Universidad de Vermont (UVM), y se les solicitó que completaran una tarea de ejemplo para extraer una molécula de metano a través de un nanotubo de carbono. Como resultado de la actividad encontraron un impacto motivacional en los estudiantes, ganancia en los aprendizajes medibles y una retroalimentación muy positiva.

Otra herramienta bastante interesante es ProteinVr (<https://durrantlab.pitt.edu/protein-vr/>), mencionada por Cassidy et al. (2020). Es una aplicación basada en Web que funciona en varias configuraciones y sistemas operativos de realidad virtual. Desarrollado por el Laboratorio Durrant de la Universidad de Pittsburgh, bajo la licencia BSD-3-Clause de código abierto. Es compatible con varios cascos de realidad virtual de gama baja y alta; y cuando la realidad virtual no está disponible, aprovecha los sensores de orientación de los dispositivos móviles o la navegación con teclado al estilo de un videojuego para brindar a los usuarios una experiencia lo más atractiva e

inmersiva posible. Al abrirla por primera vez, la aplicación muestra la molécula predeterminada NanoKid, como se muestra en la Figura 9. Después de unos segundos, aparece un formulario emergente simple en el que los usuarios pueden ingresar el ID de PDB o la URL del modelo molecular que desean visualizar. El mismo formulario también permite a los usuarios indicar el entorno 3D en el cual colocar el modelo molecular. Después de hacer clic en el botón “Cargar molécula”, NanoKid se reemplaza con la estructura molecular deseada. Para adaptarse a una amplia gama de dispositivos, Protein-VR se ejecuta en cuatro modos: modo VR, modo de orientación del dispositivo, modo de escritorio y modo líder. En los cuatro, utiliza una navegación al estilo de los videojuegos. Los objetos residen en posiciones fijas en un entorno 3D y la cámara se mueve o se transporta a diferentes lugares de la escena.

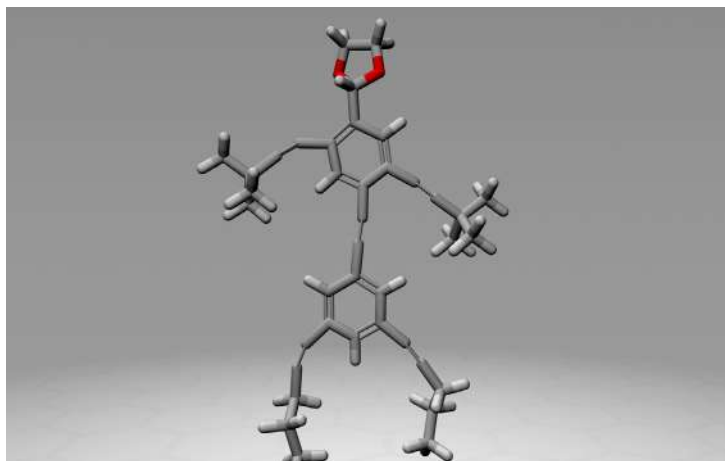


Figura 7. En la imagen se muestra la molécula predeterminada NanoKid, generada al inicio de la aplicación ProteinVR. Fuente propia.

ProteinVR es único entre los programas de visualización molecular basados en realidad virtual, ya que está completamente basado en la web. Esta característica la hace una herramienta útil tanto para la comunidad investigadora como para la educativa. Permite a los investigadores examinar mejor las estructuras moleculares y compartir visualizaciones moleculares de forma colaborativa a través de URL públicas. También permite a los educadores y coordinadores de programas compartir fácilmente escenas en 3D instructivas con los estudiantes y el público en general, como se muestra en la Figura 8.

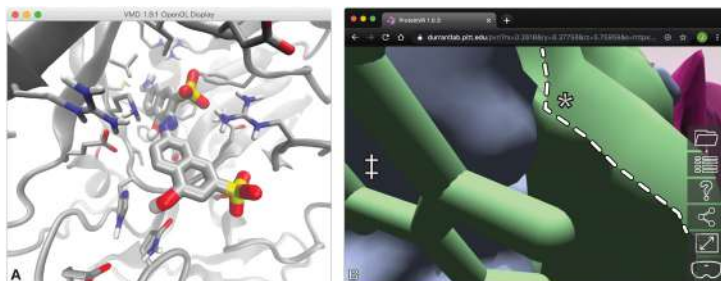


Figura 8. Dos ejemplos que muestran las ventajas de utilizar ProteinVR.
Fuente <https://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1007747>

Conclusiones

Como se demostró, las actividades de laboratorio juegan un papel vital en la mejora del aprendizaje de los estudiantes, por lo que varios investigadores han desarrollado proyectos de laboratorios de realidad virtual en los últimos años. Desde una perspectiva de investigación, una pregunta clave para las ciencias moleculares implica comprender aquellas áreas particulares en las que las posibilidades de los nuevos entornos de realidad virtual permiten una visión más profunda, una mejor sensación para el diseño y la ingeniería a nanoescala, de manera más efectiva. comunicación y colaboración científicas, y progreso acelerado de la investigación en la comprensión de conceptos y sistemas moleculares importantes.

Sin embargo, existen varios problemas y limitaciones principales, incluidos los mareos y la orientación, las instrucciones solo únicamente en el idioma nativo, principalmente en inglés, y la poca carga cognitiva de los usuarios. Además, la mayoría de las instituciones educativas carecen de instalaciones de laboratorio debido a los problemas financieros y a la falta de equipo disponible.

Referencias

- Agbonifo, O. C., Sarumi, O. A., & Akinola, Y. M. (2020). A chemistry laboratory platform enhanced with virtual reality for students' adaptive learning. *Research in Learning Technology*, 28.
- Cassidy, K. C., Šefčík, J., Raghav, Y., Chang, A., & Durrant, J. D. (2020). ProteinVR: Web-based molecular visualization in virtual reality. *PLoS computational biology*, 16(3), e1007747.
- Dai, R., Laureanti, J. A., Kopelevich, M., & Diaconescu, P. L. (2020). Developing a virtual reality approach toward a better understanding of coordination chemistry and molecular orbitals. *Journal of Chemical Education*, 97(10), 3647-3651.
- Dalgarno, B., Bishop, A. G., & Bedgood Jr, D. R. (2012). The potential of virtual laboratories for distance education science teaching: reflections from the development and evaluation of a virtual chemistry laboratory. *En Proceedings of The Australian Conference on Science and Mathematics Education* (9).
- Ferrell, J. B., Campbell, J. P., McCarthy, D. R., McKay, K. T., Hensinger, M., Srinivasan, R., Zhao, X., Wurthmann, A & Schneebeil, S. T. (2019). Chemical exploration with virtual reality in organic teaching laboratories. *Journal of Chemical Education*, 96(9), 1961-1966.
- Jensen, N.; Seipel, S.; Voigt, G.; Raasch, S.; Olbrich, S.; Nejd, W. (2004). Development of a Virtual Laboratory System for Science Education and the Study of Collaborative Action. *EdMedia + Innovate Learning*, Association for the Advancement of Computing in Education (AACE): Waynesville, NC; pp 2148-2153.
- O'Connor, M., Deeks, H. M., Dawn, E., Metatla, O., Roudaut, A., Sutton, M., Thomas, L.M., Glowacki, B.C., Sage, R., Tew, P., & Glowacki, D. R. (2018). Sampling molecular conformations and dynamics in a multiuser virtual reality framework. *Science advances*, 4(6), eaat2731.
- O'Connor, M. B., Bennie, S. J., Deeks, H. M., Jamieson-Binnie, A., Jones, A. J., Shannon, R. J., Walters, R., Mulholland, A. & Glowacki, D. R. (2019). Interactive molecular dynamics in virtual reality from quantum chemistry to drug binding: An open-source multi-person framework. *The Journal of chemical physics*, 150(22), 220901.
- Qin, T., Cook, M., & Courtney, M. (2020). Exploring Chemistry with Wireless, PC-Less Portable Virtual Reality Laboratories. *Journal of Chemical Education*, 98(2), 521-529.
- Ramírez, J. Á., & Bueno, A. M. V. (2020). Learning organic chemistry with virtual reality. *En 2020 IEEE International Conference on Engineering Veracruz (ICEV)*, 1-4.

- Spark, A., Kitching, A., Esteban-Ferrer, D., Handa, A., Carr, A. R., Needham, L. M., ... & Lee, S. F. (2020). v LUME: 3D virtual reality for single-molecule localization microscopy. *Nature Methods*, 17(11), 1097-1099.
- Stauffer, S., Gardner, A., Ungu, D. A. K., López-Córdoba, A., & Heim, M. (2018). *Labster Virtual Lab Experiments: Basic Biology*. Springer.
- Winter, J. (2018). Playing with chemistry. *Nature Reviews Chemistry*, 2(5), 4-5.

CAPÍTULO 4.

Realidad virtual y aumentada en la enseñanza de las matemáticas

José Efrén Marmolejo Valle

<https://orcid.org/0000-0002-7191-4489>

Felicidad del Socorro Bonilla Gómez

<https://orcid.org/0000-0002-1835-6051>

Pável Ernesto Alarcón Ávila

<https://orcid.org/0000-0002-8651-893X>

Víctor Campos Salgado

<https://orcid.org/0000-0003-1369-0058>

Resumen

En las últimas décadas, las tecnologías emergentes nos brindan innumerables posibilidades para su incorporación en la educación, en sus diferentes niveles y modalidades, en el área de las matemáticas, planteando un cambio de paradigma en el proceso educativo y de los retos que deben afrontar. El presente capítulo forma parte de una investigación documental sobre la aplicación de la Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA), en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas a través de la recopilación y análisis de la literatura científica sobre las estrategias de diseño e implementación de la RV y RA en esta área del conocimiento. La metodología consistió en definir por medio de las palabras clave “Realidad virtual or realidad aumentada and matemáticas”, “Virtual reality or augmented reality and mathematics”. Los criterios de clasificación fueron: año, nivel educativo, área de matemáticas, país, tipo de realidad, tecnología utilizada e institución en la que se realizó el trabajo para la búsqueda de documentación en bases de datos científicas, con el objetivo de desarrollar e implementar estrategias de enseñanza de las matemáticas, que permita a los docentes y estudiantes de nivel básico la implementación de la realidad virtual y aumentada en su contexto educativo, identificando el software que permite su creación. Se concluye que aplicar realidades mixtas en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas

se realiza por iniciativa propia de los docentes probando diferentes herramientas para su creación, predominando el uso de la realidad aumentada ya que es más accesible su implementación.

Palabras clave: Realidad aumentada, realidad virtual, innovación educativa, tecnologías emergentes.

Abstract

In recent decades, emerging technologies offer us innumerable possibilities for their incorporation into education at different levels and modalities in the area of mathematics, posing a paradigm shift in the educational process and the challenges they must face. This chapter is part of a documentary research on the application of Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR), in the teaching-learning process of mathematics through the collection and analysis of the scientific literature on the strategies of design and implementation of VR and AR in the area of mathematics. The methodology consists of defining through the keywords "Virtual reality or augmented reality and mathematics" "Virtual reality or augmented reality and mathematics" and the classification criteria "year, educational level, area of mathematics, country, type of reality, technology used and institution" to search for documentation in scientific databases, with the aim of developing and implementing mathematics teaching strategies, which allows basic level teachers and students to implement virtual and augmented reality in their educational context, identifying the software that allows its creation. It is concluded that applying mixed realities in the teaching-learning process of mathematics is carried out on the teachers' own initiative, testing different tools for its creation, with the use of augmented reality prevailing since its implementation is more accessible.

Key words: Virtual reality, augmented reality, mathematics, educational innovation, Emerging technologies.

Introducción

Durante los últimos años se han implementado diversas estrategias didácticas que permiten mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas en la educación básica usando tecnologías. El rápido avance de las nuevas tecnologías abre un amplio campo de investigación de tecnologías emergentes a través de nuevos ambientes de aprendizaje y metodologías de enseñanza aprendizaje desarrollando habilidades que permitan formu-

lar conjeturas, compartirlas, analizarlas, corregirlas y mejorarlas, para que el alumno tenga un rol activo dentro del proceso de aprendizaje. Entre las tecnologías emergentes que recientemente se aplican en el contexto educativo con un verdadero potencial se encuentran la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA) (Cabrero-Almenara et al. 2021), pero para poder integrarlas proponemos que sea a través del modelo STEAM (Ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) por sus siglas en inglés, el cual se fortalece al pasar de una metodología educativa multidisciplinaria a una metodología educativa integral, gracias a la integración del arte para incorporar el pensamiento creativo y las artes aplicadas en situaciones reales. Esta metodología educativa busca un mejor incremento académico y personal en los estudiantes, desarrollando en ellos desde temprana edad habilidades sociales como colaboración, responsabilidad, comunicación, entre otras, así como destrezas individuales como creatividad, innovación, resolución de problemas y pensamiento crítico tal como lo describen Marmolejo Valle et al. (2019), de acuerdo con la Agenda digital para América Latina y el Caribe (*Digital Agenda for Latin America and the Caribbean* (eLAC2022), 2020) en la acción número 4 inclusión, competencias y habilidades digitales, tiene como objetivo 14

Impulsar el desarrollo y la incorporación de habilidades digitales y competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en los procesos de enseñanza- aprendizaje, mediante la actualización de los contenidos curriculares y el uso de recursos educativos digitales y estándares de competencia docente acordes a las capacidades que demandarán las actividades del futuro.

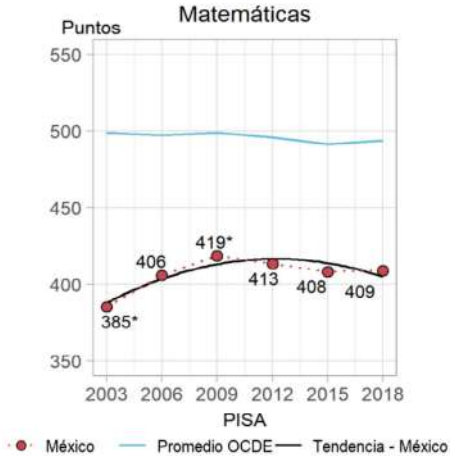
Por tal motivo el propósito es diseñar un laboratorio de realidades mixtas en matemáticas que permita a los docentes y estudiantes de nivel básico la implementación de la realidad virtual y aumentada en su contexto educativo, pero que también desarrollen la habilidad para crear sus propios proyectos. Este laboratorio es financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del programa Ciencia de Frontera para la adquisición del equipo de laboratorios de realidades mixtas de idiomas, matemáticas y química, además de la integración del equipo interinstitucional conformado por expertos en contenidos, diseñadores instruccionales, programadores y diseñadores gráficos de la Universidad Autónoma de Guerrero, Universidad Autónoma de Nayarit y la Universidad Autónoma de Nuevo León.

El rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes en México

De acuerdo con evaluaciones nacionales e internacionales, en México hay un bajo rendimiento escolar, de acuerdo con los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA por sus siglas en inglés) aplicado por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE, 2019a) , en la evaluación del año 2018 en la que participaron 79 países, México se encuentra en el lugar 57; en particular, en lo referido a la competencia matemática, que es reconocida como una de las competencias clave por la OCDE, se obtuvo un puntaje promedio nacional de 409 puntos. Esta competencia matemática permite desarrollar en el alumnado las habilidades necesarias para resolver situaciones interdisciplinarias en contextos reales (OECD, 2019b). De acuerdo con el siguiente gráfico, es evidente que México se encuentra 20% por debajo del promedio internacional. Cabe mencionar que el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE, es una encuesta trienal de alumnos de 15 años que evalúa hasta qué punto han adquirido los conocimientos y habilidades esenciales para la participación plena en la sociedad (PISA, 2018). En la Tabla 1 se presenta el puntaje de matemáticas que ha obtenido México del 2003 al 2018, de igual manera en la gráfica 1 se observa que de acuerdo al puntaje obtenido en cada evaluación no hemos llegado a la media internacional.

Año	Matemáticas
2003	385
2006	406
2009	419
2012	413
2015	408
2018	409

Tabla 1.
Fuente: OCDE (2019).
PISA 2018, Resultados.
Nota para País: México.



Gráfica 1. Fuente: OCDE (2019). PISA 2018, Resultados. Nota para País: México.

La Secretaría de Educación Pública (SEP) en coordinación con la Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (MEJOR-EDU) y las autoridades educativas de las entidades federativas aplican la prueba Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) a los alumnos del último grado de nivel primaria, secundaria y a los datos a los que nos referimos a continuación a un poco más de 18,000 escuelas de Educación Media Superior del país. PLANEA agrupa los resultados obtenidos por los estudiantes en cuatro niveles de logro que informan acerca de los aprendizajes clave que deben ser adquiridos por los estudiantes y en qué medida se han apropiado de ellos. Es importante señalar que estos niveles van del I al IV en orden progresivo, es decir, el nivel más bajo es el I y el más alto es el IV. Además, son acumulativos, ya que los estudiantes que se ubican en el nivel II cuentan con los aprendizajes del nivel previo (NI) y así sucesivamente.

A continuación, se presenta la descripción genérica de los niveles de logro:

Nivel I: Los estudiantes que se ubican en este nivel tienen un conocimiento insuficiente de los aprendizajes clave incluidos en los referentes curriculares. Esto refleja mayores dificultades para continuar con su trayectoria académica.

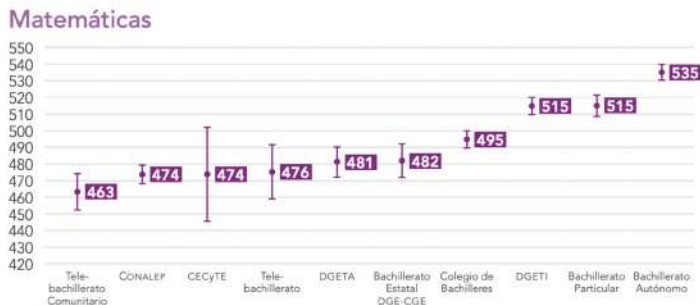
Nivel II: Los estudiantes que se ubican en este nivel tienen un conocimiento elemental de los aprendizajes clave incluidos en los referentes curriculares.

Nivel III: Los estudiantes que se ubican en este nivel tienen un conocimiento satisfactorio de los aprendizajes clave incluidos en los referentes curriculares.

Nivel IV: Los estudiantes que se ubican en este nivel tienen un conocimiento sobresaliente de los aprendizajes clave incluidos en los referentes curriculares (PLANEA, 2020).

De acuerdo con la Evaluación Nacional PLANEA 2017 aplicada a estudiantes de Educación Media Superior en Instituciones educativas autónomas, privadas, federales y estatales, de manera particular en el campo formativo de Matemáticas: seis de cada diez estudiantes se ubican en el nivel I (66%); casi dos de cada diez se ubican en el nivel II (23 %); en el nivel III, solo ocho de cada 100 estudiantes (8%); en el nivel IV, casi tres estudiantes de cada 100 (2.5%).

De acuerdo con los resultados nacionales 2017, en la Gráfica 2 se muestra el porcentaje promedio de los estudiantes por tipo de subsistema educativo, y se muestra que tres de los siete subsistemas analizados (autónomo, particular y DGETI) se encuentran por arriba del puntaje promedio nacional. El Bachillerato autónomo presenta el mayor puntaje promedio (535), mientras que el Telebachillerato Comunitario presenta el menor puntaje (463) (INEE, 2017).



Gráfica 2.. Fuente INEE (2017) PLANEA Educación media superior.

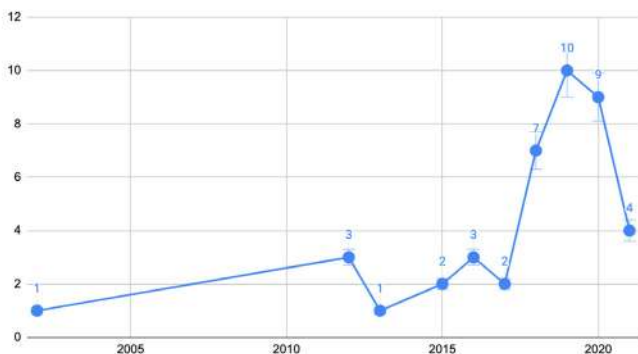
Realidad Virtual y Realidad Aumentada en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas

De acuerdo con los datos anteriores, es de interés buscar estrategias que permitan mejorar el rendimiento académico en el dominio de las matemáticas, es importante mencionar que actualmente existe poca información documentada acerca de la implementación de la Realidad Aumentada o Virtual en el área de las matemáticas de los distintos niveles educativos. A continuación, se presentan las investigaciones más recientes sobre la implementación de Aplicaciones de RA en el área de las matemáticas; algunas de ellas están orientadas desde la planeación, diseño e implementación en un contexto determinado, otras investigaciones están enfocadas en el uso de aplicaciones ya existentes y son incorporadas en el proceso de su práctica docente en su contexto escolar.

Con el fin de identificar el estatus de la literatura existente sobre RA y RV para el aprendizaje de las matemáticas, se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura en bases de datos científicas por medio de la búsqueda de las siguientes palabras clave: “Realidad virtual or realidad aumentada and matemáticas” y “Virtual reality or augmented reality and mathematics”. Por su parte, los criterios de clasificación fueron: “año, nivel educativo, área de matemáticas, país, tipo de realidad, tecnología utilizada e institución”. Asimismo,

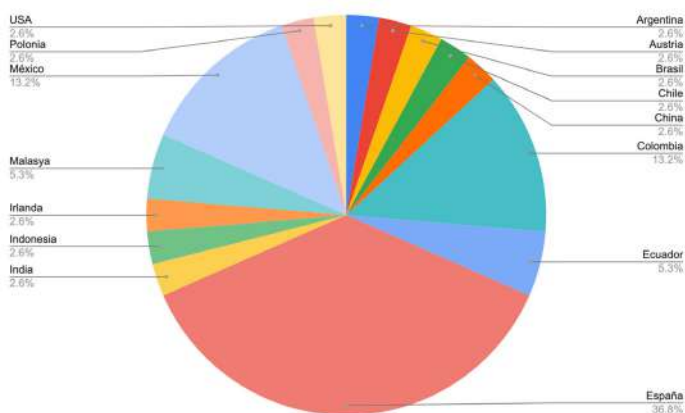
los criterios de inclusión para su selección fueron: Publicado en revistas académicas arbitradas y publicados entre 2002 a 2021.

Publicaciones entre 2002 - 2021



Gráfica 3.. Fuente: Propia. *Publicación de artículos relacionados a RV y RA en matemáticas*

De acuerdo con la revisión de la literatura realizada, en la Gráfica 3 se observa un claro incremento en aplicaciones de la RV y RA en la enseñanza de las matemáticas durante los últimos años. Respecto al tipo de realidad utilizada en el contexto educativo predomina un 70% la RA, 28.8% RV y tan solo un 2.2% Realidad Mixta (RM). Esto debido a que la implementación de la RA es más fácil de implementar ya que el software para su creación no requiere de conocimientos de programación avanzada o hardware especializado, mientras que para la RV o RM se necesita de un equipo interdisciplinar de expertos en contenido, diseñadores gráficos, programadores, diseñadores instruccionales, software y hardware especializado para la creación de diseños 3D, editores visuales y de programación. Con relación a la productividad basada en el origen geográfico, se presenta la distribución de producción organizada por países.



Gráfica 4. Fuente: *Propia*. Porcentaje de publicación de artículos relacionados a RA y RV en matemáticas por País.

Se observa un notorio desequilibrio de las producciones científicas, ya que España lidera con un 38.8%, siguiendo México y Colombia con un 13.2%; llama la atención de que a pesar de haber mucha producción científica en Estados Unidos sobre la RV y RA hay muy poco aplicado a la enseñanza de las matemáticas en específico.

Las áreas de Matemáticas en las que se han aplicado la RV y RA, son las siguientes: Geometría con 51.9%, Cálculo con 18.5%, Aritmética con 11.1%, Álgebra con 7.4% y otro 7.4% no especifica en qué área de Matemáticas se enfocan, y por último, Estadística con el 3.7%.

De acuerdo con la aplicación de la RV y RA en los distintos niveles educativos, el nivel superior es el predominante con un 48.3%, en seguida el nivel básico incluyendo nivel primaria y secundaria en un 44.8% de aplicación de estas tecnologías mientras que en el nivel medio superior solo hay un 6.9%.

En la investigación científica consultada para el diseño, elaboración y/o implementación de recursos de RA y RV, se aprecia que en un 57.7% se hace uso de software libre, mientras que un 43.3% hacen uso de software comercial; el software comercial que más se utiliza son: Aumentaty, NeoTrie, Second Life y Unity3D y de software libre son: Blender, Geogebra y Vuforia en su versión gratuita. A continuación, seleccionamos cuatro experiencias educativas en las que se aplica la RV y RA para la enseñanza de las matemáticas.

Una de las primeras herramientas documentadas es el constructor 3D, diseñado por Hannes Kaufmann, 2003, en la Universidad de Tecnología de Viena, es un constructor de geometría tridimensional. Construct3D promueve y apoya el comportamiento

exploratorio a través de la geometría dinámica, es decir, el usuario puede modificar continuamente todas las entidades geométricas y las entidades dependientes conservan sus relaciones geométricas. Por ejemplo, mover un punto que se encuentra en una esfera da como resultado el cambio del radio de la esfera. Todos los pasos de construcción se llevan a cabo mediante manipulación directa en 3D utilizando un lápiz óptico con seis grados de libertad. La RA permite que los usuarios vean su propio cuerpo y mano, así como los efectos de sus acciones mientras trabajan, por lo que el proceso de construcción involucra físicamente a los estudiantes y se asemeja más a la artesanía que al funcionamiento tradicional de la computadora (Kaufmann, 2002).

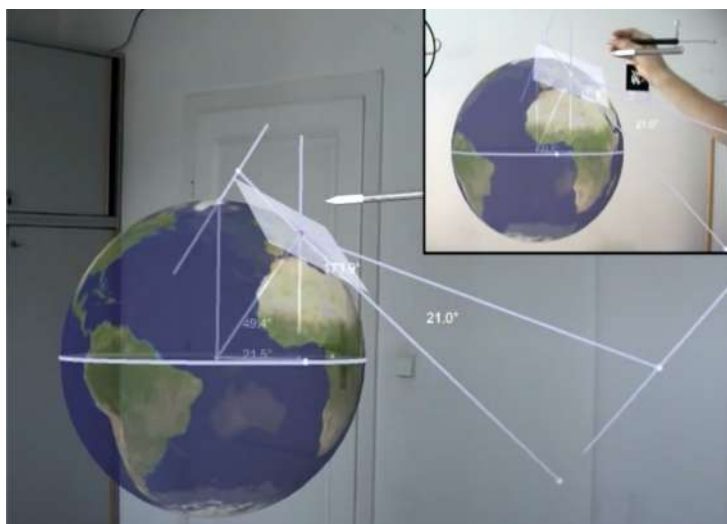


Figura 1. Fuente Kaufmann(2002) Construct3D-Overview

El uso de herramientas de autor también favorece el proceso de enseñanza aprendizaje en el área de matemáticas. A continuación, se presenta el trabajo de Diego Cangas, Grażyna Morga y José L. Rodríguez, quienes realizaron una prueba piloto en una escuela en Żernica, Polonia a niños de 11 a 14 años haciendo uso de NeoTrie; un software de realidad virtual que permite al usuario crear, manipular e interactuar con objetos geométricos y modelos 3D. El estudio se realizó de la manera siguiente. Las clases se han realizado de marzo a junio de 2018, en tres clases de niños de tres grupos de edad, a saber: 11, 12 y 14 años se llevaron a cabo 25 lecciones, basadas

en el plan de estudios básico de matemáticas. Se implementaron los temas referentes a ángulos, polígonos, prismas y pirámides, de acuerdo con este plan de estudios. El uso de NeoTrie ha facilitado la eliminación de algunos de los problemas a los que se enfrentan los alumnos en las primeras etapas del aprendizaje de geometría. Los niños a menudo tienen problemas para comprender el concepto de área de una figura y confunden el área con el perímetro y viceversa (Cangas et al., 2019).



Figura 2. Fuente. (Cangas, Morgan y Rodríguez, 2019) Niños interactuando con NeoTrie.

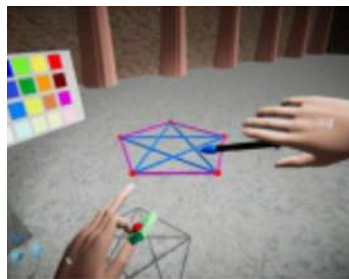


Figura 3. Fuente. (Cangas, Morgan y Rodríguez, 2019) Niños interactuando con NEOTrie.

ARLE es una herramienta de RA sobre RV desarrollada por Shubham Gargish, Archana Mantri, Deepti Prit Kaur de la Chitkara University Institute of Engineering and Technology de la India. El proyecto está diseñado en Vuforia, Unity 3D. La aplicación ha sido diseñada para hacer que la visualización y la interacción sea en tiempo real, ya que los estudiantes enfrentan dificultades al imaginar, visualizar y resolver problemas. La aplicación cuenta con un kit de marcadores para visualizar el entorno virtual.

El trabajo propuesto pretende brindar una experiencia inmersiva y visualización en el proceso de aprendizaje y enseñanza que no solo debe beneficiar a los estudiantes sino también a los docentes. Para comprender las vistas geométricas, se ha diseñado una aplicación de geometría móvil en la que los estudiantes pueden obtener asistencia personal y una mejor imaginación desde diferentes ángulos (Gargish et al., 2019).

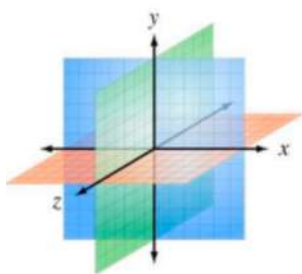


Figura 4. Fuente. (Gargrish et al., 2019) Trazado de coordenadas y trazado de problema numérico.



Figura 5. Fuente. (Gargrish et al., 2019). Captura del Juego Arle.

En la fase de desarrollo se realiza la producción de un producto final y se realiza la evaluación con el fin de depurarlo, se hacen modificaciones si es necesario. Además, el diseñador instruccional debe desarrollar el kit didáctico de acuerdo con las características de la fase de diseño, aspectos de seguridad, costos y materiales. Estos aspectos deben tenerse en cuenta para crear un kit didáctico atractivo, fácil de llevar y fácil de usar.

Pedro M. Cabezos Bernal, Juan J. Cisneros Vivó realizaron en Realidad Virtual con MatLab el Autorretrato de Escher titulado: Mano con esfera reflejante. Se trata de la representación de un espacio real que, aunque distorsionado por el efecto del globo reflectante, abarca la práctica totalidad de la escena, a excepción de la pequeña área oculta tras la superficie reflejante (Cabezos Bernal y Cisneros Vivó, 2018).

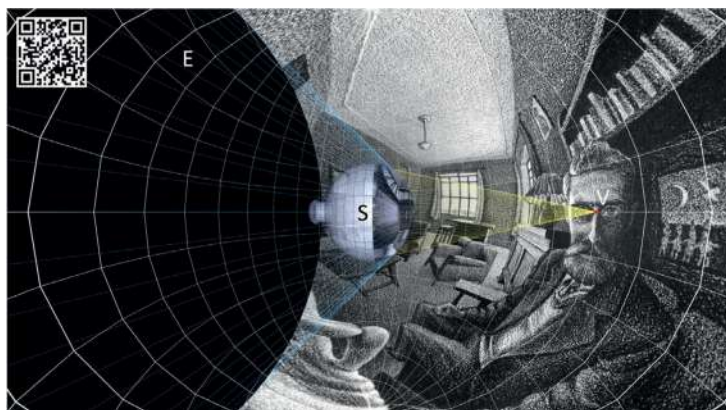


Figura 6. Fuente (Bernall, 2018) Visualización inmersiva concéntrica al elipsoide.

El resultado de la investigación nos permite contemplar esta obra de Escher desde un nuevo punto de vista y de forma totalmente inmersiva e interactiva, reafirmando todavía más si cabe el increíble talento del artista al comprobar la exactitud y meticulosidad de su trabajo (Bernal, 2018).

Conclusiones

De acuerdo con las investigaciones analizadas en diversos niveles educativos, la aplicación de la RA y RV predomina el nivel superior y el 51.9% corresponde a estrategias de enseñanza aprendizaje en el área de la Geometría, pero estos se encuentran en una etapa incipiente y expansiva, predominando la implementación de la RA en relación a la RV, se observa una tendencia en pleno crecimiento, por lo que es importante realizar proyectos que permitan la incorporación de las realidades mixtas en el proceso de enseñanza aprendizaje en el área de las matemáticas en los distintos niveles educativos de acuerdo al contexto y grado de complejidad, de esta manera a través de la inclusión de tecnologías en el contexto escolar y metodologías activas de RM, RV y RA se fomenta el interés y motivación de los estudiantes para experimentar de una forma visual, interactiva, individual o grupal, a base de retos y niveles de ciertos temas que solo podíamos entender de una forma abstracta de acuerdo a la explicación del docente y materiales disponibles en el aula y percepción individual como estudiante. Es necesario contar con mayor investigación en esta estrategia de aprendizaje que se encuentra en pleno desarrollo, ya que las instituciones educativas debemos de cambiar los modelos educativos tradicionales, haciendo uso del enfoque STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) y las tecnologías emergentes para desarrollar en los estudiantes destrezas y habilidades que les permitan la resolución de problemas complejos, trabajo colaborativo, comunicación, pensamiento crítico y pensamiento computacional, permitiéndoles ser protagonistas de la construcción de su propio conocimiento, así como la necesidad de diseñar cursos y talleres de formación continua para los docentes interesados en desarrollar prácticas docentes innovadoras. De acuerdo a los resultados, las estrategias de RV y RA son más interactivas y generan mayor interés por el aprendizaje de las matemáticas en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza, dependiendo en todo momento de la estrategia didáctica y adecuada selección de actividades integrales en el currículum y contexto escolar.

Referencias

- Cabero-Almenara, J. 1., Barroso-Osuna, J. 2., & Martínez-Roig, A. 3. (2021). Mixed, Augmented and Virtual, Reality Applied to the Teaching of Mathematics for Architects. *Appl. Sci*, 11(15). 10.3390/app11157125
- Cabezos Bernal, P. M. 1., & Cisneros Vivó, J. J. 2. (2018). La habitación de Escher. *EGA: revista de expresión gráfica arquitectónica*, 23(32), 122-131. <https://doi.org/10.4995/ega>
- CANGAS, D. 1., MORGA, G. 2., & RODRÍGUEZ, J. L. 3. (2019). Geometry teaching experience in virtual reality wi NeoTrie VR. *Psychology, Society, & Education*, 11(3), 355-366. <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/7585/2270-8301-1-PB.pdf?sequence=1>
- Digital Agenda for Latin America and the Caribbean (eLAC2022) (1st ed., Vol. 1). (2020). CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46439-agenda-digital-america-latina-caribe-elac2022>
- Gargrish, S. 1., Mantri, A. 2., & Prit Kaur, D. 3. (2019). Augmented Reality-Based Learning Environment to Enhance Teaching-Learning. *Procedia Computer Science*, 172, 1039-1046. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.152>
- INEE. (2017). *PLANEA Resultados nacionales 2017*. PLANEA. Retrieved 2021, from <http://planea.sep.gob.mx/content/general/docs/2017/ResultadosNacionalesPlaneaMS2017.PDF>
- Kaufmann, H. (2002, Diciembre). Construct3D: An Augmented Reality Application for Mathematics and Geometry Education. *Association for Computing Machinery*, 656-657. <https://doi.org/10.1145/641007.641140>
- Marmolejo Valle, J. E., Campos Salgado, V., & Alarcón Ávila, P. E. (2019). *Desarrollo de estrategias didácticas en el aula a través del pensamiento computacional. Makey Makey + Scratch 2019* [Proyecto realizado con financiamiento de la Secretaría de Educación Pública-Subsecretaría de Educación Superior-Dirección General de Educación Superior Universitaria.]. COCYTIEG.
- OECD (Ed.). (2019b). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. PISA, OECD (1st ed., Vol. 1). OECD. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- PLANEA. (2020). *PLANEA SEP*. Plan para la evaluación de los aprendizajes. Retrieved 2021, from <http://planea.sep.gob.mx/ms/>
- Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA). (2018). OCDE. Retrieved 2021, from https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf

CAPÍTULO 5.

Laboratorio de realidad mixta en la Facultad de Ingeniería del Noreste de México. Una estrategia para la praxis en Ingeniería.

Rosario Lucero Cavazos Salazar

<https://orcid.org/0000-0002-4054-7479>

Julieta Flores Michel

<https://orcid.org/0000-0002-7878-0487>

Carlos Guadalupe González Cardona

<https://orcid.org/0000-0002-1826-1976>

Resumen

Con el propósito de desarrollar en los estudiantes las competencias establecidas en los Programas Educativos (PE) del área de ingeniería en educación superior, es fundamental la realización de prácticas de laboratorio con equipo e instrumental especializado. Sin embargo, por distintos motivos entre los que se distinguen principalmente el alto costo del equipamiento y la falta de disponibilidad de espacios físicos, el proceso de enseñanza aprendizaje puede enfrentar importantes limitaciones. En este contexto, la integración de las Tecnologías de Información, Comunicación, Conocimiento y Aprendizaje Digital (TICCAD), así como la virtualización de la enseñanza, pueden representar estrategias pertinentes para compensar la limitación de laboratorios físicos suficientes y promover entornos de aprendizaje inmersivo así como buenas prácticas de innovación educativa. Entre los recursos educativos digitales (REEDI) utilizados actualmente con fines formativos, la tecnología de realidad mixta se distingue por su impacto visual y sus características de animación, interactividad e inmersión en un entorno virtual que simula las características de un ambiente real. En este trabajo se presenta la experiencia en el desarrollo de laboratorios virtuales en el área de ingenierías de educación superior, así mismo las ventajas que se obtuvieron de la aplicación de las tecnologías de realidad mixta fueron la optimización de recursos al realizar prácticas de laboratorios, reducción de costos y de riesgos

comparados con un laboratorio real y el desarrollo de habilidades digitales y aprendizaje autodirigido por parte de los estudiantes.

Palabras clave: Laboratorios virtuales, ingenierías, aprendizaje inmersivo, recursos educativos digitales, realidad virtual.

Planteamiento del problema

La formación de los estudiantes involucra conocimientos teóricos y prácticos que serán indispensables para su desempeño en el campo de su profesión. Sin embargo, muchas de las veces algunos factores influyen para dar mayor peso a la parte teórica dejando a un lado la práctica en la que el alumnado puede aterrizar lo aprendido y tomar el ensayo-error como una praxis del conocimiento de su disciplina.

Una situación a nivel mundial que se ha estado viviendo desde el año 2020 es la contingencia ocurrida a causa del COVID-SARS 19; la cual ha producido cambios en las estructuras sociales como en el área educativa. Las modalidades de aprendizaje se han ido adaptando ante estos cambios, pasando desde un escenario presencial hacia uno virtual e incluso híbrido. Esto ha traído algunas ventajas para el proceso de enseñanza y aprendizaje, debido a que el profesorado puede adoptar nuevas metodologías que permitan la construcción de la *significatividad* del conocimiento por parte del estudiantado.

Sin embargo, esto también ha generado una brecha debido a que el conocimiento se está aprendiendo por medio de plataformas y diversos recursos para trabajar a la distancia, por lo que utilizar este laboratorio de realidad mixta permea esta necesidad, aplicando lo teórico de manera más práctica con la simulación de contenidos que permitan interactuar con el profesorado y alumnado, ofreciendo una experiencia más completa al retroalimentar de una manera más eficiente que colabore a la construcción de aprendizajes significativos como parte de su profesión.

Asimismo, este tipo de laboratorios son de alto costo, por lo que las instituciones no lo llegan a considerar como una estrategia que permita intervenir en los programas de estudio para generar experiencias con el conocimiento práctico. Además, estas mismas llegan a tener un número alto en matrícula, por lo que no se puede contar con el espacio e infraestructura para desarrollar este tipo de laboratorios, debido a que entre mayor número de matriculados mayor equipo será con el que se deberá contar.

Esto representa una estrategia de innovación educativa, que ante todo cambio siempre habrá algunos factores que influyan

para que no se pueda realizar; sin embargo, en el contexto micro, este laboratorio ha sido implementado en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, contribuyendo en el perfil de estudiantes que utilizan herramientas e instrumentos para la operación de equipos; por lo que la experiencia generada por el mismo aborda los elementos de una manera que se pueda hacer una vinculación de todo lo aprendido hacia una praxis constructiva.

Fundamentos Teóricos

La temática central de esta práctica es la realidad mixta, la cual parte de otras dos: realidad aumentada y realidad virtual. Es importante partir del concepto central hacia aquellos más particulares. De acuerdo con Rodríguez (2020) la realidad mixta (RM) es una tecnología emergente que permite la integración de imágenes virtuales con el mundo real. Esto es posible debido a la implementación de tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a distintos dispositivos con cámara como un computador, tableta o teléfono móvil.

Dicha mezcla de elementos reales y virtuales se realiza a través de algún tipo de procesamiento que permite generar una imagen compuesta en tiempo real la cual es visualizada en una pantalla. De esta manera, con la RM es posible aumentar la percepción que el usuario tiene de la realidad mediante la implementación de elementos virtuales en la misma, lo cual es su característica más notoria, ya que no sustituye la realidad física, sino que la complementa con datos informáticos (p. 27).

Asimismo, Aristizábal (2013) fundamenta que la realidad híbrida o mixta, como la tecnología que se encuentra entre los dos extremos del continuo de virtualidad, del mundo real y virtual, agrupando tanto a la realidad virtual como a la aumentada.

Luque (2020) menciona que la realidad virtual puede ser de dos tipos: inmersiva y no inmersiva. La no inmersiva emplea también un ordenador, pero sin existir la necesidad de dispositivos interactivos adicionales. De mucho menor coste que la variante inmersiva, este enfoque es similar a una navegación en entornos 3D usando un ordenador, manipulando el entorno únicamente con teclado y ratón o periféricos no inmersivos (p.3).

Asimismo, Luque (2020) menciona la RV puede implementarse según diferentes métodos:

- Empleo de simuladores.
- Uso de avatares (personajes en el ámbito digital).

- Proyección de imágenes reales (diseño de gráficos por ordenador).
- Modelado 3D por ordenador.
- Inmersión en entornos virtuales (interfaces cerebro-máquina).

Partiendo hacia el concepto de la realidad aumentada, según Blázquez (2017)

La realidad aumentada podría definirse como aquella información adicional que se obtiene de la observación de un entorno, captada a través de la cámara de un dispositivo que previamente tiene instalado un software específico. La información adicional identificada como realidad aumentada puede traducirse en diferentes formatos. Puede ser una imagen, un carrusel de imágenes, un archivo de audio, un vídeo o un enlace (p.2).

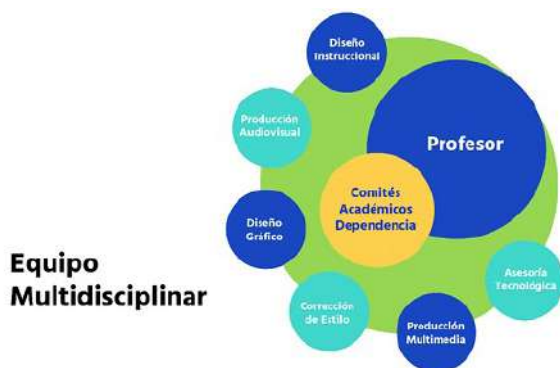
Metodología

La creación de recursos educativos digitales interactivos (REDI's) enfocada en particular al desarrollo de simuladores o laboratorios de práctica bajo tecnologías de realidad virtual (RV), implica un proceso sistemático basado en la integración de enfoques didácticos que promueven experiencias de aprendizaje activo; en conjunto con enfoques basados en la metodología del *Design Thinking*, para la integración de las tecnologías de información, comunicación, conocimiento y aprendizajes digitales (TICCAD) y la generación de ideas y soluciones orientadas al usuario, dentro de un marco de creatividad e innovación.

En este contexto, la Dirección de Educación Digital ha implementado en los últimos años un modelo de diseño instruccional adaptado del modelo ADDIE (que sus siglas significan análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación) el cual permite la incorporación de tendencias de innovación educativa aplicables a la creación de recursos educativos digitales, lo cual es una tarea compleja que requiere el trabajo conjunto de un equipo multidisciplinar, integrado por los perfiles profesionales siguientes:

- Profesor experto en contenido
- Diseñador instruccional
- Productor audiovisual

- Programador multimedia
- Diseñador gráfico
- Corrector de estilo



Gráfica 1. Equipo multidisciplinario para el desarrollo de recursos educativos digitales. DED 2020.

El proceso de desarrollo de los recursos educativos basados en la tecnología de RV, contempla cuatro fases principales:

1. Definición y análisis: En esta fase el experto en contenido, en conjunto con el asesor en diseño instruccional y el programador multimedia, plantea una idea creativa a desarrollar en el recurso digital con base en un análisis de pertinencia educativa, utilidad para el aprendizaje y viabilidad del desarrollo tecnológico. Una vez definida la idea a plasmar en el recurso digital, se realiza el levantamiento del requerimiento, además de comenzar a llenar la ficha técnica.

2. Planeación y diseño: En esta fase se aplica la metodología de trabajo para establecer el diseño del recurso con base en enfoques pedagógicos de aprendizaje activo, se realiza el diseño de interfaz gráfica y los guiones requeridos para el recurso. El programador multimedia sugiere al experto en contenido algunas especificaciones propias de la tecnología de RV como modelado 3D o animaciones interactivas complementarias a un diseño gráfico 2D. En esta fase se establece también la estructura funcional del recurso para asegurar su usabilidad.

3. Producción del recurso digital: En esta fase participa el equipo multidisciplinar encargado del desarrollo del recurso, a partir de la asignación de actividades específicas para cumplir con los requerimientos establecidos en las fases previas.

El diseñador gráfico realiza el desarrollo de imágenes y elementos gráficos requeridos. El productor audiovisual se encarga de la generación de videos y audios descriptivos. El programador multimedia realiza el modelado de elementos 3D, animación digital y la programación de las diferentes escenas del contenido en RV. Se integra la información recabada para montarla en el diseño autorizado, con los recursos que se solicitan, aquí se procede a llenar la lista de verificación.

4. Pruebas y validación: Se realizan pruebas del recurso por diferentes usuarios; se valida por el experto en contenido con base en la evaluación de su eficiencia funcional antes de liberarse a los usuarios finales.



Gráfica 2. Proceso de desarrollo de recursos educativos digitales.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados

En este apartado se presentan los resultados derivados de la experiencia del desarrollo de prácticas de laboratorio virtual en el área de ingeniería, que se llevó a cabo hacia finales de 2019.

Esta innovación tecnológica, dirigida a estudiantes del nivel superior requiere, para su implementación, de un equipo de cómputo con visores o un dispositivo móvil con opciones de realidad virtual como medio de consumo.

Como resultado de este proceso se logró el desarrollo de nueve prácticas virtuales de laboratorio para el nivel de estudios de pregrado en las áreas de Electrónica, Electricidad, Sistemas, Mecánica, Mecatrónica, Biomecánica y Ciencias Básicas en donde los estudiantes asisten a un espacio distinto al laboratorio real para realizar de forma autodirigida sus prácticas en un entorno virtual, teniendo una retroalimentación automática en caso de no tener al instructor cerca de él.

El proceso implementado para el desarrollo de laboratorios virtuales ha permitido asegurar, mediante la fase de validación interna, el cumplimiento de los siguientes criterios técnico-pedagógicos requeridos:

- Calidad en el contenido, enfatizando las ideas más significativas con un nivel adecuado de detalle.
- Fundamento en el diseño instruccional de contenidos y actividades acordes a las competencias a desarrollar.
- Interactividad a un nivel medio-alto del usuario con elementos en un entorno virtual, permitiendo manipular objetos y datos para simular la experiencia de una práctica real de laboratorio.
- Evaluación clara y objetiva que permite al alumno identificar aciertos y errores, proporcionándole una retroalimentación automatizada sobre sus avances en la realización de la práctica.
- Experiencia inmersiva a través de la configuración de una interfaz que integra diversos elementos multimediales (audio, animaciones 3D, video, imágenes), para promover el efecto de entorno real.

La actividad que se muestra a continuación es del Laboratorio de electrónica, donde el alumnado tiene opciones de iniciar la aplicación del conocimiento o bien, revisar tutoriales sobre cómo poder desempeñar el proceso; los temas que se abarcan son fuente dual, generador y osciloscopio. Los resultados aún no se pueden medir debido a la contingencia atravesada desde el año 2020, haciendo que la modalidad presencial migre a una virtual y el alumnado no pueda acudir al laboratorio por medidas de seguridad.

Para revisar la actividad como parte de la simulación del laboratorio se puede dirigir al siguiente enlace: <https://youtu.be/Lp4ta-a8LW18>

En enero del 2020, se llevó a cabo la inauguración oficial del proyecto de laboratorios virtuales por la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, contando con la presencia de las autoridades de la UANL (Imagen 1).



Imágenes. Nota: Presentación del proyecto de laboratorios virtuales en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (Elaboración propia).

Deliberaciones

El impacto de este proyecto radica en que integra prácticas de innovación educativa en diferentes contextos tanto dentro del salón de clase como en entornos de aprendizaje no presenciales, incorporando los laboratorios virtuales y diferentes herramientas tecnológicas para transformar el modelo tradicional de enseñanza y aprendizaje.

Así, con este tipo de proyectos de innovación se busca cambiar el paradigma de la educación dentro del aula como se conoce, y busca fomentar la creatividad y el autoaprendizaje en las nuevas generaciones, la cual es necesaria para que puedan resolver de una mejor manera los problemas a los que se enfrentarán en un futuro.

La propuesta es innovadora, ya que aplica una tecnología en tendencia dentro de la educación, y ha logrado encontrar diversas aplicaciones en diferentes campos disciplinares como en las ciencias médicas, biológicas, químicas, físicas y agronómicas, por citar algunas (Monge, 2007).

Por esta razón, el proyecto de desarrollo de laboratorios con tecnología de realidad virtual como herramienta de innovación en

los procesos de enseñanza aprendizaje es relevante por el aporte en experiencias de aprendizaje transformador, ya que se ha demostrado su implementación de manera exitosa. Los recursos educativos digitales desarrollados con tecnología de realidad virtual incorporan contenidos interactivos y multimedia que favorecen la atención, motivación y enriquecen la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Los beneficios que presentan los laboratorios virtuales desde un enfoque educativo han sido analizados por diferentes autores, como los señalados por Vergara (2019):

- Permiten optimizar el tiempo de respuesta al realizar las prácticas virtuales.
- Favorecen la repetición de experimentos y el reforzamiento de competencias.
- Implican un costo menor comparado con un laboratorio real.
- Reducen los riesgos asociados a la práctica de laboratorio en un entorno real.
- Favorecen el aprendizaje autodirigido en el estudiante y la personalización de la práctica educativa.
- Incentivan el desarrollo de habilidades digitales que actualmente demanda el mercado laboral.

Sin embargo, se requiere profundizar en los enfoques pedagógicos que subyacen al diseño de los recursos digitales, para valorar de manera objetiva el impacto para el aprendizaje que implica la implementación sistemática de prácticas virtuales bajo condiciones que simulan la experimentación en entornos de una práctica real, lo que permitirá seguir mejorando las experiencias de aprendizaje de los estudiantes para su adaptación a los diferentes estilos cognitivos.

La situación de contingencia sanitaria por la que cursamos actualmente nos invita a replantear nuestra forma de enseñar. Estamos frente a un reto en el que tenemos que adaptarnos hacia una nueva normalidad en la cual el uso de los REDI's es cada vez más frecuente para la innovación y transformación de los procesos de enseñanza aprendizaje.

Referencias

- Blázquez, A. (2017). *Realidad aumentada en Educación*. Universidad Politécnica de Madrid, gabinete de Tele-educación.
- DED. (2021). Manual de operación para el desarrollo de recursos educativos digitales. Dirección de Educación Digital, UANL.
- Luque, J. (2020). Realidad virtual y realidad aumentada. Revista digital de ACTA.
- Meritxell, E. M. (2000). Interactividad e interacción. Revista Interuniversitaria de Tecnología Educativa.
- Oviedo, O:92-97Monge J.; Méndez V. H. (2007). Ventajas y desventajas de usar laboratorios virtuales en educación a distancia. *Educación*, (31),1, 91-108. Universidad de Costa Rica.
- Rodríguez, A. C. (2020). Desarrollo de un sistema de realidad mixta para la enseñanza-aprendizaje de física de agujeros negros. Universidad Nacional de Colombia.
- Tello, D. C. (2018). Realidad Mixta/Híbrida para la Enseñanza de Animación en la Educación Superior. Universidad Autónoma de Bucaramanga-UNAB.
- Vergara R. D. (2019). Imposición de los laboratorios virtuales en la Educación del Siglo XXI. *Eduweb*, (13), 2 ,119-128.

CAPÍTULO 6.

Aprendizaje Inmersivo.

La Realidad Virtual como herramienta en la educación.

Miriam Amaro Sánchez

<https://orcid.org/0000-0003-4126-9404>

Jonathan Corona Quezada

<https://orcid.org/0000-0001-8809-1442>

Resumen

Hoy en día nos encontramos con avances tecnológicos significativos que están impactando en muchas áreas de nuestra vida, tanto profesionales como personales, las tecnologías nos ayudan para realizar nuestras diferentes tareas y nos hacen la vida mucho más fácil. Dentro de estos avances tecnológicos nos encontramos con las tecnologías emergentes, una de ellas es la Realidad Virtual; se cree que esta tecnología tendrá su auge en esta década, se comienzan a observar prácticas en el área de entretenimiento como videojuegos y también en el área educativa. Sin embargo, el uso de la Realidad Virtual de manera homogénea por todo el mundo y en todas las áreas donde podría haber una oportunidad de aprovecharla aún es muy precaria debido a la falta de acceso y desarrollo de esta tecnología inmersiva; una de estas áreas, es la educación, en este capítulo estaremos analizando las problemáticas a las que nos enfrentamos como profesores para poder añadir técnicas de uso de esta tecnología para el aprendizaje y las posibilidades y beneficios que tiene utilizar Realidad Virtual; desde la experiencia que hemos recopilado en Pixelarium donde alumnos y profesores experimentan y crean la Realidad Virtual, ha sido una experiencia enriquecedora que está cambiando la manera en cómo enseñamos y la manera en cómo aprenden los alumnos, cabe destacar que Pixelarium es un modelo educativo donde desarrollamos las 4C, (comunicación, creatividad, colaboración y pensamiento crítico) a través de la programación de videojuegos.

Palabras claves: videojuego, educación, desarrollo de competencias, docente, aprendizaje.

Abstract

Today we find significant technological advances that are impacting many areas of our lives, both professional and personal, technologies help us to perform our different tasks and make our lives much easier. Within these technological advances we find emerging technologies, one of them is Virtual Reality, it is believed that this technology will have its peak in this decade, practices in the entertainment area such as video games and also in the educational area are beginning to be observed. However, the use of Virtual Reality in a homogeneous way throughout the world and in all areas where there could be an opportunity to take advantage of it is still very precarious due to the lack of access and development of this immersive technology; One of these areas is education. In this chapter we will be analyzing the problems that we face as teachers in order to add techniques for using this technology for learning and the possibilities and benefits of using Virtual Reality; From the experience that we have compiled in Pixelarium where students and teachers experience and create Virtual Reality, it has been an enriching experience that is changing the way we teach and the way students learn, it should be noted that Pixelarium is an educational model where We develop the 4Cs (communication, creativity, collaboration and critical thinking) through video game programming.

Keyword: video game, education, skills development, teacher, learning.

Los modelos de aprendizaje son cada vez más variados y cada vez más, están orientados hacia la práctica, por eso la importancia de conocer y analizar cómo estamos aprendiendo como profesores con el uso y aplicación de las tecnologías y cómo están aprendiendo las nuevas generaciones al usarlas y aplicarlas en su vida cotidiana. Tomemos de base la metodología del **Cono de la Experiencia**, de *Edgar Tail*, que plantea cómo se representan los diferentes métodos de aprendizaje audiovisual, desde los más concretos que se representan en la base del cono hasta los más extractos y representados en la cima del mismo.

Las representaciones son los diferentes niveles donde se entiende una jerarquía y un conjunto de recursos donde la eficacia depende de varios factores, como el estilo de aprendizaje, los in-

tereses y las modificaciones para cada uno de los alumnos en el contexto de educación. Actualmente esto como ha sido modificado y se crea una pirámide del aprendizaje en el cual se muestran los diferentes métodos que se usan para poder aprender. En esta pirámide del aprendizaje se indican los porcentajes para recordar una tarea y concluir su aprendizaje:

- El 10% de lo que leemos.
- El 20% de lo que escuchamos.
- El 30% de lo que vemos.
- El 50% de lo que vemos y escuchamos.
- El 70% de lo que decimos.
- El 90% de lo que hacemos.

El aprendizaje es afectado por nuestros sentidos y se representa a través de una pirámide, en la que lo que está en la base es lo que más influye en lo que aprendemos y conforme vamos hacia la parte superior es lo que menos impacto tendrá. Podemos llegar a un 100% de aprendizaje en una actividad, si esta actividad es de creación y además las herramientas que utilizamos son inmersivas; esta última propiedad la podemos encontrar con la Realidad Virtual, ya que a través de la experiencia inmersiva escuchamos, observamos, creamos y experimentamos un espacio 360°; un claro ejemplo es Minecraft, un videojuego donde los jugadores se reúnen dentro del mundo virtual para crear diferentes mundos dando la libertad a los sentidos, experiencias y aprendizajes individuales de una manera colectiva.

Aprendizaje inmersivo en mundos virtuales

Un mundo virtual es una construcción en computadora que simula un mundo o entorno artificial inspirado o no en la realidad, donde los alumnos pueden interactuar entre sí con personajes o *Avatar* utilizando objetos o recursos virtuales. El término se ha utilizado en diferentes conceptos desde videojuegos hasta entornos creados para la interacción social como los contextos de entretenimiento, películas, cultura, deporte, medicina y también en entornos educativos.

Gracias a los mundos virtuales podemos lograr construir cosas inimaginables, inclusive simular una realidad que no existe, con esta experiencia podemos lograr que los alumnos puedan re-imaginar mundos completamente nuevos, innovar, mejorar y extender completamente su auto-expresión a través de una herramienta digital. El fin primordial sería poder crear entornos virtuales que nos

permitan oportunidades de colaboración, diseño y construcción, interviniendo de forma social y logrando experiencias inmersivas.

Usar la Realidad Virtual ayuda a que los estudiantes se puedan sumergir en un aprendizaje sumamente interactivo y práctico para lograr un aprendizaje significativo a través de potenciar el compromiso y el interés sobre los temas que se están abordando en el aula física o digital. Nos encontramos frente a una herramienta didáctica increíble, ya que a través de ella podemos aprender en entornos o mundos interactivos que pueden ser tan reales como la realidad misma, en estos mundos virtuales podemos cometer errores y aprender de sus consecuencias, intentarlo una y otra vez hasta lograr el objetivo de aprendizaje efectivo; nos facilita el interés en el aprendizaje y la enseñanza sobre todo en estos momentos en que tenemos que realizar un proceso educativo a distancia para las ciencias, las matemáticas, la ingeniería, el arte, etc.

La Realidad Virtual cada vez se hace más accesible, desde tener visores de cartón y un celular con giroscopio, hasta poder tener un visor más avanzado donde el hiperrealismo se pueda hacer presente. Si bien estos entornos artificiales tienen una estética de videojuego que podemos aprovechar dado que a los alumnos les interesan mucho los videojuegos el encontrarse en un mundo afín a sus gustos hace que el aprendizaje sea mucho más allegado a ellos.

La Realidad Virtual es una herramienta complementaria, no es algo que solucione el 100% de la educación, pero sí nos ofrece un aprendizaje real, viviendo experiencias entretenidas y divertidas.

Si bien en un principio estos entornos virtuales eran principalmente utilizados para diversión hoy en día los propósitos se han podido modificar para que contengan reglas o mecanismos que nos funcionan para poder analizar, crear y evaluar distintas acciones que permiten re-definir y lograr un nivel más alto en el rendimiento de los estudiantes. Como toda tecnología, está en constante actualización, crecimiento, testeo y validación y en el ámbito educativo no es la excepción, ya que existe un área de oportunidad inmensa para desarrollar los entornos virtuales en los diferentes temas de cada grado educativo, pero tanto profesores como los estudios mismos de desarrollo se enfrentan con diferentes problemáticas:

Una primera problemática son las dificultades o retos que tenemos en la creación de objetos o elementos tridimensionales y cómo reunir todos estos elementos para concretar un mundo creado totalmente en la computadora que además transmita el conocimiento que queremos que aprendan los alumnos de acuer-

do a sus capacidades, lo cual se conecta con el grado, temática, intereses, objetivos educativos e indicadores de evaluación.

La segunda problemática es el hardware, necesario para poder ejecutar las herramientas y los mundos creados, para poder visualizarlos para así concretar un proceso de educación a través de ellos, las tecnologías utilizadas para la creación de la realidad aumentada están en constante actualización y mejora, lo que hace que los equipos y dispositivos para crearla y observar cambien constantemente con las actualizaciones de los sistemas.

El panorama no es tan desalentador, apenas hace algunas décadas, el área virtual solo era parte de los efectos especiales de las películas con mayor inversión, hoy podemos ver laboratorios de Realidad Virtual en universidades, institutos, museos, está formando parte de nuestras actividades cotidianas. La Realidad Virtual es un fantástico recurso con un gran potencial en la educación que ha sido un área donde por mucho tiempo no se ha innovado e integrado tecnologías, estamos en un momento en que podemos cambiar y mejorar la educación del país.

Posibilidades educativas de la Realidad Virtual

Vamos encontrando un mayor potencial de la Realidad Virtual para el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje, en todo este proceso de educación dónde nos pueda permitir aplicarla en las diferentes áreas y lograr un impacto social y significativo en los estudiantes. Te compartiremos las posibilidades educativas que nos proveen el uso de la Realidad Virtual como una herramienta o medio por el cual podemos transmitir conocimiento y desarrollar habilidades específicas haciendo del aprendizaje algo inmersivo.

Reflexionemos sobre las formas en que podemos usar la Realidad Virtual, dónde y cómo aplicarla para entonces seguir facilitando el aprendizaje personalizado, y en algunas ocasiones, dirigido por el estudiante según sus capacidades e intereses.

Exhibiciones y exposiciones virtuales: son una extensión para representar las exposiciones y exhibiciones físicas en mundos artificiales. Nos da la posibilidad de involucrarnos de diferentes maneras con un contenido multimedia como son las imágenes, los audios, los videos, los textos y otros componentes de la Realidad Virtual, incluso la interacción de los elementos expuestos para conocer sus características de las creaciones.

Storytelling: Mediante la Realidad Virtual podemos llevar a un gran público de diferentes partes del mundo y diferentes edades a vivir

historias increíbles a través de una experiencia desde su casa, en la comodidad de su sillón, hasta centros de entretenimiento. Las historias son creadas con nuestra imaginación, lo cual provoca emociones y sensaciones que nos hacen estar ahí, en ese mismo momento y lugar siendo parte de la historia.

Videojuegos: Los jugadores son los protagonistas de la experiencia en los mundos virtuales, son ilimitados, llenos de recursos y ambientes por explorar, además de lograr que exista un movimiento real del cuerpo completo para brincar, correr, agacharse, mover las extremidades, logrando una inmersión completa en los espacios.

Simulaciones: Estas escenas pueden ser actividades de la vida cotidiana, en un aula, el trabajo, un ecosistema, ¡lo que imaginemos!, se crean mundos artificiales dentro de una computadora representando lugares y objetos existentes en la realidad para crear una exacta simulación.

Recorridos 360°: Nos introducimos directamente dentro de un escenario, el cual se recorre, se observa y se puede girar por todos lados apreciando el panorama a su alrededor mientras escuchamos sonidos, disfrutamos de la música y en ocasiones una narración que lo acompaña.

Estas son algunas de las formas en que podemos ocupar la Realidad Virtual, no estamos a expensas de que encontremos, creemos e innovemos en una nueva utilidad que nos permita introducirla en el proceso educativo e incrementar las posibilidades de un aprendizaje más inmersivo.

Habiendo reflexionado sobre las posibilidades educativas que nos ofrece la Realidad Virtual podemos considerarla como una herramienta pedagógica seria, a través de la cual podemos desarrollar habilidades y competencias además de entregar el conocimiento de una forma significativa. Gracias a la posibilidad de recrear situaciones reales en las que los alumnos no corren algún riesgo de tal forma que estos entornos artificiales sean formativos dándonos una gama de beneficios. Nosotros en Pixelarium, no solo hemos aplicado la Realidad Virtual para experimentarla, compartiéndola con niñas, niños, jóvenes y profesores, obteniendo los siguientes resultados de desarrollo de competencias/habilidades para que puedan crear sus propias experiencias para mejorar sus habilidades o competencias digitales.

- **Pensamiento Crítico:** los alumnos desarrollan y emplean estrategias para entender y resolver problemas de maneras que aprovechan el poder de los métodos tecnológicos para desarrollar y probar soluciones.
- **Colaboración:** el poder trabajar en la solución de problemas y desarrollar en conjunto sus propias creaciones.
- **Creatividad:** los alumnos utilizan una variedad de tecnologías dentro de un proceso de diseño para identificar y resolver problemas mediante la creación de soluciones nuevas, útiles o imaginativas.
- **Comunicación:** incrementar nuestros niveles de comprensión sobre temas culturales y sociales que nos permitan ser empáticos con esos temas y comunicarlos a través de un proyecto de realidad virtual.

Los beneficios para la educación, para los profesores y alumnos cuando aplican y utilizan la Realidad Virtual, más allá de un ejercicio de tecnología e innovación se logran los beneficios siguientes:

Aprendizaje significativo: El poder crear experiencias inmersivas nos lleva a poder retener la atención de los alumnos inclusive facilitar la entrega del conocimiento.

Aprendizaje autónomo: Aprovechan la tecnología para tomar un papel activo en la elección, el logro y la demostración de las competencias en sus objetivos de aprendizaje.

Enseñanza personalizada: Permite que nosotros como educadores, prestemos más atención en los aspectos que cada estudiante necesita profundizar.

Para finalizar nuestra experiencia, compartimos nuestra metodología que hemos aplicado en nuestras sesiones presenciales y virtuales, con niñas, niños, jóvenes y profesores, logrando una experiencia y aprendizaje significativo, atractivo y divertido.

Una recomendación sobre cómo aplicar la didáctica con la Realidad Virtual con los alumnos, es que son introducidos en el mundo de esta tecnología para conocer que mediante ella pueden crear sus propios mundos virtuales generando experiencias inmersivas y además construir y personalizar sus propios visores.

- **Introducción:** una pequeña introducción sobre qué es la Realidad Virtual, sus alcances y posibilidades de creación.
- **Problemática:** presentarles una gama de problemas en los que aplicarían la resolución a través de tecnología.
- **Diseño de solución:** una lluvia de ideas con mucha creatividad e imaginación para encontrar cuál sería una solución óptima frente a un problema.
- **Desarrollo de experiencia con Realidad Virtual:** mediante una capacitación en el uso de una herramienta para la creación de Realidad Virtual representar la solución diseñada mediante esta tecnología.
- **Creación de visores(opcional):** una actividad donde los alumnos pueden construir visores a partir de una plantilla, cortar, doblar, pegar y pintar para poder personalizar los visores y utilizar con un dispositivo inteligente para la experiencia de Realidad Virtual.
- **Presentación:** en esta última etapa podemos crear un pequeño *showroom* de las experiencias desarrolladas, inclusive los alumnos pueden hacer una explicación de cómo ha sido su proceso de creación.

Conclusiones

Hemos comprobado que aprender a crear Realidad Virtual refuerza una serie de habilidades, ayuda a poder entender, comprender y visualizar algunos conceptos abstractos, además de permitirnos aplicar habilidades como el fortalecimiento de la comunicación verbal y escrita, el pensamiento lógico matemático y muchas más, ya abordadas en este texto.

Aprendimos que el desarrollo de proyectos que involucran Realidad Virtual inculca cualidades creativas que ayudan a los alumnos a poder desempeñarse mucho mejor en actividades escolares aprendiendo a través de la experimentación para fortalecer los conocimientos diseñando soluciones creativas a problemas complejos.

En esta época es muy importante poder entender la tecnología para innovar y mejorar el contexto que nos rodea, conforme vamos consumiendo contenidos y creándolos a través de estas tecnologías, desarrollaremos de forma natural a fallar, a volver a intentarlo y mejorar cada vez.

En los grupos en que hemos aplicado la metodología a través de realidad virtual hemos encontrado que no hay una mejor manera de generar perseverancia sino a través de presentar desafíos de una forma más interesante y divertida.

Los alumnos inician con una idea mínima de lo que pueden lograr por ellos mismos, pero al momento de hacerle frente a los retos en los que les implica utilizar su imaginación y creatividad ayudándose de la Realidad Virtual, ellos mismos comienzan a demostrar la confianza que a medida van desarrollando durante el proceso de creación.

Los estudiantes de hoy deben de estar familiarizados con ciertos conceptos básicos de competencias digitales debido a las actividades que realizan, usando dispositivos inteligentes y computadoras. Nosotros, como educadores, debemos tener la visión para poder aprovechar esa atención e interés en aprender mediante una herramienta innovadora para así lograr convertirlos en creadores.

Cuando se trata de preparar a nuestros estudiantes para el futuro lo mejor es guiarlos y facilitarles ese aprendizaje con las herramientas adecuadas a la vanguardia de la educación. Gracias a ello, veremos un cambio importante que impactará no solo en su vida educativa sino también en lo profesional y en todas sus actividades diarias que realizan. Notaremos que esa confianza y autonomía que buscamos en ellos se incrementa, y estarán mucho más motivados en lograr sus metas y sueños.

Referencias

- De Antonio Jiménez, A., Abarca, M. V., & Ramírez, E. L. (2000). Cuándo y cómo usar la Realidad Virtual en la Enseñanza. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, (16), 4.
- Maldonado, F. J., Ramírez, J. L., & Andrade, M. I. B. (2020). Rutas inmersivas de Realidad Virtual como alternativa tecnológica en el proceso educativo. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(1), 48-56.
- Mayor, A. C. (2016). Apuntes docentes: posibilidades educativas de la realidad virtual inmersiva. *Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, (295), 18-25.
- Oliveros-Castro, S., & Núñez-Chaufleur, C. (2020). Posibilidades educativas de la realidad virtual y la realidad combinada: una mirada desde el conectivismo y la bibliotecología. *Revista Saberes Educativos*, (5), 46-62.

CAPÍTULO 7.

El enfoque ético, legal y humanista en los laboratorios de realidad mixta

Jesús Eduardo Estrada Domínguez
<https://orcid.org/0000-0001-8176-3496>

Rubén Suárez Escalona
<https://orcid.org/0000-0002-1563-3666>

Pedro Pablo Suárez Escalona
<https://orcid.org/0000-0001-5485-4130>

Resumen

Las tecnologías desarrolladas a través del tiempo han facilitado la ejecución de diversas actividades para el ser humano, sin embargo, el desarrollo de la tecnología no solo trae consigo beneficios, sino también responsabilidades. Diversos factores como la ética, el carácter legal y el sentido humanista se han tomado poco en cuenta en las tecnologías emergentes. Así mismo, no se cuenta con leyes que permitan regular el desarrollo de aplicaciones con realidad mixta en la cual se tome en cuenta factores morales y éticos. Por otro lado, el sentido humanista, se refiere a empatizar con personas cuyas experiencias y acciones no estén relacionadas con las nuestras. Es decir, este tipo de tecnologías son un medio a través del cual los usuarios pueden desarrollar empatía sobre otros individuos independientemente de las diferencias culturales y de ubicación. Por tal motivo, el objetivo principal de este capítulo es profundizar aún más en los factores éticos, legales y humanos que están presentes en el desarrollo y uso de aplicaciones de realidad mixta, específicamente en el ámbito educacional. En este capítulo se realizó una búsqueda sistemática de la literatura (RSL), diseñando una ecuación de búsqueda para posteriormente introducirla en las bases de datos especializadas definiendo criterios de inclusión y exclusión. Con lo anterior se logró identificar la literatura más actualizada y pertinente sobre el tema. A manera de conclusión, podemos decir que el diseño y desarrollo de aplicaciones de realidad

mixta llevan consigo una responsabilidad por parte de los autores de considerar aspectos éticos, legales y humanistas.

Palabras clave: Humanidades Digitales, Industria 5.0, Dilema Ético, Ley Cibernética, Entornos Virtuales Inmersivos.

Abstract

The technologies developed over time have facilitated the execution of various activities for the human being, however, the development of technology not only brings benefits but also responsibilities. Many factors such as ethics, legal character, and the humanistic sense have been little taken into account in emerging technologies. Likewise, there are no laws to regulate the development of applications with mixed reality in which moral and ethical factors have been relevant. On the other hand, the humanistic sense refers to empathizing with people whose experiences and actions are not related to ours. However, these kinds of technologies are a way in which users can develop empathy for other individuals regardless of cultural and location differences. For this reason, the main objective of this chapter is to go deeper into the ethical, legal, and human factors that are present in the development and use of mixed reality applications, specifically in the educational field. In this chapter, a systematic literature search (RSL) is used to design a search equation to later be entered into specialized databases, defining inclusion and exclusion criteria. With the above, it was possible to identify the most up-to-date and pertinent literature on the subject. By way of conclusion, we can say that the design and development of mixed reality applications carry with them a responsibility on the part of the authors to consider ethical, legal, and humanistic aspects.

Key words: Digital Humanities, Industry 5.0, Ethical Dilemma, Cybernetic Law, Immersive Virtual Environments.

Introducción

Las tecnologías desarrolladas a través del tiempo han facilitado la ejecución de diversas actividades para el ser humano. Desde una computadora, hasta las tecnologías que surgieron con la aparición de la cuarta revolución industrial, han permitido a los individuos llevar a cabo sus actividades cotidianas de una manera más eficiente, sin embargo, el desarrollo de la tecnología no solo trae consigo beneficios, sino también responsabilidades. Diversos factores como la ética, el carácter legal y el sentido humanista se

han tomado poco en cuenta en las tecnologías emergentes. De acuerdo con Moore (2005), existe una correlación entre el avance tecnológico y el impacto social.

Una de las tecnologías que más ha revolucionado en nuestra era es la realidad mixta, es decir, aquella que combina la realidad aumentada con la realidad virtual. A través de esta tecnología las personas obtienen una experiencia más real e inmersiva sobre diversas situaciones. Esta tecnología se ha implementado en mayor medida en el campo de los videojuegos y la educación, pero su aplicación se extiende cada vez más. Si bien sus aplicaciones parecen ser ilimitadas, ha comenzado a surgir debate sobre las cuestiones éticas en su uso y desarrollo (Jia y Chen, 2017).

Actualmente no se cuenta con leyes que permitan regular el desarrollo de aplicaciones con realidad mixta y que tome en cuenta factores morales y éticos, los cuales tienen un gran impacto en el comportamiento del usuario de este tipo de tecnologías (Southgate et. al, 2017). Miller (2011) enfatiza que los desarrolladores de realidad mixta deben responsabilizarse de los efectos que pudieran provocar sus aplicaciones.

Otro factor fundamental que se debe de tomar en cuenta en el desarrollo y uso de las aplicaciones de realidad aumentada es el aspecto legal. Actualmente este tipo de tecnología posee un bajo o medio nivel de seguridad en sus códigos, lo que los hace más propensos a ciberataques. Esto es de considerarse ya que una persona con las suficientes habilidades informáticas podría modificar las aplicaciones e influir en los usuarios de una forma negativa o incluso robar su información (Ueoka, 2018).

Adicionalmente, aún existe un área de oportunidad en cuanto al desarrollo de normas o legislaciones que regulen las acciones dentro de los mundos virtuales. Strikwerda (2015), plantea una situación en donde se cuestiona si una persona que comete un acto ilícito en un mundo virtual, debería ser juzgado en el mundo real. Al principio, la respuesta pudiera ser una negativa, sin embargo, se debe de considerar que estas tecnologías inmersivas pueden ser tan reales al punto de causar efectos psicológicos tanto positivos como adversos en el usuario.

Una característica más a tener en cuenta en el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada es el sentido humanista. Tosh (2015), refiere que es complicado empatizar con personas cuyas experiencias y acciones no estén relacionadas con las nuestras. Es decir, es menos probable que nos preocupemos por los derechos humanos de personas con una cultura diferente y con diferencias tanto temporales como geo-espaciales.

Por su parte, Constine (2015), argumenta que la realidad mixta es considerada una Machine Empathy, es decir, un medio en el que los usuarios pueden desarrollar empatía sobre otros individuos independientemente de las diferencias culturales y de ubicación. Esto se debe a que la realidad mixta es tan inmersiva que los usuarios logran crear y fortalecer lazos con otros individuos ubicados en locaciones diferentes, causando la sensación de estar ahí (Cum-mings y Bailenson, 2016).

El objetivo principal de este capítulo es profundizar aún más en los factores éticos, legales y humanos que están presentes en el desarrollo y uso de aplicaciones de realidad aumentada, específicamente en el ámbito educacional. Por lo anterior, se procederá a ejemplificar cada uno de estos aspectos y su relación en los modelos de enseñanza-aprendizaje actuales.

Metodología

Para indagar más sobre el impacto de los factores éticos, legales y humanistas que forman parte del desarrollo y uso de aplicaciones de realidad aumentada, se realizó una búsqueda exhaustiva en la literatura en bases de datos especializadas, lo anterior, con la finalidad de comprender aún más la relación de estos factores con la tecnología antes mencionada. La búsqueda de literatura se llevó a cabo utilizando la metodología conocida como “Revisión Sistemática de la Literatura” (RSL), la cual tiene como finalidad evitar incurrir en posibles sesgos por parte del investigador.

La metodología RSL comienza estableciendo preguntas modificadoras, las cuales permiten acotar la búsqueda, ajustándose a los objetivos de la investigación. Las preguntas que se utilizaron para esta investigación fueron: 1) ¿Qué se entiende por realidad mixta?, 2) ¿Cuáles son los factores que impactan en el uso ético, legal y humanista de la realidad mixta y 3) ¿De qué manera se abordará el estudio?, en nuestro caso particular será del tipo exploratorio y descriptivo.

En segunda instancia se deben definir las bases de datos en las que se realizará la búsqueda, esto dependerá en gran medida del propósito de la investigación. En nuestro caso particular se utilizaron las bases de datos Mendeley, Scopus, Wiley y Emerald para buscar literatura sobre el tema, lo anterior, debido a que estas plataformas son reconocidas por su alto prestigio y calidad de contenido. El tercer paso es diseñar una ecuación de búsqueda, preferentemente en idioma inglés, pues es el idioma en el que se encuentran gran parte de las investigaciones, además de establecer un periodo de búsqueda. La ecuación debe contener las palabras clave que se utilizarán de filtro para realizar la búsqueda, por ejemplo: Digital Humanities, Indus-

try 5.0, Ethical Dilemma, Cybernetic Law, Immersive Virtual Environments. En cuanto al periodo de búsqueda, se determinó un intervalo no mayor a cinco años hasta la fecha de elaboración de este texto.

Finalmente, se deben de determinar los parámetros de inclusión y exclusión, en donde se estableció que la búsqueda fuese proveniente únicamente de artículos de revista (Journals), pues se aseguró que la información obtenida estuviese debidamente arbitrada e indexada en alguna revista de impacto, así como que efectivamente las estuviesen orientadas al mismo contexto de la presente investigación.

Fundamentos Teóricos

Hoy en día se desconocen con detalle los factores fisiológicos adversos que provoca el uso de la realidad mixta, además de las características específicas de quienes utilizan este tipo de tecnología. Por ejemplo, la edad y la sensibilidad mental pudieran estar relacionados en la forma en que un individuo reacciona en una realidad mixta, es decir, si estos usuarios están tan inmersos en ese mundo digital al punto que comiencen a manotear, sacudirse en incluso caerse y hacerse daño. Algunos expertos opinan que si una persona se sumerge tanto en esta experiencia virtual pudiera reaccionar como lo haría en el mundo real y mostrar cierto tipo de comportamientos psicológicos (Kenwright 2018).

Imaginemos una persona simulando un caída libre, esta podría ser tan real para el usuario que quizá pierda el equilibrio en el mundo real y no solo pueda dañarse físicamente, sino también psicológicamente, desarrollando algún tipo de trauma a las alturas. En la figura 1 se muestra un fragmento de una película de ciencia ficción, en donde se puede observar como a los usuarios se les colocan cables o sujetadores para que estos no puedan dañarse en el mundo real al sumergirse en la realidad aumentada.



Figura 1. Nota: Imagen tomada de la película *Ready Player One* (2018).

Actualmente, se cuestiona en gran medida si este tipo de tecnologías pudiera desencadenar un comportamiento inusual en las personas. Diversos estudios han demostrado que ciertas personas, en especial niños, pueden ser más vulnerables a este tipo de comportamiento debido a que son en mayor medida más susceptibles y pueden confundir lo real con lo que no lo es (Kenwright 2018).

Un experimento realizado por Segovia y Bailenson (2009), demostró que los niños de entre 6 y 12 años que utilizaron tecnología inmersiva en verdad creyeron haber tenido una experiencia real, resultándoles muy difícil diferenciar lo ficticio del mundo físico. Ellos en verdad creyeron haber estado en interacción con orcas en su ambiente natural. Este tipo de situaciones deben analizarse con detenimiento, ya que una inmersión de tal magnitud puede también desencadenar situaciones de estrés para algunos usuarios al punto de causar traumas psicológicos en los usuarios (ver figura 2).

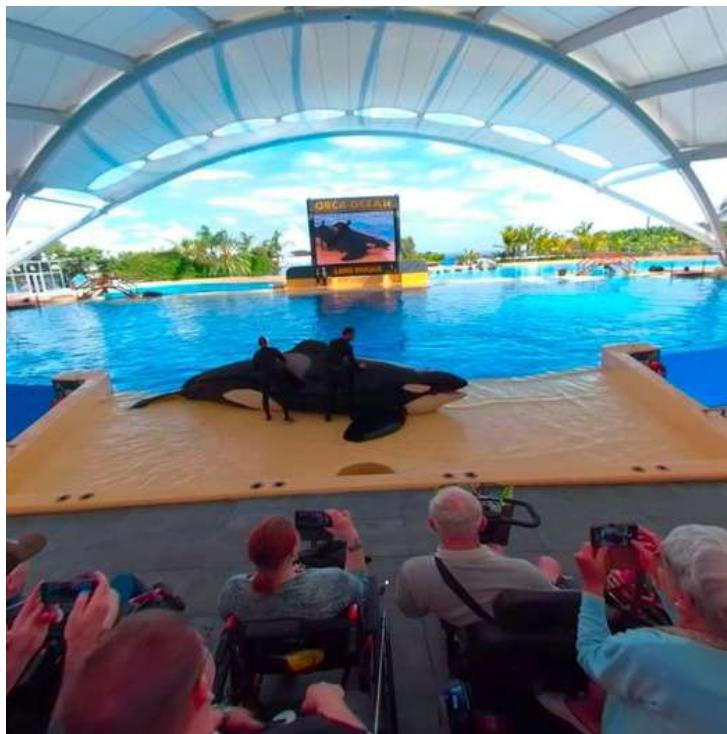


Figura 2. Nota: Imagen tomada de YouTube VR Loro Parque Orca Ocean Show 360 VR POV Canal Rene Miksche (2019)

Por su parte, Funk et al. (2004) mencionan que la exposición prolongada y constante a la realidad mixta y aumentada podría alterar los procesos cognitivos, afectivos y conductuales de los usuarios lo que puede conllevar a una desensibilización y cambios en la manera ética y moral de las personas.

Desde el punto de vista legal, la realidad mixta ha puesto al descubierto algunas lagunas en las leyes que rigen el comportamiento de los individuos. Algunos estudiosos como Strikwerda (2015) señalan que algunos comportamientos dentro de la realidad mixta pudieran contener elementos típicos de un delito en nuestra realidad. Por ejemplo, pudiera llevarse a cabo algún tipo de acto ilícito por parte de un usuario a otro, lo que pudiera provocar algún tipo de trauma. Este hecho sería un poco complicado de tratar puesto que las acciones se llevarían a cabo en un mundo imitado y las normas conductuales de nuestra realidad no serían aplicables ahí (ver figura 3).



Figura 3. Nota: Imagen tomada del Demo de Arizona Sunchine (2021) se observa a un usuario disparando un arma ficticia en un ambiente imitado.

Finalmente, en un sentido humanista, la realidad mixta puede ayudar a fomentar un comportamiento en pro de la sociedad. Por ejemplo, en el año 2017 un equipo de desarrolladores creó una realidad inmersiva que involucra a los usuarios en el dramático cruce ilegal de la frontera entre México y Estados Unidos, lo que sensibilizó en gran medida a dichos usuarios y comprendieron aún más los motivos por los cuales algunas personas se arriesgaban en tal travesía hacia el sueño americano (Van Loon, et al. 2018).

Se ha demostrado que la empatía es un factor fundamental que fomenta tanto la igualdad social como el respeto a los derechos humanos. Esto es relevante ya que a través de la realidad mixta se pueden desarrollar más fácilmente la empatía hacia las personas y las diversas situaciones en las que se ven envueltos.

Conclusiones

Si bien es cierto que hay algunos factores adversos que deben de considerarse al momento de desarrollar ambientes de realidad mixta, también debemos de contemplar todos los beneficios que conlleva su aplicación, tanto para la educación como para el entretenimiento. Este tipo de tecnologías no solo ofrece un medio de escape para los usuarios, sino que también ha venido a revolucionar por completo las formas de aprendizaje, combinando elementos como la diversión, lo emocionante y lo visual.

Los autores sugerimos contemplar los factores éticos, legales y humanos en el desarrollo de realidades mixtas, puesto que con ellos se logrará una aplicación óptima de esta tecnología. Asimismo, se vuelve necesario seguir realizando más investigaciones sobre su impacto tanto en corto, como a largo plazo.

Referencias

- Constine, J. (2015), "Virtual reality, the empathy machine", available at: <http://techcrunch.com/2015/02/01/what-it-feels-like/> (accessed 12 May 2020).
- Cummings, J. J., & Bailenson, J. N. (2016). How immersive is enough? A meta-analysis of the effect of immersive technology on user presence. *Media Psychology*, 19(2), 272-309..
- Funk, J. B., Baldacci, H. B., Pasold, T., & Baumgardner, J. (2004). Violence exposure in real-life, video games, television, movies, and the internet: is there desensitization?. *Journal of adolescence*, 27(1), 23-39.
- Jia, J., & Chen, W. (2017, July). The ethical dilemmas of virtual reality application in entertainment. In *2017 IEEE International Conference on Computational Science and Engineering (CSE) and IEEE International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC)* (Vol. 1, pp. 696-699). IEEE.
- Kenwright, B. (2018). Virtual reality: Ethical challenges and dangers [opinion]. *IEEE Technology and Society Magazine*, 37(4), 20-25.
- Miller, K. W. (2011). Moral Responsibility for Computing Artifacts: "The Rules". *IT Professional*, 13(3), 57-59.
- Moor, J. H. (2005). Why we need better ethics for emerging technologies. *Ethics and information technology*, 7(3), 111-119.
- Segovia, K. Y., & Bailenson, J. N. (2009). Virtually true: Children's acquisition of false memories in virtual reality. *Media Psychology*, 12(4), 371-393.
- Southgate, E., Smith, S. P., & Scevak, J. (2017, March). Asking ethical questions in research using immersive virtual and augmented reality technologies with children and youth. In *2017 IEEE virtual reality (VR)* (pp. 12-18). IEEE.
- Strikwerda, L. (2015). Present and future instances of virtual rape in light of three categories of legal philosophical theories on rape. *Philosophy & Technology*, 28(4), 491-510.
- Tosh, J. (2013). *The pursuit of history: Aims, methods and new directions in the study of history*. Routledge.
- Ueoka, R., & AlMutawa, A. (2018, July). Emotion hacking VR: Amplifying scary VR experience by accelerating actual heart rate. In *International Conference on Human Interface and the Management of Information* (pp. 436-445). Springer, Cham.
- Van Loon, A., Bailenson, J., Zaki, J., Bostick, J., & Willer, R. (2018). Virtual reality perspective-taking increases cognitive empathy for specific others. *PloS one*, 13(8), e0202442.



ACERCA DE LOS AUTORES



Dr. Pável Ernesto Alarcón Ávila

Formación académica:

- Licenciado en Informática (ITCH),
- Maestro en Administración (ITCH),
- Diplomado “Saberes Digitales para Profesores de Educación Superior”. (SINED),
- Formación de asesores sobre “Habilidades digitales básicas para docentes” (ANUIES).
- Diplomado Internacional “La evaluación: de la Calidad de Programas de Educación Superior a Distancia” (CALED). Jefe del Departamento de Plataforma Tecnológica en el Sistema de Universidad Virtual de la UAGro, Responsable Tecnológico del Nodo Periférico del Sistema Nacional de Educación a Distancia (SINED), Evaluador de cursos desarrollados para formación en línea de las asignaturas del plan de estudios por competencias 2010 del Bachillerato Universitario de la UAGro, Profesor en la licenciatura y posgrado en la Facultad de Comunicación y Mercadotecnia y Profesor en el bachillerato y en el programa educativo de licenciatura de ingeniería en computación en el Sistema de Universidad Virtual.



Miriam Amaro Sánchez

Desarrolladora de videojuegos y experiencias de gamificación.

Diseñadora Gráfica, Creativa, Comunicóloga y Mercadóloga.

Co Fundadora de Pixelarium, un modelo educativo para desarrollar las 4C: Comunicación, Creatividad, Colaboración y Pensamiento Crítico a través del diseño y programación de videojuegos con metodologías de gamificación.

Es parte del Comité de Contenidos Educativos de Talent Network y miembro de Women in Gamex, una comunidad de mujeres en la industria de los videojuegos a nivel LATAM.

Fundadora de SICDOS, la primer, agencia social en México con 15 años de trayectoria en el sector civil realizando campañas de visibilización y procuración de fondos, capacitando a más de 1,500 Organizaciones Civiles.

Consultora de Empresas Sociales, Fundaciones y PyMEs en temas de marketing, comunicación, diseño, estrategias de posicionamiento y vinculación. Mentora y organizadora en diversos Hackatones de Talent Land, Startup Weekend, la Woman Game Jam y Global Game Jam Next, apoyando a la comunidad de talentos para mejorar sus proyectos e iniciativas con tecnología y videojuegos.



Dra. Felicidad Bonilla Gómez

Felicidad Bonilla, ha sido Facilitadora de Aprendizajes en los siguientes programas educativos: Doctorado Interinstitucional en Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Nodo Unidad Académica de Arquitectura y Urbanismo; Maestría en Comunicación y Relaciones Públicas de la Unidad Académica de Comunicación y Mercadotecnia; Maestría en Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Unidad Académica de Arquitectura y Urbanismo; Maestría en Ciencias de la Educación de la Unidad Académica de Ciencias de la Educación; Licenciatura en Ciencias de la Comunicación y Licenciatura en Mercadotecnia de la Unidad Académica de Comunicación y Mercadotecnia. En educación a distancia es Docente en el Bachillerato General en Modalidad Virtual y en las UAp de la Etapa de Formación Institucional (EFI) en Modalidad Virtual. Actualmente es Coordinadora General de Educación Virtual de la Universidad Autónoma de Guerrero.



MFPD. Víctor Campos Salgado

Formación académica:

- Licenciado en matemáticas en el área de computación
- Maestro en formación y prácticas docente
- Diplomado Internacional “La evaluación: de la Calidad de Programas de Educación Superior a Distancia” (CALED).

Docente y diseñador de contenidos educativos en modalidad virtual en la Coordinación General de Educación Virtual de la Universidad Autónoma de Guerrero. Facilitador Unidades de Aprendizaje de Matemáticas en el Bachillerato General en modalidad virtual, facilitador de la Unidad de Aprendizaje Pensamiento Lógico Heurístico y Creativo en modalidad virtual. Además, facilitador de cursos de selección e inducción para el ingreso a nivel medio superior, superior y posgrado en modalidad virtual, así como facilitador de cursos de formación docente.



Dra. Rosario Lucero Cavazos Salazar

Realizó sus estudios de licenciatura en Administración y su maestría en Administración de Empresas en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) con doctorado en Planeación Estratégica para la Mejora del Desempeño en el Instituto Tecnológico de Sonora (IT-SON). Actualmente es directora de Educación Digital de la UANL, presidenta del Espacio Común de Educación Superior a Distancia (ECOESAD) y de la Asociación Mexicana de Educación Continua y a Distancia (AMECYD) de la Región Noreste. Es representante institucional de la Red de Bachilleratos Universitarios Públicos a Distancia y miembro de la Red Temática Mexicana para el Desarrollo e incorporación de Tecnología Educativa (Red La Te). Ha participado con el Instituto Latinoamericano y del Caribe de Calidad en Educación Superior y a Distancia (CALED). Es profesora de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME) y cuenta con perfil Promep. Además de desempeñarse como profesora de posgrado en el área de administración y logística y es autora de publicaciones nacionales e internacionales en el área de educación a distancia, planeación estratégica y tecnología educativa.

Correspondencia: lucero.cavazos@uanl.mx
<http://orcid.org/0000-0002-4054-7479>



Jonathan Corona Quesada

Desarrollador de videojuegos y experiencias de gamificación.

Ingeniero en Sistemas Computacionales, Creativo y Pensador Crítico.

Con más de 10 años de experiencia desarrollando videojuegos, aplicaciones móviles y web. Co-fundador de Pixelarium, un modelo educativo para desarrollar las 4C: Comunicación, Creatividad, Colaboración y Pensamiento Crítico a través del diseño y programación de videojuegos con metodologías de gamificación. Socio Tecnológico en SICDOS agencia social donde colabora en el desarrollo de estrategias tecnológicas en redes sociales, marketing digital y procuración de fondos. Mentor en diversos Hackatones como Talent Network y Hack Sureste, ha participado en múltiples Startup Weekend como mentor de tecnología ayudando a los equipos participantes y colaborando en Game Jams creando videojuegos educativos. Líder del Global Game Jam Next en México, ayudando a niñas, niños y jóvenes de 8 a 17 años a idear y crear un videojuego.



Dr. Jesús Eduardo Estrada Domínguez

Jesús Eduardo Estrada Domínguez realizó en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) sus estudios de Ingeniero en Manufactura con Especialidad en Diseño de Producto, Maestría en Administración Industrial con Orientación en Relaciones Industriales y Doctorado en Filosofía con Especialidad en Administración. Cuenta con más de 10 años de experiencia en la participación y/o conducción de proyectos de calidad, mejora continua e innovación. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con la distinción de Candidato, otorgada por el Consejo Nacional Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México. Actualmente es Profesor investigador de Tiempo Completo en la UANL y desempeña el cargo de Coordinador de Innovación, en una de sus dependencias.

Correspondencia: jesus.estradadm@uanl.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0001-8176-3496>



Dra. Julieta Flores Michelle

Catedrática e investigadora en la Facultad de Ciencias de la Comunicación de la UANL. Licenciada en Ciencias de la Comunicación (ITESM), Maestría en Investigación de la Comunicación (UANL) y Doctorado en Educación (UNED, Costa Rica). Presidenta de la Red de Investigación Educativa UANL 2018-20. Investigadora invitada en la Université Sorbonne Nouvelle Paris 3 (2013-16), donde recibe el nombramiento de Cátedra UNESCO: Saber ser en el desarrollo digital sostenible: profesionalizar la cultura de la información, por su destacada participación en el proyecto TRANSLIT publicado por Routledge: Public Policies in Media and Information Literacy in Europe Cross-Country Comparisons. Sus trabajos, ponencias y asesorías se orientan hacia la Alfabetización Mediática y estudios con perspectiva de género.

Correspondencia: julieta.floresmc@uanl.edu.mx
<http://orcid.org/0000-0002-7878-0487>



Lic. Carlos Guadalupe González Cardona

Carlos Guadalupe González Cardona realizó sus estudios en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Autónoma de Nuevo León, titulado como Lic. en Educación, actualmente es estudiante de la Maestría en Innovación Educativa, programa perteneciente a la misma dependencia. Se desempeña como profesor y tutor en instituciones de nivel medio superior, coordina el programa de tutoría para el desarrollo de habilidades socioemocionales en el estudiantado de formación técnica; se desempeña como instructor y evaluador de cursos de capacitación docente y estudiantil bajo estándares de competencia. Participa como Becario en el Proyecto titulado “Desarrollo de un conjunto de laboratorios interinstitucionales de realidad mixta como nueva propuesta de interacción educativa virtual avanzada con un enfoque ético, legal y humanista” con número de Solicitud 840810 del programa Conacyt.

Correspondencia: carlos.gonzalezcdn@uanl.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-1826-1976>



Dra. María Palmira González Villegas

Es Doctora en Educación con especialización en Tecnología Instruccional y Educación a Distancia en la Nova Southeastern University (NSU) en Miami, Florida. Ha participado en más de quince proyectos de investigación relacionados con la aplicación de las tecnologías y el desarrollo de objetos de aprendizaje, siendo responsable de cinco de ellos, por lo que dispone del fundamento teórico, los métodos y las técnicas de investigación necesarias para generar, evaluar y comunicar resultados de investigación. Sus líneas de investigación son los derechos de autor y el desarrollo de objetos de aprendizaje. Es la responsable técnico del Repositorio Institucional Aramara.



Dr. Adalberto Iriarte Solís

Es Doctor en Educación con especialización en Tecnología Instruccional y Educación a Distancia en la Nova Southeastern University (NSU) en Miami, Florida. Sus líneas de investigación incluyen el desarrollo de proyectos de investigación enfocados en la seguridad de la infraestructura física y la administración de servidores de cómputo, así como el uso de dispositivos móviles y el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual y aumentada.



Dr. José Efrén Marmolejo Valle

El Dr. José Efrén Marmolejo Valle es un entusiasta innovador educativo que siempre propicia proyectos que impactan en la práctica docente y divulgación de la ciencia, de formación académica Ingeniero en Cibernética y Sistemas Computacionales, Master en Seguridad Informática, Maestro en Educación, Doctor en Educación e Interculturalidad, Diplomado Internacional de Formación de Líderes en Educación a Distancia, Diplomado Internacional Evaluación de la Calidad de Programas de Educación Superior a Distancia. Perfil PRODEP desde 2010 y miembro del Sistema Estatal de Investigadores del Estado de Guerrero. Miembro fundador de CICOM, de la Red Iberoamericana de Computación y de la educación a distancia en la Universidad Autónoma de Guerrero, PTC de la Facultad de Matemáticas, actualmente jefe del departamento de programas y profesionalización del Sistema de Universidad Virtual de la UAGro, Miembro de la Red de Bachilleratos Públicos a Distancia del Espacio Común de Educación Superior a Distancia de México. Autor de varios artículos de difusión y divulgación, imparte conferencias y talleres a nivel nacional e internacional.



Lic. Pedro Pablo Suárez Escalona

Realizó sus estudios en la Facultad de Ciencias de la Comunicación, titulado como Lic. en Ciencias de la Comunicación con orientación en Publicidad. Actualmente es estudiante de la Facultad de Contaduría Pública y Administración en la Maestría en Administración con orientación en Estrategias de Mercadotecnia en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Además participó como Ponente en el XXVII Congreso Internacional sobre Educación Virtual, Electrónica y a Distancia TELEDU2021 “Aprendizaje Mezclado: Modernización de la enseñanza y alfabetización digital” Medios Virtuales, Junio 30, 1 y 2 de Julio de 2021 Bogotá Colombia y como Becario en un Proyecto de CONACYT titulado “Desarrollo de un conjunto de laboratorios interinstitucionales de realidad mixta como nueva propuesta de interacción educativa virtual avanzada con un enfoque ético, legal y humanista” con número de Solicitud 840810.

Correspondencia: pedro.suarez@uanl.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0001-5485-4130>



Dr. Rubén Suárez Escalona

Es Ingeniero Administrador de Sistemas y su maestría es en Ciencias de la Información con Acentuación en Inteligencia Artificial. Realizó sus estudios de Doctorado en la Facultad de Contaduría Pública y Administración obteniendo la mención honorífica Magna Cum Laudes en febrero del 2019. Actualmente trabaja como docente en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Sus líneas de investigación son tecnología educativa, Aceptación de tecnología educativa, Inteligencia artificial, analítica del aprendizaje y educación 4.0. Actualmente es candidato del Sistema Nacional de Investigadores SNI y responsable técnico del proyecto 840810 de la convocatoria Ciencia de Frontera 2019.

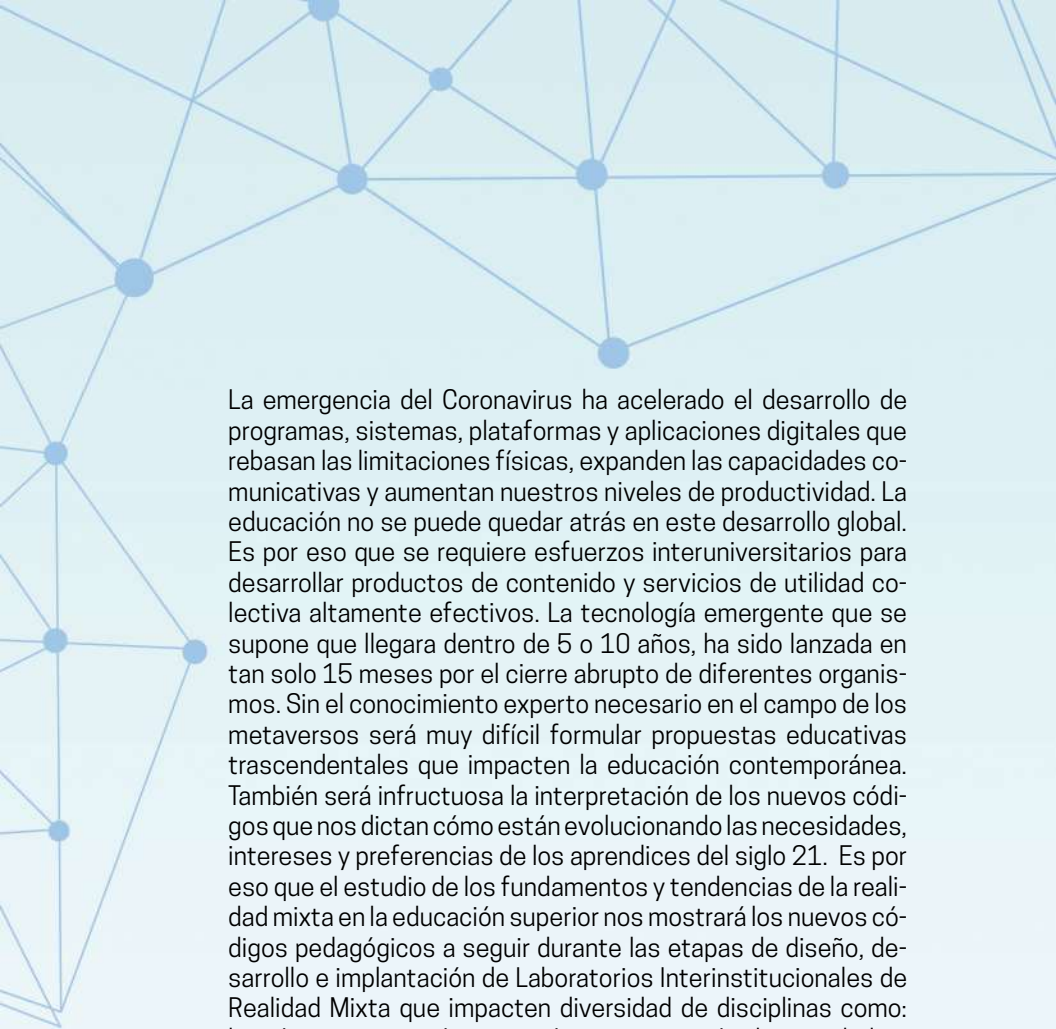
Correspondencia: ruben.suarez@uanl.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-1563-3666>.



Dr. Pablo Velarde Alvarado

Es Doctor en Ciencias con la especialidad de ingeniería eléctrica los obtuvo por parte del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN). Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con nivel I. Sus líneas de investigación incluyen Modelado de tráfico IP, redes de comunicaciones y diseño de perfiles de comportamiento del tráfico para Sistemas de Detección de Intrusiones basados en Teoría de la Información. Ha escrito diversos artículos para revistas, capítulos de libros y ha participado en diversos congresos internacionales.

Correspondencia: pvelarde@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-1211-1061>



La emergencia del Coronavirus ha acelerado el desarrollo de programas, sistemas, plataformas y aplicaciones digitales que rebasan las limitaciones físicas, expanden las capacidades comunicativas y aumentan nuestros niveles de productividad. La educación no se puede quedar atrás en este desarrollo global. Es por eso que se requiere esfuerzos interuniversitarios para desarrollar productos de contenido y servicios de utilidad colectiva altamente efectivos. La tecnología emergente que se supone que llegara dentro de 5 o 10 años, ha sido lanzada en tan solo 15 meses por el cierre abrupto de diferentes organismos. Sin el conocimiento experto necesario en el campo de los metaversos será muy difícil formular propuestas educativas trascendentales que impacten la educación contemporánea. También será infructuosa la interpretación de los nuevos códigos que nos dictan cómo están evolucionando las necesidades, intereses y preferencias de los aprendices del siglo 21. Es por eso que el estudio de los fundamentos y tendencias de la realidad mixta en la educación superior nos mostrará los nuevos códigos pedagógicos a seguir durante las etapas de diseño, desarrollo e implantación de Laboratorios Interinstitucionales de Realidad Mixta que impacten diversidad de disciplinas como: lingüística, matemáticas, química, ingeniería, humanidades, educación, entre otras. Las nuevas generaciones de aprendices buscarán diversidad de entornos de aprendizaje personalizados que les permita socializar, investigar, debatir, experimentar, explorar, pronosticar fenómenos emergentes, colaborar, compartir y generar relaciones sostenibles en el tiempo. Es por eso que confío plenamente en que los lectores de esta obra tendrán el conocimiento y las herramientas necesarias para emprender proyectos transuniversitarios que fortalezcan las agendas pedagógicas de sus instituciones educativas.

Antonio L. Delgado Pérez
[@Edumorfosis](#)