

Artículo de divulgación en el Décimo Cuarto Congreso Internacional de Cómputo en Optimización y Software (CICOS) que se realizó del 6 al 8 de Octubre del 2021, con el título "Retos y oportunidades de la realidad mixta en la enseñanza de la química".



Adalberto Iriarte <adalberto.iriarte@uan.edu.mx>

---

## CARTA DE ACEPTACIÓN O RECHAZO - CICOs2021

3 mensajes

---

**Marco Cruz Chavez** <mcruez@uaem.mx>

16 de septiembre de 2021, 1:01

Para: Adalberto Iriarte <adalberto.iriarte@uan.edu.mx>, palmira.gonzalez@uan.edu.mx, ruben.suarez@uanl.edu.mx

Estimado autor

**ARTÍCULO:** Retos y oportunidades de la realidad mixta en la enseñanza de la química

Es un placer comunicarle que su artículo ha sido aceptado para presentación como ponencia en CICOs2021 (<http://www.cicos.com.mx>). Su artículo será publicado en la revista Programación Matemática y Software con registro ISSN 207-3283 (No existe memoria de congreso). Para que su artículo sea publicado es necesario lo siguiente:

- 1.- Presentarlo en el congreso CICOs2021 de forma virtual. Aparecerá información en la página del congreso en la liga de "Programa"
- 2.- Debe de tomar en cuenta de forma estricta los comentarios de los revisores para mejorar la versión final de su artículo, estos comentarios se anexan en este correo.
- 3.- Extender su artículo a un número de 12 a 15 páginas, concentrándose en mejorar y ampliar los resultados experimentales y las conclusiones. Se anexan las normas editoriales de la revista para que su artículo sea adaptado a estas.
- 4.- La fecha límite para el envío de su artículo corregido en formato Word y datos solicitados para que pueda aparecer en la revista es el 15 de noviembre del presente año.
- 5.- Una vez revisada la información recibida debe de tomar en cuenta de forma estricta la información que se le pueda solicitar vía correo electrónico por parte de la coordinadora de la revista "Programación matemática y Software", para la edición final de su artículo.
- 6.- LA FECHA LÍMITE PARA EL PAGO DE INSCRIPCIÓN DE SU ARTÍCULO Y ENVÍO DIGITALIZADO DE LA FICHA DE PAGO ES EL JUEVES 30 DE SEPTIEMBRE DEL 2020. ENVIAR COMPROBANTE DE PAGO A LOS SIGUIENTES CORREOS:



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA DEL  
ESTADO DE MORELOS**

La Secretaría Académica, la Secretaría de Investigación, a través de los Cuerpos Académicos "UAEM-Optimización y Software", "UTEZ-Desarrollo de Software" y "UAEM-Investigación de Operaciones e Informática"

**OTORGA EL PRESENTE**

**RECONOCIMIENTO**

**a:**

**Adalberto Iriarte-Solis**


*POR SU PARTICIPACIÓN CON LA PONENCIA:*

**Retos y oportunidades de la realidad mixta en la  
enseñanza de la química**


En el marco del Decimocuarto Congreso Internacional de Computo  
en Optimización y Software

**Cuernavaca, Morelos del 6 al 8 de Octubre de 2021**

**Por una humanidad culta**


  
Dr. Federico Alonso Pecina  
Presidente del Congreso

  
Dr. Marco Antonio Cruz Chávez  
Presidente del Comité Técnico




**CICOS 2021**  
CONGRESO INTERNACIONAL DE COMPUTO  
EN OPTIMIZACIÓN Y SOFTWARE.

# Retos y Oportunidades de la Realidad Mixta en la enseñanza de la Química.




Ponente Adal...



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE NAYARIT

**ADALBERTO IRIARTE SOLIS**  
**@adalbertoi**



Reproducir

30:32 / 30:52



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



Cuernavaca, MOR., a 6 de octubre de 2021

**Adalberto Irlarte Solís, María Palmira González Villegas, Rubén Suarez Escalona**

**PRESENTE**

Le informo que el artículo titulado "Retos y oportunidades de la realidad mixta en la enseñanza de la química", se publicará en la revista electrónica **Programación Matemática y Software**, editada por la **Universidad Autónoma del Estado de Morelos** y formará parte de su base de datos. Este artículo fue sometido a una exhaustiva revisión por parte de un comité de expertos en el área, con la conclusión de que el manuscrito cumple con la calidad necesaria para su publicación en la revista. **Su artículo aparecerá en el volumen 14, número 3 de la revista.** Los requisitos para que el artículo sea publicado son los siguientes:

- Una vez corregido el artículo de acuerdo a los comentarios de los revisores. Enviarlos en Word y en el formato correcto de la revista a la coordinadora de la revista la Dra. Beatriz Martínez Bahena, a más tardar el **15 de noviembre** del presente, al correo [revistaprogramat@gmail.com](mailto:revistaprogramat@gmail.com) y en asunto del correo poner el nombre de su artículo.
- Es importante seguir el formato de la revista para evitar retrasos en su publicación.

Sin más que agregar y en espera de seguir contando con aportaciones de la misma calidad para su publicación en subsecuentes números de la revista, me despido con mis más grandes cortesías.

Atentamente

Dr. Marco Antonio Cruz Chávez

Director Editorial

ISSN: 2007-3283

Dirección de Reservas de Derecho

04-2014-070114141100-203

<http://www.progmat.uaem.mx/>

e-mail: [mcruz@uaem.mx](mailto:mcruz@uaem.mx)

c.c.p. Archivo

## Retos y oportunidades de la realidad mixta en la enseñanza de la química.

Adalberto Iriarte-Solis <sup>1</sup>, Maria Palmira Gonzalez-Villegas <sup>2</sup> y Rubén Suarez-Escalona <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Nayarit

[adalberto.iriarte@uan.edu.mx](mailto:adalberto.iriarte@uan.edu.mx)

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Nayarit

[palmira.gonzalez@uan.edu.mx](mailto:palmira.gonzalez@uan.edu.mx)

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León

[ruben.suarez@uanl.edu.mx](mailto:ruben.suarez@uanl.edu.mx)

**Resumen.** La realidad mixta es una tecnología clave para los trabajos del futuro. El objetivo de este trabajo es estudiar la contribución de la realidad mixta en la enseñanza de la química. Se utilizó una revisión sistemática de literatura (SLR) como estrategia para identificar los estudios más relevantes, basada en la propuesta por Higgins y Green. La literatura se organizó en tres categorías: Laboratorios de química con realidad aumentada, con realidad virtual y con realidad mixta. Las principales aplicaciones de realidad aumentada que se encontraron fueron Chemist, QuimicAR, AR Lab y BiochemAR. Respecto a las aplicaciones de realidad virtual fueron Nanome, HoloLAB Champions, vLUME y ProteinVr. Solo se encontraron dos laboratorios de realidad mixta que son Narupa y el Laboratorio de Química de Realidad Mixta desarrollado por DUAN. Los beneficios generales mencionados por los trabajos revisados fueron proveer de seguridad al realizar una tarea sin ningún riesgo, acceder de forma remota desde cualquier lugar, disponer de escenarios realistas, proporcionan escenarios innovadores y agradables para simular experimentos químicos y permiten diferentes modos de aprendizaje en experimentos de química, haciendo que el aprendizaje sea divertido e interesante. Sin embargo, existen varios problemas y limitaciones principales, incluidos los mareos y la falta de orientación, así como la poca accesibilidad de dispositivos capaces de reproducir estas tecnologías. Pero los recursos educativos digitales desarrollados con estas tecnologías incorporan contenidos interactivos y multimedia que favorecen la atención, motivación y enriquecen la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

**Palabras claves:** Realidad mixta, educación química, realidad virtual, laboratorio de química.

**Abstract.** Mixed reality is a key technology for the jobs of the future. The objective of this work is to study the contribution of mixed reality in the teaching of chemistry. A systematic literature review (SRS) was used as a strategy to identify the most relevant studies, based on the one proposed by Higgins and Green. The literature was organized into three categories: Chemistry laboratories with augmented reality, with virtual reality and with mixed reality. The main augmented reality applications found were Chemist, QuimicAR, AR Lab and BiochemAR. Regarding virtual reality applications,

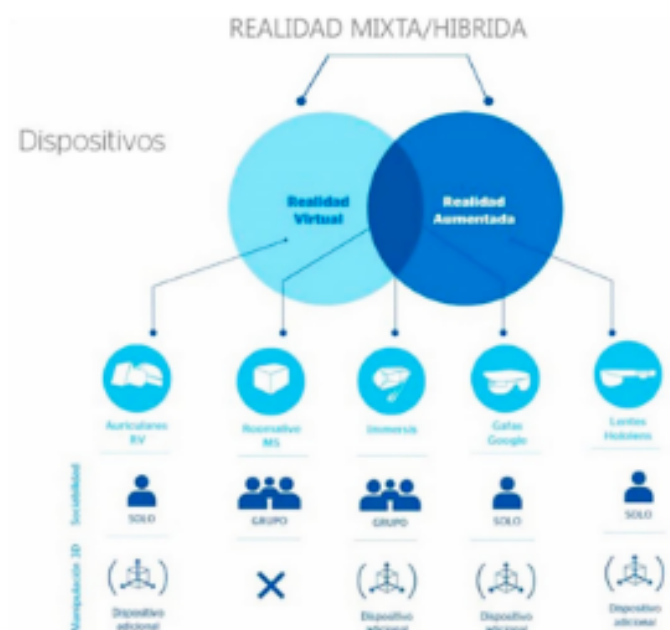


they were Nanome, HoloLAB Champions, vLUME and ProteinVr. Only two mixed reality laboratories were found which are Narupa and the Mixed Reality Chemistry Laboratory developed by DUAN. The general benefits mentioned by the reviewed works were to provide security when performing a task without any risk, access remotely from anywhere, have realistic scenarios, provide innovative and pleasant scenarios to simulate chemical experiments and allow different learning modes in experiments chemistry, making learning fun and interesting. However, there are several main problems and limitations, including dizziness and lack of orientation, as well as the poor accessibility of devices capable of reproducing these technologies. But the digital educational resources developed with these technologies incorporate interactive and multimedia content that favor attention, motivation and enrich the learning experience of students.

**Keywords:** Mixed reality, chemistry education, virtual reality, chemistry laboratory.

## 1 Introduccion

La realidad mixta es una tecnología clave para los trabajos del futuro, utilizando videos, imágenes o gráficos para transmitir información o comunicar mensajes. A pesar de que ha tenido algunos problemas para cumplir con las expectativas iniciales, actualmente se está convirtiendo en una herramienta de mucha utilidad en aplicaciones específicas para consumidores y empresas. Pero, ¿qué es la realidad mixta?. Se refiere a un entorno real que permite la interacción compartida con experiencias virtuales, en otras palabras, es la mezcla de la realidad virtual y la realidad aumentada [1]. Este término fue acuñado por primera vez por Paul Milgram y Fumio Kishino en 1994. Desde entonces, el uso de una realidad mixta no solo ha trascendido las pantallas, sino que también ha incluido entradas ambientales, sonido espacial y ubicación [2].



**Fig. 1.** Componentes de la realidad mixta.

Por otra parte, los problemas de seguridad han dado lugar a grandes riesgos en la enseñanza tradicional de la química. Las condiciones de alto riesgo y el posible consumo de reactivos causado por la falta de familiaridad del estudiante son problemas en los experimentos de química realizados en entornos educativos. Al utilizar la realidad mixta, los estudiantes pueden simular repetidamente procedimientos experimentales y garantizar la autenticidad de los resultados experimentales, reduciendo así la probabilidad de riesgo y mejorando efectivamente su eficiencia de aprendizaje. Esta tecnología se puede utilizar para hacer que las escenas de simulación sean más inmersivas y, por lo tanto, se espera que se utilice en la educación y la formación profesional de muchas materias [3].

## 2 Propósito y objetivo del estudio

El objetivo de este trabajo es estudiar la contribución de la realidad mixta en la enseñanza de la química. Los principales objetivos son

- Estudiar los beneficios y desventajas de la realidad mixta en la enseñanza de la química.

- Estudiar y analizar los laboratorios de química virtuales que utilizan realidad aumentada, virtual o mixta.
- Proponer pautas o soluciones para el desarrollo, mejoramiento y utilización de la realidad mixta en la enseñanza de la química.

### 3 Metodología usada

En este trabajo se utilizó una revisión sistemática de literatura (SLR) como estrategia para identificar los estudios más relevantes, basada en la propuesta por Higgins y Green [4]. La revisión de literatura se realizó buscando en las bases de datos Wiley Online Library, Elsevier, Scopus y Web of Science (WoS) utilizando las siguientes palabras clave (virtual reality, laboratory, chemistry, Mixed reality), 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 es, que su publicación no tuviera más de 5 años.

La literatura se organizó en tres categorías:

- Laboratorios de química con realidad aumentada.
- Laboratorios de química con realidad virtual.
- Laboratorios de química con realidad mixta.

### 4 Resultados obtenidos

#### 4.1 Laboratorios de química con realidad aumentada.

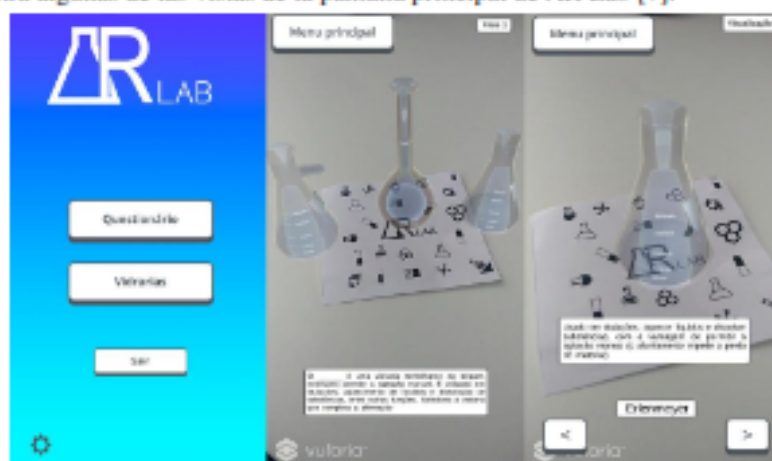
Chemist es una aplicación de realidad aumentada que simula virtualmente un laboratorio de química. El software es de pago y está disponible solo para dispositivos Android. Chemist utiliza modelos 3D que permiten realizar experiencias químicas y observar sus reacciones, ejercitando diversas herramientas y reactivos. La mayoría de sus funciones están disponibles sólo como compras dentro de la aplicación, lo que las hace limitadas. Sin embargo, para utilizar esta aplicación debes tener conocimientos previos de química. Ofrece cristalería y elementos, pero no existe una guía o guión sobre cómo emplearlos correctamente [5].

Otra aplicación es QuimicAR, similar al software anterior pero desde el punto de vista estructural de las sustancias, con fines educativos. Está disponible solo para dispositivos Android, creado en Unity y con Vuforia SDK. Ofrece un folleto con siete guías de lecciones básicas de práctica de química. Estos guiones proporcionan un recorrido por la lección de práctica, junto con un marcador, que la aplicación utiliza para visualizar las estructuras moleculares y el material de vidrio. También ofrece un modo para personas con daltonismo. Algunos inconvenientes son el modo de no prueba y la biblioteca de cristalería que es limitada [6].



**Fig. 2.** Maestro usando la aplicación QuimicAR en una clase de primaria. Fuente: [https://play-lh.googleusercontent.com/v0hxNHOYYZR6tvgfH7rTETfQ0e5sX17\\_\\_yZZdD0MHmJUNRHMHYEsRKxMFsnOxOkdX0=w1536-h750-rw](https://play-lh.googleusercontent.com/v0hxNHOYYZR6tvgfH7rTETfQ0e5sX17__yZZdD0MHmJUNRHMHYEsRKxMFsnOxOkdX0=w1536-h750-rw)

AR Lab es una aplicación móvil que se divide en dos partes: aprendizaje sobre diferentes tipos de cristalería y el uso y evaluación de conocimientos con un modo de cuestionario. La primera parte muestra cada cristalería con su descripción textual y aplicación en pantalla. Los usuarios pueden girar y acercar el teléfono para una inspección minuciosa de los detalles. Es posible navegar hacia adelante o hacia atrás. La biblioteca de la aplicación contiene 15 artículos de vidrio: vaso de precipitados, matraz de fondo redondo, matraz aforado, bureta, matraz Erlenmeyer, embudo Büchner, embudo filtrante, matraz Büchner, cuentagotas, pipeta graduada, pipeta aforada, placa de Petri, probeta graduada, tubo de ensayo y, un crisol. Fue desarrollada usando Vuforia con Unity, que es un SDK que proporciona un seguimiento en tiempo real del marcador físico, con la cámara del móvil, para luego renderizar los objetos del modelo virtual en la pantalla teniendo en cuenta la orientación y la posición. La Figura 3 muestra algunas de las vistas de la pantalla principal de AR Lab [7].





**Fig. 3.** Menú principal y pantallas de la aplicación AR Lab [7].

BiochemAR es una aplicación móvil para explorar las estructuras tridimensionales de moléculas biológicas en el mundo real. Todo lo que necesita hacer es apuntar su cámara a los códigos QR asociados. Está disponible gratuitamente para los sistemas operativos Android e iOS. Se implementó en un curso de bioquímica de pregrado de nivel superior en el otoño de 2017 (47 inscritos) y el otoño de 2018 (32 inscritos), con aproximadamente el mismo número de estudiantes mujeres y hombres en ambos años. El plan de estudios del curso se cubre en 33 horas de clase e incluye la base química y termodinámica para la estructura y función macromolecular, los equilibrios de unión y reacción, el transporte de membranas, la transducción de señales y el metabolismo. Los requisitos previos del curso son un período de química general, dos períodos de química orgánica y dos períodos de introducción a la biología. Dos semanas antes de usar BiochemAR, los estudiantes usaron PyMOL durante un período de clase completo (70 min) para manipular modelos virtuales en 3D de complejos de proteínas y ácidos nucleicos durante la unidad de ácidos nucleicos. Para la mayoría de los estudiantes del curso, esta fue su primera exposición al uso de software de visualización molecular. Los dos períodos de clase antes de usar BiochemAR se centraron en lípidos, membranas y mecanismos de transporte de membrana. Los estudiantes no solo encontraron que BiochemAR era fácil de aprender a usar, sino que el uso de la aplicación también mejoró la conciencia espacial de los estudiantes en su comprensión de los mecanismos de la función y selectividad del canal K. Sin embargo, dados los requisitos de hardware reducidos y la simplicidad de uso, esta aplicación tiene el potencial de ser ampliamente utilizado en una variedad de entornos de aula [8].

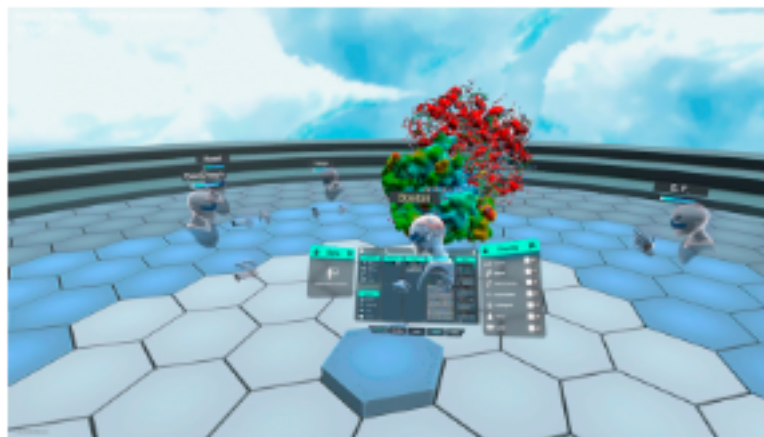


**Fig. 4.** Aplicación BiochemAR. Fuente:

[https://play-lh.googleusercontent.com/8fQ\\_Vf8hL9uf9ckCli7SjGKCa7a1Makjd0dAsjXaj25rsJ98Ytt7\\_N\\_6Vw4dYyDBil=w1536-h704-rw](https://play-lh.googleusercontent.com/8fQ_Vf8hL9uf9ckCli7SjGKCa7a1Makjd0dAsjXaj25rsJ98Ytt7_N_6Vw4dYyDBil=w1536-h704-rw).

#### **4.2 Laboratorios de química con realidad virtual.**

Nanome es una plataforma comercial de visualización de proteínas patentada en Realidad Virtual 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. Un grupo de investigadores implementaron Nanome como herramienta de aprendizaje para crear moléculas de compuestos químicos utilizando visores, y como resultado tuvieron una buena aceptación por parte de los estudiantes. Implementaron el piloto del laboratorio de química con realidad virtual en el contexto de una clase de bioquímica de pregrado, con una matrícula de más de 200 estudiantes en 8 sesiones de laboratorio, que 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 [9].



**Fig. 5.** En la imagen se muestra la interacción usando el software nanome. Fuente <https://docs.nanome.ai/assets/original/features-page/collaboration.gif>

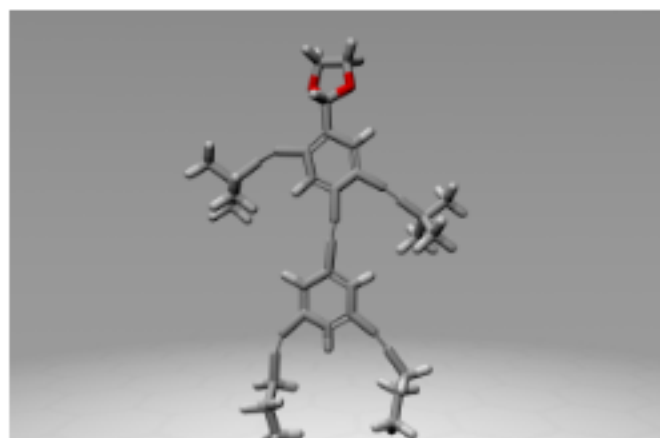
El equipo de Schell Games ha producido una experiencia de aprendizaje lúdico de laboratorio llamada HoloLAB Champions, para un sistema de realidad virtual totalmente inmersivo. La historia del juego es la de una estación espacial varada y el jugador debe realizar reacciones químicas específicas correctamente, por ejemplo, la síntesis de una sustancia fluorescente, 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 [10].

vLUME 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 microscopía de 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 [11].

Otra herramienta bastante interesante es ProteinVr. 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 6. Después de unos segundos, aparece un formulario emergente simple donde 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 que 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, ProteinVR 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 teletransporta a diferentes lugares de la escena [12].



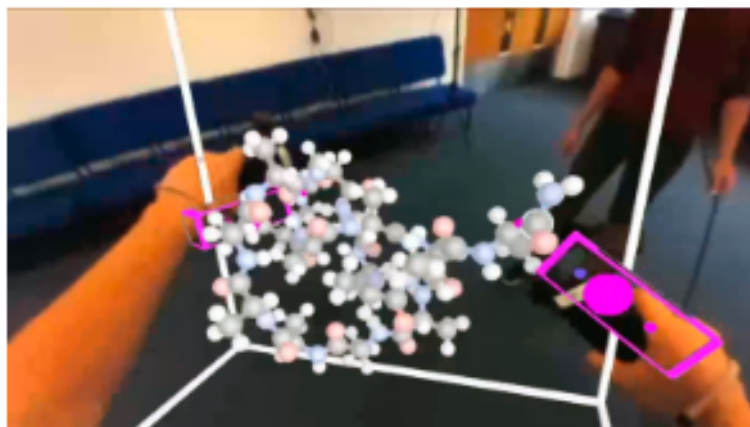


**Fig. 6.** En la imagen se muestra la molécula predeterminada NanoKid, generada al inicio de la aplicación ProteinVR . Fuente propia.

#### **4.3 Laboratorios de química con realidad mixta.**

El software de realidad mixta Narupa 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 puedan manipular la simulación en tiempo real de moléculas del tipo C60 por medio de los controles inalámbricos. El nombre "Narupa" combina el prefijo "nano" y el sufijo "arupa" (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 7. Narupa contiene empaquetados una serie de seis ejemplos estables, que los participantes pueden inspeccionar para guiarlos en la configuración de sus propias simulaciones interactivas. Se espera que en futuros trabajos sea posible entrenar modelos mediante aprendizaje automático (learning machine), para que sean más rápidos que los métodos de la mecánica cuántica y que reproduzcan superficies de energía de la mecánica cuántica, lo que permite la simulación interactiva de sistemas aún más grandes, con el fin de construir conjuntos de datos para entrenar máquinas para que aprendan funciones energéticas potenciales [13].





**Fig. 7.** 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>

Por otra parte, el Laboratorio de Química de Realidad Mixta desarrollado por DUAN et al, es un sistema que proporciona una nueva experiencia educativa en la que los estudiantes pueden simular un experimento de química en un laboratorio virtual e interactuar con objetos utilizando visores Oculus y dispositivos de control manual. El sistema propuesto tiene como objetivo familiarizar a los estudiantes con los procedimientos experimentales y el conocimiento de seguridad antes de realizar experimentos reales. Se basa en la combustión de cinta de magnesio, que es un experimento simple que proporciona una introducción a los estudiantes sobre los experimentos de química. Se utilizan una lámpara de alcohol, vasos de precipitados, tiras de magnesio, entre otros elementos, todo sobre una mesa virtual. Dicho experimento no puede reemplazar completamente al experimento real. Sin embargo, los estudiantes pueden familiarizarse con el proceso experimental de antemano y evitar o reducir la probabilidad de errores causados por un proceso desconocido. Lo más importante es que los estudiantes no deben preocuparse por la seguridad de los reactivos y el equipo de laboratorio, y el uso excesivo de estos. Por lo tanto, la práctica repetida con el proceso experimental antes del experimento real resultó de gran beneficio para los experimentos reales en el futuro [14].

#### **4.4 Beneficios y desventajas de la realidad mixta en la enseñanza de la química.**

Los beneficios generales mencionados por los trabajos revisados son: (a) proveer de seguridad al realizar una tarea sin ningún riesgo, por lo que los estudiantes se sentirían más relajados y cómodos en el laboratorio; (b) acceder de forma remota desde cualquier lugar; (c) se utilizan para simplificar problemas complejos, lo que se traduce en ahorros de tiempo y dinero, y se perdería menos tiempo buscando aparatos; (d) disponer de escenarios realistas, como laboratorios u objetos de química del mundo

real; (e) proporcionan escenarios innovadores y agradables para simular experimentos químicos; y (f) permiten diferentes modos de aprendizaje en experimentos de química, haciendo que el aprendizaje sea divertido e interesante.

Sin embargo, existen varios problemas y limitaciones principales, incluidos los mareas y la falta de orientación, las instrucciones son únicamente en el idioma nativo, principalmente en inglés, y la poca accesibilidad de dispositivos capaces de reproducir estas tecnologías. Además, la mayoría de las instituciones educativas carecen de instalaciones de laboratorio debido a los problemas financieros y la falta de equipo disponible.

## 5 Conclusiones

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 la tecnología digital es cada vez más frecuente para la innovación y transformación de los procesos de enseñanza aprendizaje. Los recursos educativos digitales desarrollados con estas tecnologías incorporan contenidos interactivos y multimedia que favorecen la atención, motivación y enriquecen la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Actualmente 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, los cuales tienen un gran impacto en el comportamiento del usuario de este tipo de tecnologías. Sin embargo, 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, pero causando la sensación de estar ahí.

## Referencias

- [1] MAAS, M. J.; HUGHES, Janette M. Virtual, augmented and mixed reality in K-12 education: A review of the literature. *Technology, Pedagogy and Education*, 2020, vol. 29, no 2, p. 231-249.
- [2] MILGRAM, Paul; KISHINO, Fumio. A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 1994, vol. 77, no 12, p. 1321-1329.
- [3] DUAN, Xiaoyun, et al. Mixed Reality System for Virtual Chemistry Lab. *KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS)*, 2020, vol. 14, no 4, p. 1673-1688.
- [4] R. Schalkoff, *Pattern Recognition: statistical, structural and neural approaches*. John Wiley & Sons, Inc., 1992.