Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2026,
Volumen 10, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2

EL USO DEL METAVERSO COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA EN LA ENSEÑANZA DE LA ESTEREOQUÍMICA

THE APPLICATION OF METAVERSE AS A DIDACTIC TOOL IN TEACHING STEREOCHEMISTRY

Jose León Castillo Arroyave
Universidad de San Carlos de Guatemala

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2.23697

El Uso del Metaverso como Herramienta Didáctica en la Enseñanza de la Estereoquímica

Jose León Castillo Arroyave[1]
jlcastilloarroyave@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-6733-9517
Facultad de Ciencias Médicas
Universidad de San Carlos de Guatemala
Guatemala

RESUMEN

Este trabajo se realizó con el objetivo de establecer los beneficios de aplicar el Metaverso como herramienta didáctica en la enseñanza de la estereoquímica, para ello, se utilizó un instrumento tipo encuesta con escala de Likert que evaluó las experiencias de los participantes y su percepción de aprendizaje durante la actividad, adicionalmente se determinó a través de una prueba objetiva el porcentaje de estudiantes que obtuvieron las competencias deseadas. Entre los resultados principales se encontrando que 86% de los estudiantes indicaron comprender los contenidos, el 87% tener una mejor experiencia de aprendizaje y el 92% manifestó que las clases son más interactivas, estos resultados se ven reflejados en la ponderación de la prueba objetiva (83.2%). Adicionalmente, el estudio se realizó en Guatemala y los participantes fueron un total de 76. Finalmente, durante la investigación se determinó que uso del metaverso es una herramienta didáctica de beneficio en la enseñanza de la estereoquímica debido a su capacidad generar visualizaciones tridimensionales de las estructuras moleculares y permitir interpretarlas de forma correcta, así como también ser un entorno interactivo que fomenta el aprendizaje y la curiosidad entre los estudiantes.

Palabras clave: metaverso, realidad virtual, estereoquímica, didáctica.

[1] Autor principal
Correspondencia: jlcastilloarroyave@gmail.com

The Application of Metaverse as a Didactic Tool in Teaching Stereochemistry

ABSTRACT

This study was conducted with the objective of establishing the benefits of applying the Metaverse as a didactic tool in the teaching of stereochemistry. To achieve this, a Likert-scale survey instrument was used to evaluate participants' experiences and their perception of learning during the activity. Additionally, an objective test was administered to determine the percentage of students who achieved the desired competencies throughout the intervention. The results showed that at least 86% of the students reported a better understanding of the contents, 87% indicated an improved learning experience, and 92% stated that the classes were more interactive. These findings were complemented by the weighted average score obtained in the objective test, which was 83.2%. The study was conducted in Guatemala with a total of 76. Finally, the research determined that the use of the Metaverse represents a beneficial didactic tool in the teaching of stereochemistry due to its capacity to generate three-dimensional visualizations of molecular structures and facilitate their correct interpretation, as well as to provide an interactive environment that promotes learning and stimulates students' curiosity.

Keywords: metaverse, virtual reality, stereochemistry, didactics

Artículo recibido 20 marzo 2026
Aceptado para publicación: 20 abril 2026

INTRODUCCIÓN

La educación superior en el área de química en Guatemala ha tenido diversos desafíos en los últimos años, principalmente causada por la pandemia del virus de SARS-CoV-2,entre otros motivos, se requirió trasladar la metodología de enseñanza a entornos virtuales de manera súbita. Afortunadamente dicho evento condujo una carrera tecnológica para aprovechar todas las bondades que la tecnología puede brindar a la educación en la química para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina. En este contexto, el metaverso ha surgido como una herramienta educativa innovadora que promete revolucionar la forma en que los estudiantes interactúan y adquieren conocimientos necesarios relacionados a las carreras afines a dicha diciplina.

El término "metaverso" se compone etimológicamente de la palabra en griego "meta" que significa más allá y la palabra "universo"; es decir, en conjunto significa más allá del universo. Dicho termino se puede definir como un entorno digital tridimensional en el que se intenta simular la realidad física, permitiendo interacciones sensoriales múltiples y una inmersión profunda en realidades alternativas (Alfaisal et al., 2022; Barráez-Herrera, 2022; Zhang et al., 2022).

Debido a su naturaleza, el uso del metaverso surge como una solución para resolver algunos de los mayores retos que los profesionales en la enseñanza de la química han lidiado durante mucho tiempo (Amirbekova et al., 2024; Gao et al., 2023; Jamshaid, 2025; Muñoz et al., 2024; Romero et al., 2025), siendo uno de ellos la capacidad de visualización y el desarrollo de las habilidades espaciales que algunos estudiantes deben adquirir para la correcta comprensión de la química, y que en muchas ocasiones el profesor debe de facilitar su desarrollo paralelamente con el de los temas teóricos para cumplir con las competencias de la asignatura (Raupp et al., 2020).

Se ha demostrado con una basta cantidad de artículos que las capacidades espaciales y de visualización tienen un impacto significativo para lograr los conocimientos y el éxito del aprendizaje en ciencias (Dickmann et al., 2019; Mayer & Moreno, 1998), algunos autores han postulado que "la química es una ciencia visual", por lo tanto, en más del 85% de las páginas en los libros de texto de química contienen representaciones graficas que requieren de visualizaciones (Dickmann et al., 2019; Wu & Shah, 2004).

Y en algunos temas como estereoquímica, geometría molecular, estructuras de Lewis ese porcentaje sube aún más, por ende, son tema que requieren una alta capacidades de visualización y habilidades espaciales (Furió & Calatayud, 1996; Nugraha et al., 2019). Desafortunadamente, los resultados académicos en la estereoquímica son considerablemente bajos en contraste con temas que requieren menor capacidad de visualización.

Por ello, y para que el aprendizaje dependa en menor medida de la capacidad visual algunos autores han empleado herramientas didácticas como el uso de gestos o movimientos de las manos y brazos para simular la estructura y/o la rotación de las moléculas (Ping et al., 2022), con el uso del metaverso se puede obtener un beneficio similar o un incluso mejor en la educación (Jiménez, 2019). Ya que esta herramienta utiliza un software capaz de crear espacios digitales en tres dimensiones (3D) y que mezcla el mundo virtual con la realidad, a través de simulaciones (Kye et al., 2021; Zhang et al., 2022). Adicionalmente, con el metaverso se pueden integrar las tecnologías como realidad virtual (RV), realidad aumentada (RA) e internet de las cosas (IdC), permitiendo a los estudiantes estimular sus sentidos e interactuar con elementos virtuales tridimensiones y recibir una respuesta sensorial de ellos en tiempo real, lo cual les abre un mundo nuevo para explorar y construir su conocimiento mediante experiencias, es decir, construir su propio conocimiento, mientras participan en actividades de aprendizaje (Prieto et al., 2022; Zhang et al., 2022). Sin embargo, el metaverso no se limita a ello, sino que también ofrece otros elementos de beneficio como el espacio-temporalidad, haciendo posible tener sesiones que se asemejen a las de un salón presencial pero con la ventaja de que los miembros de la sesión se encuentren a cientos de kilómetros de distancia, y sumado a la posibilidad de crear un avatar, es decir, una imagen tridimensional que representa a los integrantes en el espacio digital, permite una mayor identificación con el entorno y romper con algunas de los desafíos inherentes a sesiones virtuales (Alfaisal et al., 2022; Prieto et al., 2022; Zhang et al., 2022). Finalmente, el uso del metaverso también permite la recolección de una gran cantidad de metadatos de los usuarios de manera segura que en conjunto con tecnologías como inteligencia artificial se puede realizar un mejor perfil de los estudiantes, que permitan retroalimentación durante las asignaciones, lo cual tiene el potencial de mejorar tanto la adquisición de competencias como también mejorar la motivación (Prieto et al., 2022).

Por todo lo descrito anteriormente, el objetivo de esta investigación es evaluar el uso del metaverso como herramienta didáctica en la enseñanza de la estereoquímica.

METODOLOGÍA

Esta investigación se realizó bajo un enfoque cuantitativo, con un alcance descriptivo y un diseño transversal. Así mismo la interpretación se realizó bajo un paradigma positivista, donde los datos obtenidos a partir de los distintos instrumentos de evaluación fueron sometidos a un análisis estadístico de medidas de tendencia central.

Para la investigación se contó con 76 participantes como muestra total, y como criterio de inclusión se tomaron todos los estudiantes que se encontraban inscritos al curso y que estuvieron dispuestos a participar en la investigación, no se consideró edad ni género. Adicionalmente, se excluyeron a los participantes que se encontraban repitiendo el curso de química para evitar sesgos.

Para evaluar la aceptación del uso del metaverso se utilizó como instrumento una encuesta con escala de Likert de 1-5.

El instrumento consistió en 15 preguntas. Se determinó la validez interna del instrumento mediante el coeficiente alfa de Cronbach, así mismo se sometió a juicio de expertos. Los resultados de la encuesta fueron analizados con medidas de tendencia central, los que fueron calculados utilizando el paquete de librería “pandas” en Python. Para determinar el coeficiente de correlación de Pearson y poder graficarlo se utilizó un mapa de color con las bibliotecas en Python “matplotlib” y “seaborn”.

La parte procedimental de la actividad consistió en realizar una simulación utilizando el metaverso, para lo cual, se requirió el uso de los lentes Oculus Meta Quest 2 como Hardware y como software se utilizó la aplicación llamada Nanome.

Adicionalmente, dentro de la plataforma se acompañó a los estudiantes con una explicación teórica de los temas de estereoisometría.

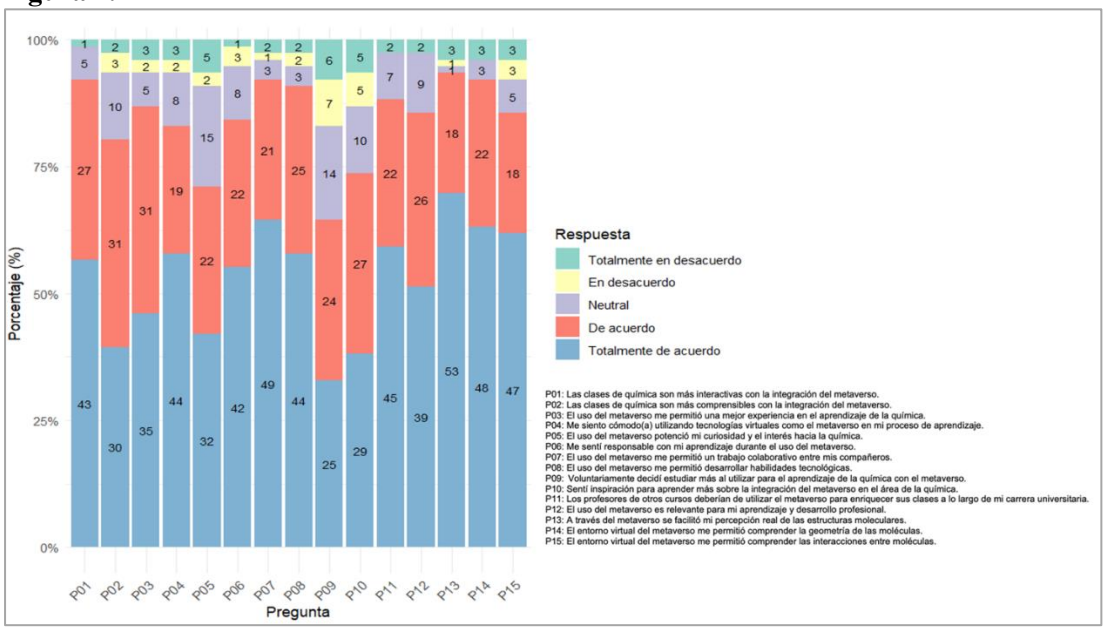
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Datos demográficos de los estudiantes

4	**Resultados**
Edad	18.89
Media	1.000925
Intervalo de confianza 95%	18.66000-19.12379
Mediana	19
Mínima	17
Máxima	22
Sexo	
Masculino	25 (32.9)
Femenino	51 (67.1)
Intervalo de confianza 95%	0.5526879- 0.7719603
Título de diversificado	
Bachillerato en ciencias y letras	70 (92.1)
Bachillerato en computación	5
Perito con alguna especialidad	1

Al analizar la estadística descriptiva de la muestra (ver Tabla 1.), se puede evidenciar que la edad de los participantes se concentra principalmente entre 17 y 22 años, con una media de 18.89 años y una mediana de 19 años. Este rango de edad es relevante porque sugiere que los estudiantes están en una etapa idónea para poder desarrollar habilidades relacionadas con el uso de tecnologías emergentes. (Balalle, 2024; Kye et al., 2021; Romero et al., 2025). Asimismo, en la segmentación por sexo se observa una mayor participación de estudiantes femeninas.

Figura 1. Resultados de la encuesta



Nota: En esta figura se muestran los resultados de la encuesta en escala de Likert, en el eje X se evidencian el número de preguntas y dentro de las barras la cantidad de estudiantes que respondieron a esa categoría, en el eje Y se muestra el porcentaje.

En lo que respecta a la figura 1 se representan los resultados de la encuesta en una gráfica de barra, los valores numéricos en el interior de las barras representan respuestas según la escala de Likert (1 a 5), como característica general, el grosor de la población concuerda que el uso del metaverso fue positivo para cumplir con sus objetivos de aprendizaje, como se ve representado en los segmentos celestes y rojos en la figura. Y únicamente vemos un pequeño porcentaje de estudiantes que indicaron un resultado negativo (segmentos amarillos y verdes).

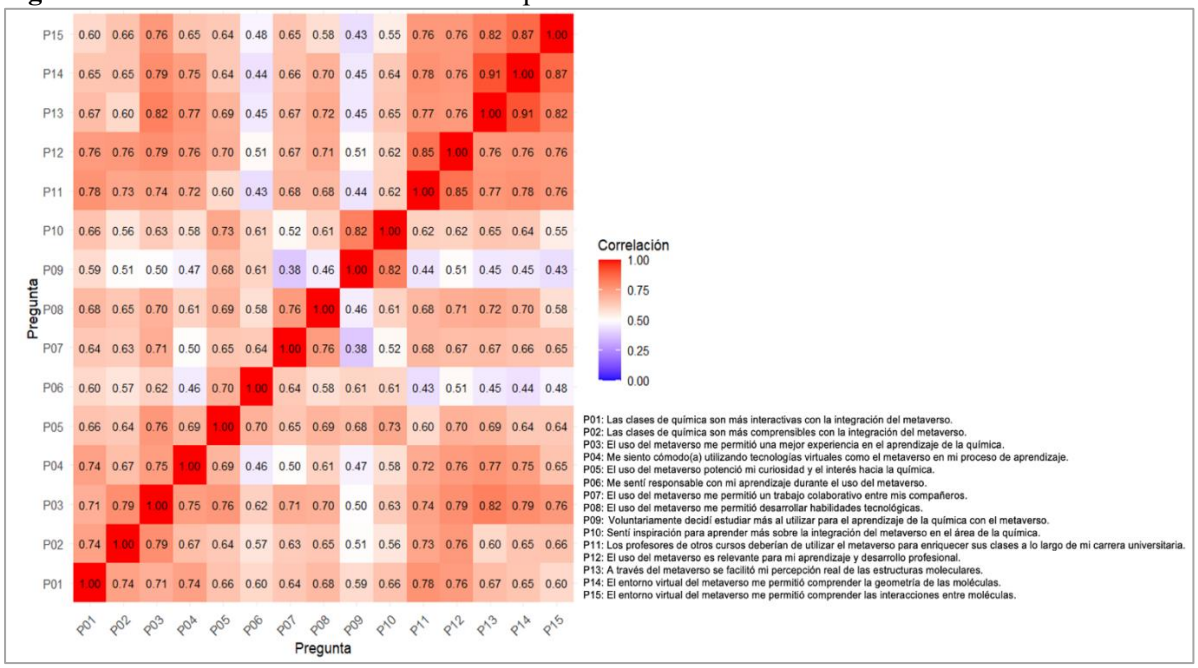
Adicionalmente, se muestra que algunos estudiantes puntuaron 1 o 2 en la escala de Likert (totalmente en desacuerdo o en desacuerdo) en todas las preguntas del cuestionario, ya que ellos, al encontrarse totalmente inmersos y conectados con el equipo Oculus Quest, experimentaron mareos o malestares visuales, especialmente debido a que no habían experimento el uso de tecnologías como la RA o RV previamente, sin embargo, este inconveniente se puede resolver con la aplicación de seminarios que permitan una mayor adopción al uso de la tecnología.

Entre los principales criterios a considerar cuando se evalúan las metodologías didácticas son la actitud y motivación de los estudiantes, en ese sentido, el uso del metaverso al ser clasificado como una herramienta de tipo gamificación, puede reducir la sensación de exigencia académica, a pesar que los contenidos de aprendizaje y competencias adquiridas sea las mismas con los métodos tradicionales (Balalle, 2024; da Silva Júnior et al., 2022).

Las preguntas 4, 5, y 6, figura 1, califican la experiencia y la aceptación sobre el uso del metaverso, en estas, los resultados fuero satisfactorios, lo que se traduce en un incremento en el rendimiento académico y en el cumplimiento de los objetivos de las asignaturas (Cheung, 2011; da Silva Júnior et al., 2022).

Adicionalmente en las preguntas 9 y 10, figura 1, el 64.5% y 73.7% de los participantes respectivamente, manifestaron estudiar más durante la actividad y se sintieron más inspirados en explorar los temas, lo que representa un indicador de mejora. Los datos anteriores reflejan resultados positivos en las tablas 2 y 3, ya que el promedio de la evaluación objetiva fue de 83.29% y en promedio el grupo adquirió el 86.1% de las competencias previstas en la actividad.

Figura 2 Matriz de correlación entre las respuestas



Nota: Esta figura indica la correlación según el coeficiente de correlación de Pearson entre los resultados del cuestionario como mapa de color. Las preguntas que se encuentran en la escala de tonos rojos tienen una correlación mayor mientras que las que se encuentran en azul su correlación es menor. En el eje "x" y "y" se muestra el número de pregunta y dentro de los cuadros se muestra el resultado.

La figura 2 permite identificar correlaciones y reconocer patrones en los resultados del estudio, en este sentido, muchos de los resultados dependen de múltiples factores, por ejemplo, las preguntas (P13, P14 y P15), presentan una alta correlación, y todas ellas se encuentran relacionadas específicamente con la variable de la capacidad espacial y de visualización que se requiere para comprender la estereoquímica. Así mismo, existe una alta correlación entre la pregunta 3 y las preguntas P13, P14 y P15, por lo que se determinó que la forma en la que se desarrolló el proceso enseñanza-aprendizaje proporciono una mejor plataforma para alcázar los objetivos de aprendizaje (Cheung, 2011; da Silva Júnior et al., 2022).

Además, se observa una correlación entre las preguntas 1 y 12, por lo tanto, el desarrollo de la sesion de aprendizaje con alta interactividad puede fomentar una mejor comprensión de los temas. Según el paradigma constructivista utilizando esta herramienta se permite la construcción del conocimiento a través de la experiencia durante la actividad (Cole, 1984). Esto podría indicar que las estrategias que fomentan una participación activa y un entorno más inmersivo podrían ser especialmente efectivas para mejorar la comprensión de las competencias sobre estereoquímica.

Tabla 2 Medidas de tendencia central de evaluación

Medidas de tendencia central	Resultado*
Promedio	83.29
Mediana	90
Desviación estándar	20.22
Máximo	100
Mínimo	30

*puntos sobre 100

Tabla 3 Porcentaje de obtención de las competencias usando el metaverso

Competencia	Cantidad de estudiantes que la adquirieron	Porcentaje
Observa y orienta en un espacio tridimensional las moléculas asignadas	60	78.9
Compara modelos moleculares orientándolos en forma paralela en el espacio virtual	62	81.6
Genera la proyección de Fisher de las moléculas y la dibuja usando herramientas virtuales	68	89.5
Utiliza la herramienta cámara para registrar su trabajo en el entorno de realidad virtual	72	94.7
		86.1*

*promedio del porcentaje de las 4 competencias evaluadas.

Las tablas 2 y 3 se encuentran relacionadas con los resultados de la evaluación objetiva y las principales competencias objeto de la actividad. De forma global se observa un promedio de 83.29% y una mediana de 90, lo que representa un excelente rendimiento académico, teniendo un valor máximo de 100 puntos. Adicionalmente el 86.1% de las competencias fueron adquiridas durante la actividad, lo que determina que el uso del metaverso fue de gran beneficio.

Como se muestra en la tabla 3 las competencias evaluadas representan un aspecto primordial en el entendimiento de la química, debido a que los estudiantes deben de desarrollar la capacidad de comprender la geometría molecular y la estructura tridimensional de las moléculas, y posteriormente abstraer la información teórica para determinar el comportamiento físico y químico de la materia (Dickmann et al., 2019). Sin embargo, en muchas ocasiones, cae en la posibilidad de caer en un círculo de retroalimentación negativa en el aprendizaje, debido a que para lograrlo se requiere que se

comprendan los conceptos de fundamento teóricos para comprender las representaciones moleculares en 3D, pero a la vez estas representaciones son un paso clave para comprender el concepto teórico. Este ciclo negativo fue presentado por Rau, 2017, como el dilema de representación.

Los resultados positivos que se obtuvieron se deben principalmente a la capacidad del metaverso de producir una interfaz capaz de representar las estructuras moleculares en 3D, y mediante el uso de tecnologías inmersivas como RV y RA el software simula las moléculas y permite una interacción directa con ellas, mientras que el profesor se encuentra en la misma sala explicando los conceptos teóricos, por lo tanto, se reduce el dilema de representación, adicionalmente con esta metodología se corrige uno de los mayores inconvenientes que presentan los libros de texto, la forma de representar imágenes en 3D en una página que se encuentra en 2D, a pesar que existen algunas estrategias que se han empleado en los libros de texto para simular las estructuras, siempre se requiere de capacidad espacial y de visualización para poder comprender estas estructuras en 3D. Con el metaverso al representar la geometría real de las moléculas el foco del estudiante se centra en comprender los aspectos teóricos del tema y depender en menor medida de sus habilidades espaciales, lo que se traduce en un mejor proceso de aprendizaje (Balalle, 2024; Margulieux, 2019; Wu & Shah, 2004). El resultado final fue que a través del metaverso el porcentaje en la adquisición de las competencias Tabla 3 fue altamente satisfactorio, donde el 78.9% (60/76) logró observar y orientar 3D de moléculas asignadas y el 89.5% (68/76) fue capaz de generar las proyecciones de Fisher de forma adecuada.

Finalmente, se debe de destacar la pregunta 11, figura 1 donde alrededor del 88.2% indicaron que se debería de implementar el uso del metaverso en otros cursos de su carrera profesional, lo que resalta la importancia que los estudiantes perciben en esta herramienta, dando un mayor valor educativo en su uso.

CONCLUSIÓN

El uso del metaverso fue una herramienta didáctica de beneficio en la enseñanza de la estereoquímica. Debido a su capacidad generar visualizaciones tridimensionales de las estructuras moleculares y permitir interpretarlas de forma correcta, así como también ser un entorno interactivo que fomenta el aprendizaje y la curiosidad entre los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Amirbekova, E., Shertayeva, N., & Mironova, E. (2024). Teaching chemistry in the metaverse: The effectiveness of using virtual and augmented reality for visualization. *Frontiers in Education*, *8*. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1184768

Balalle, H. (2024). Exploring student engagement in technology-based education in relation to gamification, online/distance learning, and other factors: A systematic literature review. *Social Sciences & Humanities Open*, *9*, 100870. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100870

Cheung, D. (2011). Evaluating Student Attitudes toward Chemistry Lessons to Enhance Teaching in the Secondary School. *Educación Química*, *22*(2), 117-122. https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30123-X

Cole, M. (1984). La zona de desarrollo próximo: Donde cultura y conocimiento se generan mutuamente. *Journal for the Study of Education and Development*, *7*(25), 3-17. https://doi.org/10.1080/02103702.1984.10822018

da Silva Júnior, J. N., Castro, G. de L., Melo Leite Junior, A. J., Monteiro, A. J., & Alexandre, F. S. O. (2022). Gamification of an Entire Introductory Organic Chemistry Course: A Strategy to Enhance the Students' Engagement. *Journal of Chemical Education*, *99*(2), 678-687. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00766

Dickmann, T., Opfermann, M., Dammann, E., Lang, M., & Rumann, S. (2019). What you see is what you learn? The role of visual model comprehension for academic success in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, *20*(4), 804-820. https://doi.org/10.1039/C9RP00016J

Gao, Y., Lu, Y., & Zhu, X. (2023). Mateverse, the Future Materials Science Computation Platform Based on Metaverse. *The Journal of Physical Chemistry Letters*, *14*(1), 148-157. https://doi.org/10.1021/acs.jpclett.2c03459

Jamshaid, S. (2025). The Future of Organic Chemistry in the Metaverse Will Be a Transformative Journey. *Journal of Chemical Education*, *102*(3), 963-969. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c01119

Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., & Jo, S. (2021). Educational applications of metaverse: Possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, *18*, 32. https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.32

Margulieux, L. E. (2019). Spatial Encoding Strategy Theory: The Relationship between Spatial Skill and STEM Achievement. *Proceedings of the 2019 ACM Conference on International Computing Education Research, ICER '19*, 81-90. https://doi.org/10.1145/3291279.3339414

Muñoz, G. F. R., Amores, N. V. R., Delgado, J. C. V., & Moreno, J. P. P. (2024). Explorando el potencial del metaverso en entornos educativos inmersivos: Un estudio sobre la integración de la realidad virtual en el aula. *Conocimiento global*, *9*(1), 321-333. https://doi.org/10.70165/cglobal.v9i1.370

Rau, M. (2017). Conditions for the Effectiveness of Multiple Visual Representations in Enhancing STEM Learning. *Educational Psychology Review*, *29*. https://doi.org/10.1007/s10648-016-9365-3

Romero, L. M. R., Regalado, M. A. C., & Montero, R. M. C. (2025). Gamificación narrativa y metaverso educativo: Una estrategia inmersiva para fortalecer la motivación y el aprendizaje significativo en estudiantes de secundaria. *Polo del Conocimiento*, *10*(12), 2700-2713. https://doi.org/10.23857/pc.v10i12.10967

Wu, H.-K., & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, *88*(3), 465-492. https://doi.org/10.1002/sce.10126