



Entorno virtual de aprendizaje para el aprendizaje significativo de la química: Una estrategia de b-learning para la educación media en tiempos de postpandemia¹

Iván Rodrigo Rojas Reyes²

Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia

Jorge Alexis Hernández Barbosa³

Universidad de Manizales, Colombia

*Autor de correspondencia: d.ivanrodrigo.rojasreyes@santander.edu.co

Para citar este artículo / Reference this article / Para citar este artigo

Rojas, I. & Hernández, J.(2025). Entorno virtual de aprendizaje para el aprendizaje significativo de la química: Una estrategia de b-learning para la educación media en tiempos de postpandemia. *Revista Investigium IRE: Ciencias Sociales y Humanas*, 16(2), 47-78. doi: <https://doi.org/10.15658/INVESTIGIUMIRE.251602.03>

Recibido: 23 de enero de 2025 | **Revisado:** 20 de febrero de 2025 | **Aceptado:** 21 de marzo de 2025

¹ Artículo derivado del proyecto de investigación “Entorno virtual como estrategia pedagógica de aprendizaje de la química en los estudiantes del instituto técnico José Palmar Rueda del Municipio de Palmar, Santander” aprobado por la Universidad Cooperativa de Colombia

² Magíster en Educación, Universidad Cooperativa de Colombia. Docente, Instituto Técnico José Rueda, Santander. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7423-3586>. E-mail: d.ivanrodrigo.rojasreyes@santander.edu.co. Bucaramanga, Colombia

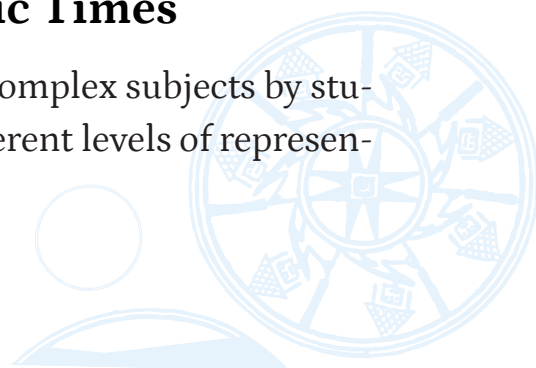
³ Doctor en Desarrollo Sostenible, Universidad de Manizales. Rector (E), Instituto Técnico José Rueda, Santander. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7015-066X>. E-mail: d.jorgealexis.hernandezbarbosa@santander.edu.co. Bucaramanga, Colombia

Resumen: La química es considerada una de las asignaturas más complejas por parte de los educandos debido a la complejidad de los niveles de representación de la materia y al uso de símbolos y modelos que pueden resultar abstractos. El nivel de abstracción de los conceptos químicos, unido a metodologías tradicionales de enseñanza descontextualizadas y basadas en la memorización, provoca falta de motivación e interés, lo que impacta en el rendimiento académico y contribuye a la deserción escolar. En 2021, según el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), el 75 % de los estudiantes no alcanza los estándares mínimos en Ciencias Naturales. Ante esta realidad, se ha propuesto implementar un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA), como parte de una estrategia de b-learning, que motive el aprendizaje de la química orgánica en estudiantes de grado 11. El estudio, basado en fundamentos teóricos del aprendizaje significativo y la neurodidáctica, propone una estrategia que integra emociones con tecnologías digitales, en respuesta al contexto educativo postpandemia. Los resultados obtenidos, a partir de un enfoque mixto y un diseño descriptivo, muestran que el uso del EVA, como parte de la estrategia de b-learning, potencia la motivación intrínseca de los estudiantes, contribuyendo a la superación de obstáculos epistemológicos y metodológicos propios de las prácticas educativas tradicionales. Se concluye que la transformación de las prácticas pedagógicas mediante la integración tecnológica contribuye a aumentar la motivación del educando, generando un impacto positivo en la calidad del aprendizaje y una mejora en el rendimiento académico en química.

Palabras clave: aprendizaje combinado, aprendizaje en línea, enseñanza secundaria, enseñanza de la química, innovación educativa (Tesauros)

Virtual Learning Environment for Meaningful Chemistry Learning: A Blended Learning Strategy for Secondary Education in Post-Pandemic Times

Abstract: Chemistry is considered one of the most complex subjects by students due to the difficulty of understanding the different levels of represen-



tation of matter, as well as the use of symbols and models that may seem abstract. The high level of abstraction of chemical concepts, combined with traditional teaching methodologies that are often decontextualized and based on memorization, leads to a lack of motivation and interest. This situation negatively affects academic performance and contributes to school dropout. In 2021, according to the Colombian Institute for the Evaluation of Education (ICFES), 75% of students failed to meet the minimum standards in Natural Sciences. In response to this situation, this study proposes the implementation of a Virtual Learning Environment (VLE) as part of a blended learning (b-learning) strategy aimed at fostering the learning of organic chemistry among 11th-grade students. The study is grounded in the theoretical foundations of meaningful learning and neurodidactics and presents a strategy that integrates emotions with digital technologies, addressing the post-pandemic educational context. Using a mixed-methods approach and a descriptive research design, the results show that the use of a VLE as part of the blended learning strategy enhances students' intrinsic motivation, contributing to the overcoming of epistemological and methodological obstacles characteristic of traditional educational practices. It is concluded that the transformation of pedagogical practices through technological integration increases student motivation, positively impacting learning quality and improving academic performance in chemistry.

Keywords: Blended learning; Online learning; Secondary education; Chemistry teaching; Educational innovation (Thesaurus).

Ambiente virtual de aprendizagem para a aprendizagem significativa da Química: uma estratégia de b-learning para o ensino médio em tempos de pós-pandemia

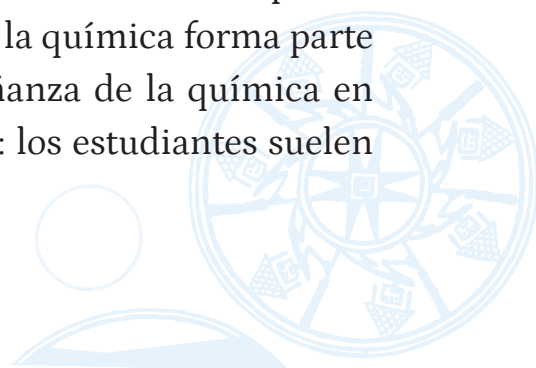
Resumo: A Química é considerada uma das disciplinas mais complexas pelos estudantes, devido à dificuldade de compreensão dos diferentes níveis de representação da matéria e ao uso de símbolos e modelos que podem parecer abstratos. O elevado nível de abstração dos conceitos químicos, alia-

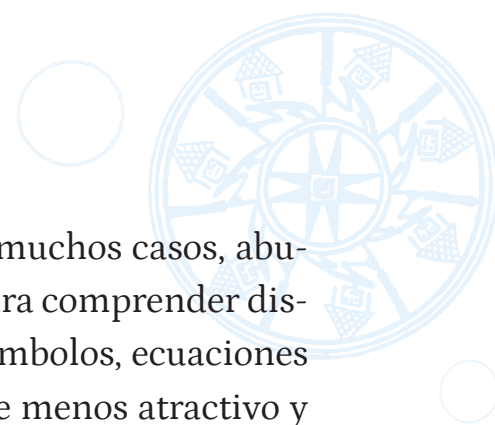
do a metodologías tradicionales de ensino frecuentemente descontextualizadas e baseadas na memorização, gera falta de motivação e interesse, o que impacta negativamente o desempenho acadêmico e contribui para a evasão escolar. Em 2021, segundo o Instituto Colombiano para a Avaliação da Educação (ICFES), 75% dos estudantes não alcançaram os padrões mínimos em Ciências Naturais. Diante dessa realidade, o presente estudo propõe a implementação de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) como parte de uma estratégia de ensino híbrido (b-learning), com o objetivo de promover a aprendizagem da Química Orgânica em estudantes do 11º ano do ensino médio. O estudo fundamenta-se nos pressupostos teóricos da aprendizagem significativa e da neurodidática, propondo uma estratégia que integra emoções e tecnologias digitais em resposta ao contexto educacional pós-pandemia. A partir de uma abordagem metodológica mista e de um delineamento descritivo, os resultados indicam que o uso do AVA, integrado à estratégia de b-learning, potencializa a motivação intrínseca dos estudantes, contribuindo para a superação de obstáculos epistemológicos e metodológicos característicos das práticas educativas tradicionais. Conclui-se que a transformação das práticas pedagógicas por meio da integração tecnológica favorece o aumento da motivação discente, gerando impactos positivos na qualidade da aprendizagem e na melhoria do desempenho acadêmico em Química.

Palavras-chave: Aprendizagem híbrida; Aprendizagem on-line; Ensino médio; Ensino de Química; Inovação educacional (Tesouro).

Introducción

Desde nuestros inicios, con la aparición de las primeras biomoléculas que dieron lugar a las primeras células de nuestro cuerpo, permitiendo la vida, hasta el contacto diario con diversas sustancias como combustibles, plásticos, medicinas, detergentes, cosméticos, entre otros, la química forma parte inherente de nuestras vidas. Sin embargo, la enseñanza de la química en la educación media presenta desafíos significativos: los estudiantes suelen





percibir como una de las materias más complejas y, en muchos casos, aburrida. Esta percepción se debe, en parte, a la dificultad para comprender distintos niveles de descripción de la materia y al uso de símbolos, ecuaciones y modelos, factores que hacen que el aprendizaje resulte menos atractivo y más confuso para ellos.

Lo anterior se hace particularmente evidente en el último grado de secundaria, undécimo, donde las limitaciones en la apropiación del lenguaje químico se reflejan en dificultades significativas para identificar, representar y manipular las estructuras básicas de los hidrocarburos y de los compuestos oxigenados. Al respecto, Arroba y Acurio (2021) mencionan que “los estudiantes de secundaria exteriorizan dificultades durante el aprendizaje en la formulación y nomenclatura de compuestos orgánicos” (p. 75).

La escasa motivación y el limitado interés por parte de los estudiantes, que constituyen una de las principales barreras en la enseñanza de la química, suelen ser, en gran medida, resultado de metodologías tradicionales de enseñanza que frecuentemente presentan contenidos descontextualizados, basados en la memorización y la repetición, lo que dificulta la construcción de aprendizajes significativos (Sosa et al., 2020). Esa percepción de dificultad, combinada con la falta de motivación e interés, contribuye a un bajo desempeño académico. Cifras de las pruebas estandarizadas SABER 11° indican que, durante los años 2020, 2021 y 2022, cerca de tres cuartos de los estudiantes no alcanzaron los estándares mínimos en Ciencias Naturales (ICFES, 2022).

En el contexto educativo, la manera en que se presenta la información influye directamente en su retención y aprendizaje. Este es más profundo cuando los contenidos se basan en experiencias cotidianas y en un lenguaje accesible que permita conectar lo nuevo con los saberes previos del estudiante. Según Ausubel, “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente” (1968, p. 6). Esto implica diseñar secuencias didácticas que integren

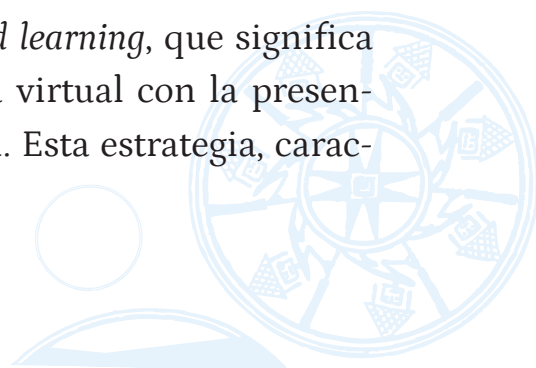
de forma coherente los nuevos conocimientos en las estructuras cognitivas preexistentes, con el fin de lograr un aprendizaje significativo.

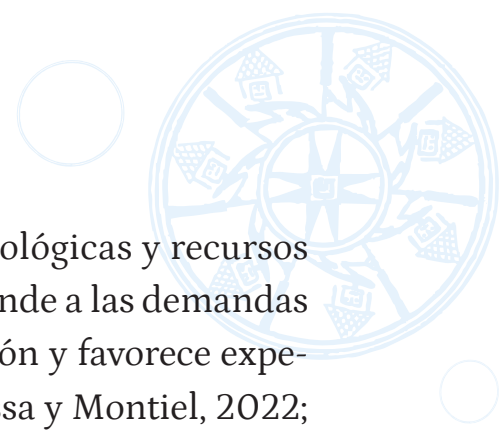
Por tanto, resulta crucial revisar las metodologías tradicionales que, con frecuencia, inhiben la curiosidad inicial de los estudiantes. Es importante proporcionarles herramientas idóneas y permitirles conectar su realidad personal con los contenidos educativos, especialmente en disciplinas como la química, donde la contextualización y la adaptación a la realidad son determinantes.

Así mismo, la fragilidad de los modelos de enseñanza tradicional quedó en evidencia ante situaciones como la emergencia internacional causada por la COVID-19 y la declaración de emergencia sanitaria emitida por el Gobierno Nacional de Colombia el 16 de marzo de 2020, que obligó al cierre temporal de las instituciones educativas. Este hecho evidenció la necesidad de promover estrategias pedagógicas innovadoras orientadas a garantizar no solo la continuidad, sino también la calidad de los procesos formativos en contextos cambiantes (Mejía, 2020; Salinas y Pérez, 2023).

Lo anterior refuerza la necesidad de transformar los procesos educativos actuales, transformación que debe surgir desde la integración activa de la tecnología, componente inseparable de la práctica pedagógica contemporánea, asegurando una comunicación bidireccional que involucre activamente a todos los participantes del proceso educativo (Deossa y Montiel, 2022). Estas transformaciones pueden apoyarse en entornos virtuales, definidos como espacios de aprendizaje interactivos con características de fluidez, simultaneidad y creación de contenidos, en los cuales las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) facilitan la transmisión de información y la producción de recursos multimedia y audiovisuales orientados a la construcción de aprendizajes significativos (Medina-Orozco, 2022).

Estrategias como el b-learning (del inglés *blended learning*, que significa aprendizaje combinado), que articula la enseñanza virtual con la presencial, resultan fundamentales en la educación actual. Esta estrategia, carac-





terizada por la integración fluida de herramientas tecnológicas y recursos digitales con las actividades tradicionales del aula, responde a las demandas de estudiantes nativos digitales, promueve la colaboración y favorece experiencias educativas más flexibles y personalizadas (Deossa y Montiel, 2022; Ramírez y Peña, 2022).

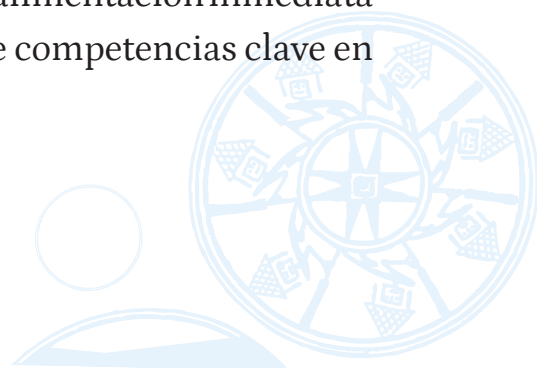
La dimensión emocional también emerge como un factor determinante en los procesos educativos. Investigaciones en neurociencia destacan la relación indisoluble entre cognición y emoción, lo que subraya la necesidad de que los docentes implementen estrategias de motivación como refuerzo positivo al esfuerzo realizado por el educando, de manera que se favorezca el aprendizaje autónomo. Como señala Mora, “la emoción es el vehículo que transporta las palabras y su significado. Sin emoción no hay significado, y sin significado no se puede aprender nada” (2020, párr. 4). En esta línea, Blumenkranc et al. (2023), al analizar las emociones de estudiantes de ciencias naturales en clases virtuales durante la pandemia, mostraron cómo el diseño de clases en b-learning debe potenciar la interacción social y el acompañamiento emocional a fin de mantener la motivación en los estudiantes.

En ese sentido, las TIC se convierten en un recurso habitual para la interacción y la comunicación como base del aprendizaje, contribuyendo a superar barreras generacionales y convirtiendo el proceso de aprendizaje en una experiencia profundamente significativa (Román et al., 2021). En concordancia con lo anterior, un estudio de la Universidad Nacional del Litoral muestra cómo la implementación de un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) en química orgánica, con gran capacidad para fomentar el aprendizaje autónomo y el trabajo colaborativo, fue valorada positivamente por los estudiantes (Rudi et al., 2024). Asimismo, Arroba y Acurio (2021) implementaron laboratorios a través de simuladores virtuales con estudiantes de bachillerato, demostrando que los entornos digitales refuerzan los conocimientos en química orgánica y constituyen una alternativa eficaz ante la imposibilidad de realizar prácticas presenciales. De igual forma, la gamificación se ha consolidado como otra estrategia innovadora con efectos

favorables: Cungachi y Ochoa (2022) utilizaron Kahoot como recurso digital para la enseñanza de química orgánica en bachillerato, observando un aumento en el interés y el rendimiento académico de los estudiantes. Lo planteado evidencia cómo la implementación de un EVA puede incidir positivamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje al facilitar la comprensión y la retención de conceptos mediante actividades interactivas.

En respuesta a las dificultades expuestas, este estudio tiene como objetivo general implementar un EVA como parte de una estrategia de b-learning en los procesos educativos postpandemia, para la enseñanza de química orgánica, con énfasis en alcoholes, fenoles y éteres, en estudiantes de grado 11º del Instituto Técnico José Rueda, en Palmar, Santander. Bajo un enfoque mixto y un diseño exploratorio de tipo descriptivo, se evalúa su efecto sobre la motivación de los educandos y su posible impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química, articulando los principios de la neurodidáctica con el aprendizaje significativo de Ausubel.

Las metodologías y estrategias propuestas desde la neurodidáctica promueven la gestión y el desarrollo de las emociones, puesto que el proceso de aprendizaje comienza en el hipocampo y la amígdala, estructuras del cerebro emocional o mamífero, las cuales son clave en la evaluación de los estímulos emocionales (Benavidez y Flores, 2019). Este encadenamiento neurocognitivo crea las condiciones para el aprendizaje significativo, dado que los nuevos conceptos se vinculan con los conocimientos previos cuando el docente provee organizadores previos, plantea problemas contextualizados y ofrece retroalimentación oportuna. Esto reduce la carga cognitiva y promueve la reconciliación integradora en el educando. De acuerdo con lo anterior, el EVA propuesto incorpora recursos que despiertan emoción e interés, mantienen la atención y optimizan la codificación de la información, fortaleciendo la consolidación y la retroalimentación inmediata de aprendizajes, a la vez que favorece el desarrollo de competencias clave en química orgánica.





Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, integrando los enfoques cuantitativo y cualitativo a fin de obtener una comprensión más completa del estudio realizado, teniendo en cuenta que, además de los datos cuantificables, es crucial conocer la apreciación de los estudiantes sobre la estrategia pedagógica implementada (Hernández y Mendoza, 2018). Este enfoque permite una retroalimentación continua y coherente entre ambos métodos, mejorando la comprensión de los resultados y acercándose más a la realidad observada en el proceso. En esta línea, “la disparidad de pensamientos, teorías, diseños, análisis de datos o inferencias de resultados enriquecen los fenómenos educativos” (Bagur et al., 2021, p. 7).

De manera acorde y coherente con el enfoque seleccionado, se utiliza un diseño exploratorio de tipo descriptivo. Como señalan Guevara et al. (2020), “la investigación descriptiva se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad” (p. 165). Se propone, por tanto, un estudio de caso centrado en el alumno, con el fin de analizar sus contribuciones y experiencias durante la implementación de la estrategia. El enfoque adoptado facilita la recopilación y triangulación de datos, permitiendo una descripción detallada de las observaciones registradas.

La estrategia se implementa durante el segundo período académico con una población de 20 estudiantes, con una edad promedio de 17 años. A partir de la fórmula para poblaciones finitas (IC 95 %), se obtiene una muestra de 17 participantes seleccionados mediante muestreo probabilístico aleatorio. El estudio contó con el aval institucional otorgado por la rectoría del Instituto Técnico José Rueda; adicionalmente, dado que los participantes eran menores de edad, se obtuvo previamente el consentimiento informado de sus representantes legales, junto con el asentimiento voluntario de los estudiantes. Se aseguró la confidencialidad mediante codificación alfanumérica (E01, E02,...) y el uso exclusivo de los datos con fines académicos e investigativos.

La intervención tuvo una duración total de 40 horas: 23 horas presenciales, con acompañamiento docente, y las restantes desarrolladas de forma remota utilizando como único recurso el EVA. El estudio se estructura en cuatro fases, descritas en la Tabla 1, cada una diseñada para abordar un objetivo específico, contribuyendo conjuntamente al objetivo general de la investigación.

Tabla 1

Organización de fases y recursos en la investigación

Fase	Objetivo	Actividades	Recursos
Diagnóstico	Identificar presaberes y posibles barreras de aprendizaje en los estudiantes.	Implementación de prueba diagnóstica.	Prueba diagnóstica tipo SABER 11°.
		Implementación test de Likert.	Test de Likert.
Diseño	Diseñar y crear las unidades temáticas y recursos educativos a integrar dentro del EVA.	Creación de unidades temáticas interactivas, actividades prácticas y recursos multimedia.	Computador Intel® Core™ i3, RAM 4Gb, SSD 120Gb.
		Selección alojamiento en internet.	Alojamiento gratuito en internet.
Implementación	Implementar el EVA, en el marco de la estrategia pedagógica de b-learning.	Ejecución de clases de química con apoyo del EVA en el marco de la alternancia educativa postpandemia.	Celulares, tabletas o computadores portátiles.



Fase	Objetivo	Actividades	Recursos
Evaluación y análisis de resultados	Evaluar del impacto de la estrategia en el desarrollo de competencias en los educandos.	Análisis comparativo de los resultados obtenidos en los bimestres académicos I y II.	Prueba final tipo SABER 11°.
		Implementación de prueba diagnóstica.	Test de Likert.
		Implementación test de Likert.	Formato de preguntas para entrevista.
		Entrevistas.	Cámara de Video.

Nota. Las fases de la investigación incluyen actividades específicas y recursos asociados para garantizar la coherencia metodológica y la operacionalización del objetivo general.

Fase de diagnóstico

Esta fase se centra en evaluar presaberes y posibles barreras de aprendizaje que enfrentan los educandos de grado 11 en el área de química. Se elaboran, validan y aplican los instrumentos iniciales que permiten identificar y diagnosticar el proceso, y posteriormente adaptar las estrategias pedagógicas a las necesidades específicas de los estudiantes. La prueba diagnóstica implementada, tipo SABER 11°, consta de 20 preguntas de selección múltiple con única respuesta y evalúa competencias propias de la química orgánica: hidrocarburos, compuestos oxigenados, nomenclatura y puntos de ebullición. Este instrumento se diseña a partir de ítems liberados por el ICFES, a fin de garantizar un instrumento estandarizado y confiable frente a los estándares nacionales; la confiabilidad de este banco de preguntas se encuentra respaldada institucionalmente por el ICFES.

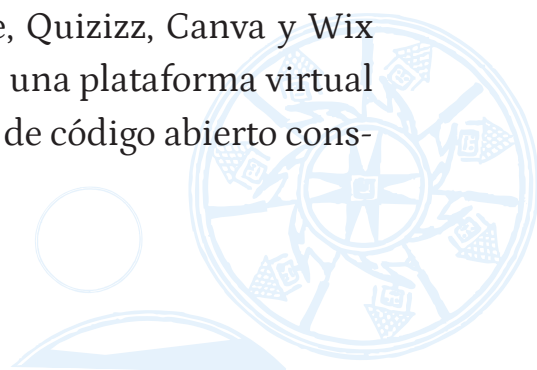
De manera complementaria, el test de actitudes en escala Likert de cinco categorías (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo) aborda cuatro aspectos clave: calidad docente, ambiente en clase, influencia familiar y actitud hacia la materia. Respecto a lo anterior, Rocha et al. (2021) señalan que “el estudio de las actitudes y su impacto en el aprendizaje ha cobrado importancia en diversos trabajos de investigación tanto en el cam-

po de la psicología como en el ámbito educativo” (p. 152). Estos factores son fundamentales para evaluar el entorno de aprendizaje, teniendo en cuenta que, mientras la calidad docente y el ambiente en clase impactan directamente en la disposición del estudiante hacia el aprendizaje, la influencia familiar y la actitud hacia la materia son determinantes en la motivación y el rendimiento académico (Chairez et al., 2020).

El test consta de 50 ítems formulados a manera de afirmaciones cerradas, procesadas mediante escala Likert, entendida como “un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los participantes” (Hernández y Mendoza, 2018, p. 238). Esto permite medir la actitud de los educandos hacia la asignatura a partir de sus reacciones a afirmaciones lógicas. Este instrumento no corresponde a una prueba estandarizada; fue elaborado *ad hoc* para este estudio, con el fin de explorar de manera contextual las percepciones de los estudiantes frente a las cuatro dimensiones enunciadas.

Fase de diseño

En esta fase se diseña y desarrolla el EVA. Una vez analizados los datos de la fase de diagnóstico, se revisa el plan de área de química para el grado 11 correspondiente al segundo período académico. Con el fin de permitir una planificación más precisa, es importante considerar la pertinencia del plan de área, toda vez que esta no se determina exclusivamente por los resultados finales de los estudiantes, sino por la manera en que se llevan a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje, teniendo en cuenta el contexto y las necesidades de los educandos. De acuerdo con lo anterior, se revisaron uno a uno los ejes temáticos propuestos y se adaptaron a las necesidades específicas. Las tres unidades temáticas, centradas en alcoholes, fenoles y éteres, fueron articuladas utilizando herramientas como Biomodel para las estructuras moleculares, y plataformas digitales como YouTube, Quizizz, Canva y Wix Forum, entre otras; posteriormente, se integraron en una plataforma virtual diseñada con el software eXeLearning. Este software de código abierto cons-



tituye una alternativa relevante para la creación de contenidos educativos digitales, dado que posibilita la incorporación de diversos recursos como animaciones, textos, audios y actividades interactivas. Su implementación se alinea con las tendencias globales que buscan potenciar la didáctica mediante la tecnología (Arellano-García et al., 2023).

El EVA se alojó en un servidor gratuito para garantizar el acceso continuo y en tiempo real de los estudiantes. Las limitaciones de almacenamiento que se presentaron debido al tamaño de algunos archivos fueron solventadas mediante el uso de almacenamiento gratuito en la nube. El EVA diseñado ofrece una estructura intuitiva que facilita el acceso a contenidos como definiciones, nomenclaturas, videos y actividades en línea. En este sentido, se diseñó un entorno claro y visualmente atractivo, con una interfaz que busca despertar la motivación del estudiante mediante actividades interactivas, asegurando que los materiales sean accesibles y estéticamente adecuados, fomentando así la participación activa y el aprendizaje autónomo.

Figura 1

Estructura de la unidad temática alcoholes



Nota. Cada unidad temática está diseñada con texto e íconos que identifican claramente las acciones a realizar, facilitando su uso por parte de los estudiantes. Asimismo, la paleta de colores elegida evita sobrecargar visualmente el entorno, ofreciendo un diseño claro y agradable.

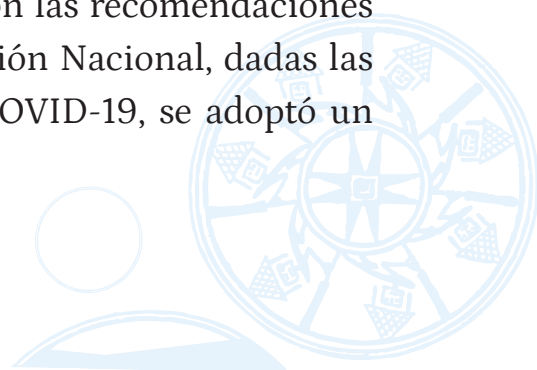
El diseño del EVA incluye enlaces directos a los chats grupales de WhatsApp, facilitando la comunicación rápida para enviar tareas o realizar consultas en los grupos asignados. Además, se integran accesos a los foros, a la plataforma Quizizz para exámenes con elementos de gamificación y al aplicativo Biomodel. En cuanto a Biomodel, basado en la herramienta de código abierto Jmol, permite a los educandos generar moléculas en 3D a partir de los diseños en 2D de las fórmulas esqueléticas desarrolladas en el aula de clases. Esto convierte a la herramienta en un recurso bastante intuitivo: una vez creada la molécula en 2D, puede transferirse al panel 3D, donde es posible girarla y explorarla de manera interactiva.

En relación con el uso de herramientas tecnológicas en educación, Núñez et al. (2019) mencionan que “el uso de la tecnología, además de mejorar la forma de aprendizaje, facilita la forma en que se imparte conocimiento adecuado a los requerimientos actuales” (p. 44). En concordancia con lo anterior, vale la pena señalar cómo este tipo de herramientas facilita la armonización de los contenidos del currículo, fomentando la motivación y la disposición del estudiante, captando su interés a través del uso de tecnologías adecuadas a sus capacidades y talentos individuales, optimizando así el proceso de enseñanza-aprendizaje. De acuerdo con Morales et al. (2021):

Las herramientas tecnológicas actualmente son imprescindibles, ya sea para docentes o estudiantes, cumpliendo un rol fundamental en el ámbito educativo porque mejoran el proceso tanto de la enseñanza como el de aprendizaje; por esto se vincula a las diferentes estrategias didácticas que se pueden implementar en las aulas virtuales. (p. 509)

Fase de implementación

Tras integrar y validar el EVA mediante una prueba piloto, se procedió a aplicar la estrategia pedagógica. En conformidad con las recomendaciones del Ministerio de Salud y del Ministerio de Educación Nacional, dadas las circunstancias de la emergencia sanitaria por la COVID-19, se adoptó un

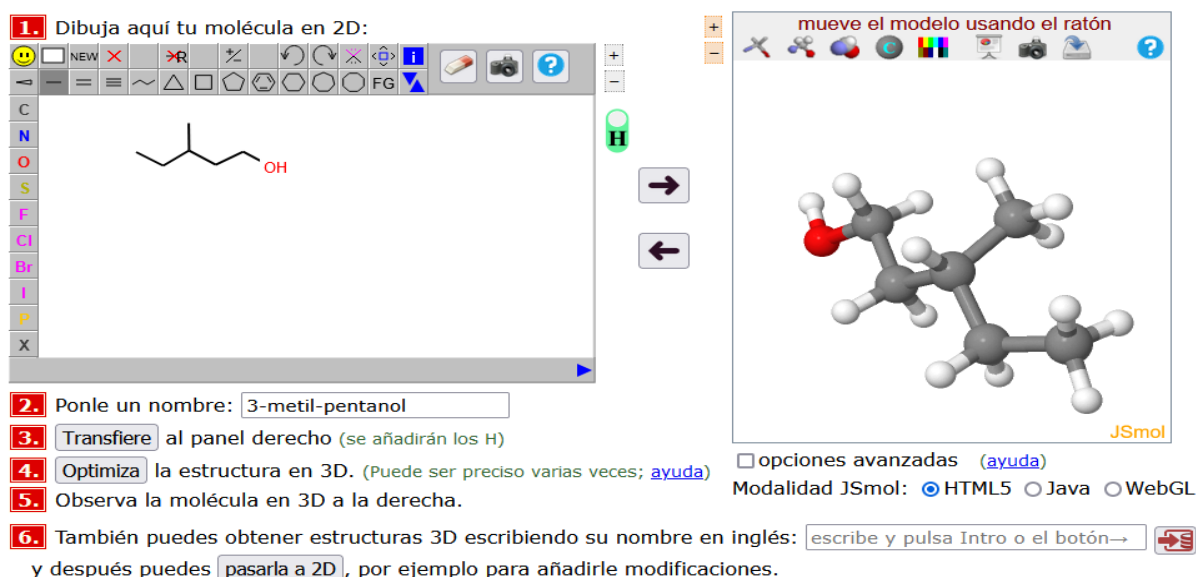


modelo educativo híbrido. Este modelo combinó atención presencial para el 50% de los estudiantes y atención completamente remota para el 50% restante. Para los estudiantes en formación remota se garantizó el acceso a herramientas que permitieran realizar encuentros sincrónicos. Es importante señalar que la totalidad de los estudiantes tuvo acceso a las clases de manera presencial o sincrónica; asimismo, pudieron acceder al EVA, lo que permitió validar con todos los educandos la efectividad del uso del EVA dentro de la estrategia de b-learning.

La estrategia se implementó durante cinco semanas, incluyendo dos encuentros presenciales semanales (totalizando 4 horas) y un encuentro adicional de tres horas los sábados, acumulando 23 horas de acompañamiento docente. De manera complementaria, los estudiantes tuvieron acceso a las herramientas del EVA durante un período aproximado de 17 horas sin acompañamiento docente, realizando un trabajo completamente autónomo.

Figura 2

Aplicativo Biomodel, basado en Jmol



Nota. Diseño 3D de la molécula de 3-metil-pentanol a partir de su fórmula esquelética desde el aplicativo Biomodel, aplicación integrada en el EVA.

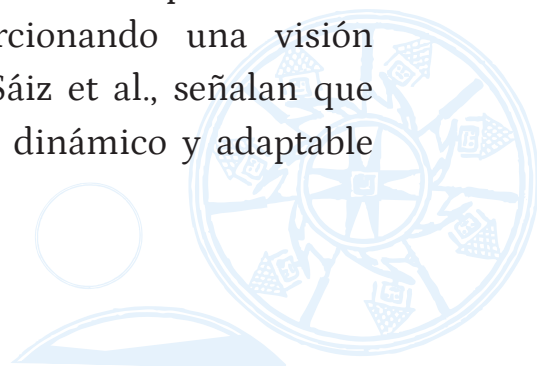
Fase de evaluación y análisis de resultados

Se utilizan métodos de evaluación formativa y sumativa para medir el progreso y la efectividad de la estrategia. El enfoque mixto empleado permite combinar datos cuantitativos y cualitativos, asegurando una comprensión integral y mayor precisión en la interpretación de los resultados.

En esta fase se aplica una prueba tipo SABER 11°, utilizando los mismos ítems de la prueba diagnóstica, lo que permite comparar los datos cuantificables obtenidos antes y después de la implementación de la estrategia. Además, se aplica nuevamente la prueba en escala Likert para validar posibles variaciones en la actitud de los estudiantes respecto al aprendizaje de la química. De manera complementaria, se realiza un análisis comparativo de los resultados académicos alcanzados por los educandos en el primer y segundo período, lo que permite medir la variación en el rendimiento académico del estudiante. Los resultados fueron procesados mediante estadística descriptiva, calculando medidas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar), con el fin de identificar patrones de desempeño y variaciones en los puntajes del grupo en las diferentes fases. Es importante precisar que los cambios observados entre la prueba diagnóstica y la prueba final deben interpretarse como tendencias y no como diferencias estadísticamente significativas, dado que no se aplicaron pruebas de normalidad ni análisis inferenciales (paramétricos o no paramétricos).

El EVA fue evaluado conforme a los estándares de calidad del Instituto Latinoamericano y del Caribe de Calidad en Educación Superior a Distancia (CALED), utilizando 15 indicadores relacionados con diseño instruccional, servicios y soporte. Esta evaluación asegura la mejora continua y el funcionamiento adecuado del entorno virtual.

Por último, se incorporaron entrevistas semiestructuradas para obtener testimonios directos de los estudiantes, proporcionando una visión cualitativa de su experiencia. Al respecto, Ibarra-Sáiz et al., señalan que las entrevistas semiestructuradas “son un proceso dinámico y adaptable



que depende en gran medida de la relación entre el entrevistador y el entrevistado, así como de las circunstancias específicas del momento” (2023, p. 512). Estas entrevistas permitieron introducir preguntas suplementarias que profundicen en aspectos clave, enriqueciendo el análisis y explorando en detalle componentes esenciales del proceso de aprendizaje.

Resultados

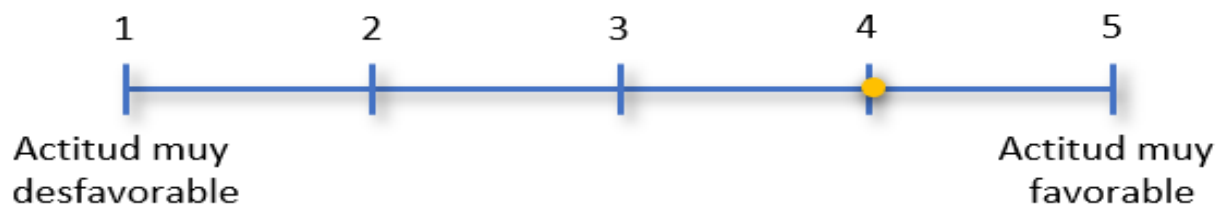
A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la implementación de la estrategia pedagógica, en relación con los objetivos planteados. El análisis cuantitativo se realizó mediante estadística descriptiva, utilizando medidas de tendencia central y de dispersión para valorar la evolución del grupo a lo largo de las diferentes fases de estudio.

Test de Likert preliminar

El test de Likert se aplicó mediante Google Forms al inicio del año lectivo. Se calcularon las puntuaciones individuales y el promedio grupal, obteniendo una media de 201,76 puntos ($s = 13,41$) sobre un máximo posible de 250. Posteriormente, las puntuaciones se transformaron a la escala original de 1 a 5, empleando la fórmula PT/NT (Hernández y Mendoza, 2018), alcanzando un promedio de 4,04 puntos ($s = 0,27$). Estos valores sugieren una actitud favorable de los estudiantes hacia la asignatura.

Figura 3

Actitud de los estudiantes del grado 11 frente a la asignatura Química

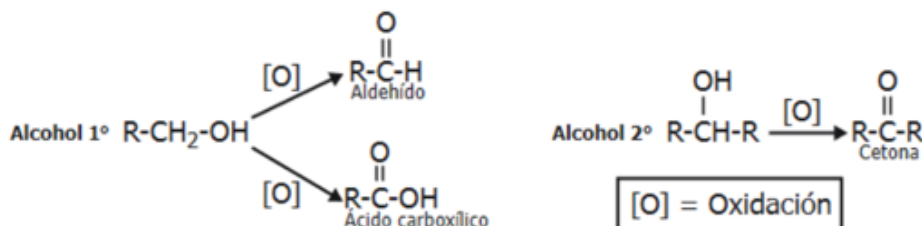


Nota. Una actitud favorable por parte de los estudiantes hacia los procesos de aprendizaje refleja su deseo de superación personal e interés por aprender, evita, además, la predisposición hacia los procesos educativos.

Figura 4

Pregunta tipo SABER 11°

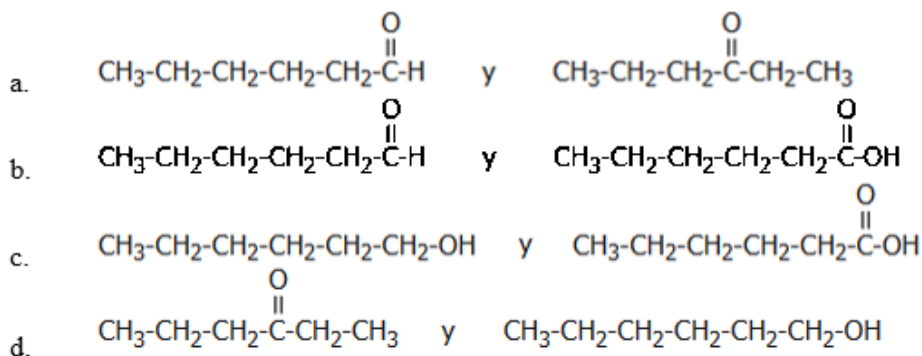
16. Los alcoholes pueden ser oxidados a cetonas, aldehídos o ácidos carboxílicos de acuerdo con el tipo de alcohol que reacciona, como se muestra en el diagrama:



Para reconocer el tipo de compuesto que se forma en una oxidación se realizan las siguientes pruebas:

Prueba de Tollens	Prueba de Lucas	Prueba de yodoformo	Prueba de Yoduro-Yodato
Reconoce la presencia de aldehídos, si se forma un espejo de plata (color plateado) en el fondo del tubo de ensayo.	Reconoce la presencia de alcoholes, si se forma un precipitado insoluble en la reacción.	Reconoce la presencia de cetonas, si aparece un precipitado de color amarillo.	Reconoce la presencia de ácidos, si una solución con almidón se torna de color morado oscuro.

Si en un laboratorio se oxida un alcohol de 6 carbonos y se aplican las pruebas de reconocimiento de grupos funcionales obteniendo un espejo de plata y coloración morada con almidón, se espera que después de la oxidación se haya formado una mezcla de:



Nota. Las preguntas de esta prueba evalúan el desarrollo de competencias a través del aprendizaje significativo, no se centran en la memorización de conceptos sin una aplicación práctica. Fuente: Prueba Ciencias Naturales liberada por el ICFES (2012).

Prueba diagnóstica tipo SABER 11°

La prueba diagnóstica se aplicó mediante Google Forms al inicio del año lectivo. Con el fin de identificar dificultades específicas en los estudiantes,

se construye una tabla de frecuencias y se calcula el índice de aprobación por ítem a partir de los resultados. El análisis muestra que los estudiantes comprenden mejor los temas relacionados con los aspectos analíticos de las sustancias cuando las preguntas son más generales y no requieren un análisis profundo; en contraste, la competencia a indagar frente a aspectos fisicoquímicos de las sustancias representa una posible barrera de aprendizaje.

La prueba arrojó una media de 2,44 puntos ($s = 0,96$), con un bajo rendimiento en 11 de los 17 estudiantes ($\approx 65\%$), esto sugiere dificultades en la comprensión de la información o en el desarrollo de competencias evaluadas.

Implementación del EVA

A través del EVA, los estudiantes se adentraron en un método diferente para aprender química. Pudieron participar en la identificación de compuestos orgánicos presentes en su entorno y en la creación de modelos 3D de moléculas orgánicas mediante el uso de Biomodel. Esta herramienta permitió comprobar y afianzar conceptos relacionados con la hibridación y las estructuras básicas de los hidrocarburos, que constituyen la base de los compuestos orgánicos y son indispensables para la comprensión de los compuestos oxigenados: alcoholes, fenoles y éteres.

De la misma manera, en esta fase los estudiantes participaron en competencias en línea mediante la herramienta Quizizz, la cual, a través de una experiencia gamificada, les permitió medir sus conocimientos en tiempo real. Se realizaron ocho sesiones de Quizizz, con diversas rondas de preguntas acordes a los ejes temáticos. Los juegos, con una duración promedio de 7 minutos para 20 preguntas y 4 minutos para 10 preguntas, fueron bien recibidos por los estudiantes, quienes encontraron en la sana competencia un factor motivador para mejorar su rendimiento.

Los foros de discusión dentro del EVA permitieron a los estudiantes compartir reflexiones y participar en la resolución de problemas de

manera colaborativa. Los debates generaron importantes reflexiones, particularmente sobre la prevención del consumo de alcohol y sustancias psicoactivas entre la población. También se destacó el uso de infografías como recurso didáctico: los estudiantes crearon infografías con Canva, facilitando la comprensión de los contenidos y su divulgación a través de los foros y WhatsApp, promoviendo la apropiación de los contenidos estudiados.

El uso de las diversas herramientas tecnológicas dentro del EVA fomenta la participación activa de los educandos y potencia su aprendizaje en la asignatura, dentro de la estrategia b-learning en contextos híbridos de enseñanza.

Test de Likert final

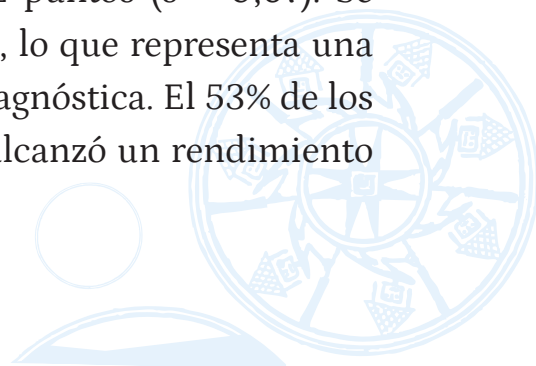
El test de Likert final se aplicó mediante Google Forms el 23 de agosto de 2021. Se calcularon las puntuaciones individuales y el promedio grupal, obteniéndose una media de 218,29 puntos ($s = 11,81$). En comparación con el test preliminar, se observa un incremento de 16,53 puntos, equivalente a un aumento del 8,29% en la actitud favorable hacia la asignatura.

Los resultados, en la escala original de 1 a 5 y utilizando la fórmula PT/NT (Hernández y Mendoza, 2018), arrojan un promedio de 4,37 puntos ($s = 0,24$). Esto representa un incremento de 0,33 puntos en la escala, confirmando la mejora en la actitud de los estudiantes tras la intervención pedagógica.

Prueba final tipo SABER 11°

La prueba final SABER 11° se aplicó a través de Quizizz el 28 de agosto de 2021. La prueba fue idéntica a la utilizada en la fase diagnóstica, lo que permitió evaluar los conocimientos adquiridos tras la implementación de la estrategia.

El análisis estadístico arrojó una media de 3,02 puntos ($s = 0,67$). Se observó bajo rendimiento en el 41% de la población, lo que representa una disminución del 36% en comparación con la fase diagnóstica. El 53% de los estudiantes obtuvo un rendimiento básico y el 6% alcanzó un rendimiento



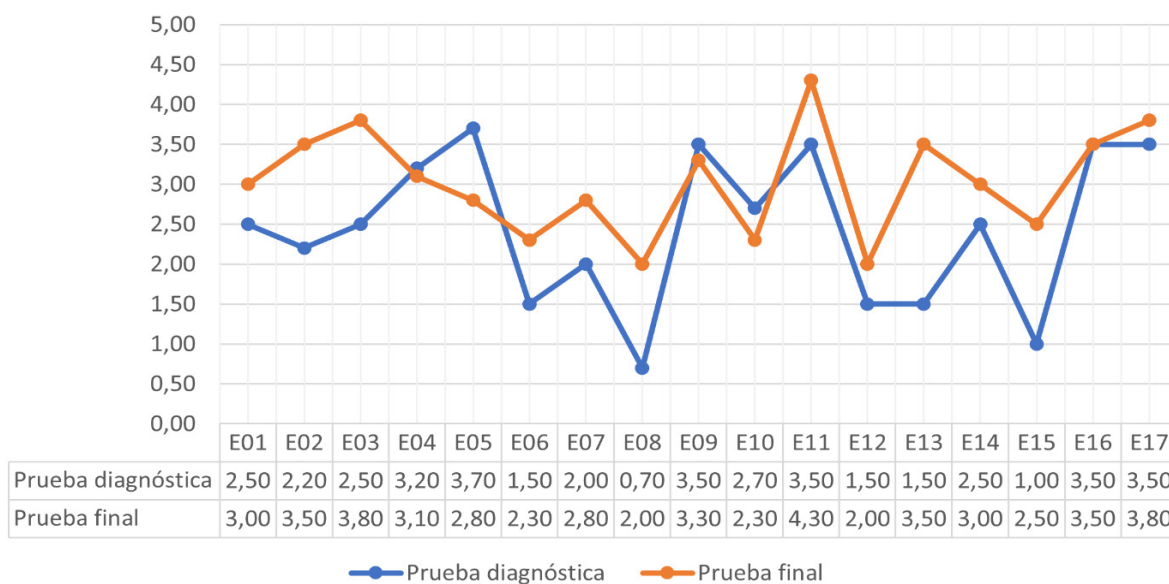
alto; es decir, el 59% de los estudiantes obtuvo una puntuación igual o superior a 3,0. La prueba final SABER 11° evidencia una mejora en el rendimiento de los estudiantes, con una reducción significativa en el porcentaje de educandos con bajo rendimiento.

Prueba diagnóstica vs final

Un análisis comparativo entre pruebas permite valorar de manera cuantitativa los avances de los estudiantes tras la implementación de la estrategia pedagógica. Se evidencia una mejora respecto a la media, pasando de 2,44 en la prueba diagnóstica a 3,02 en la final, un incremento significativo superior a 0,5 puntos (figura 5). El 70,6% de los estudiantes mejoraron su desempeño; sin embargo, en cuatro casos hubo disminución y en uno no hubo cambios.

Figura 5

Resultados prueba diagnóstica vs final



Nota. Comparación de promedios por estudiante en las pruebas diagnóstica vs final. El 59% presenta un promedio superior a 3,0.

Según el comparativo de los promedios individuales, el 29,4% de los estudiantes registra un índice de variación en los resultados de la prueba

final menor o igual a 1,0. Aunque la tendencia general no es completamente ascendente, el aumento en el rendimiento grupal resulta relevante, considerando las limitaciones de tiempo y el modelo de alternancia en clases, en el cual solo el 50% de los estudiantes asistió de forma presencial, mientras que el resto participó de manera remota.

La Tabla 2 presenta un resumen comparativo de los índices de aprobación por cada pregunta en las pruebas diagnóstica y final, junto con la variación entre ambas. El mayor índice de aprobación se alcanzó en la pregunta 1, con un valor de 0,94 en la prueba final. En contraste, los menores valores persistieron en las preguntas 5 y 15, con un valor de 0,24 en ambas pruebas, lo que resalta la necesidad de reforzar contenidos relacionados con nomenclatura de compuestos oxigenados y fuerzas intermoleculares.

El mayor incremento se observó en la pregunta 19, con una variación de 1,60, mientras que la pregunta 13 mostró una disminución en el número de respuestas correctas, con un índice de variación de 0,63. Las preguntas 5, 7, 15 y 18 no experimentaron cambios, manteniendo el mismo número de aciertos en ambas pruebas.

Tabla 2
Análisis pruebas tipo SABER 11°

No.	Componente	Índice de aprobación		Variación
		Prueba Diagnóstica	Prueba Final	
1	Aspectos analíticos de sustancias	0,71	0,94	1,33
2	Aspectos analíticos de sustancias	0,71	0,82	1,17
3	Aspectos analíticos de sustancias	0,65	0,88	1,36
4	Aspectos analíticos de sustancias	0,35	0,41	1,17
5	Aspectos analíticos de sustancias	0,24	0,24	1
6	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	0,35	0,41	1,17
7	Aspectos analíticos de sustancias	0,47	0,47	1
8	Aspectos analíticos de sustancias	0,76	0,88	1,15
9	Aspectos analíticos de sustancias	0,59	0,82	1,4

No.	Componente	Índice de aprobación		Variación
		Prueba Diagnóstica	Prueba Final	
10	Aspectos fisicoquímicos de mezclas	0,71	0,82	1,17
11	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	0,29	0,41	1,4
12	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	0,35	0,47	1,33
13	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	0,47	0,29	0,63
14	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	0,24	0,29	1,25
15	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	0,24	0,24	1
16	Aspectos analíticos de sustancias	0,53	0,76	1,44
17	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	0,59	0,71	1,2
18	Aspectos analíticos de sustancias	0,71	0,71	1
19	Aspectos analíticos de sustancias	0,29	0,47	1,6
20	Aspectos analíticos de sustancias	0,41	0,65	1,57

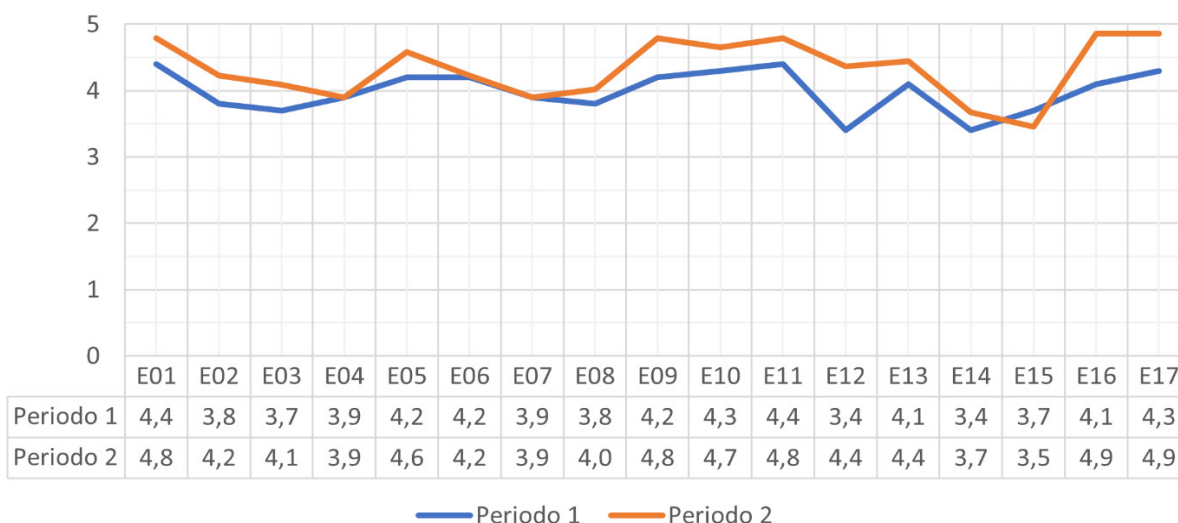
Nota. Índices de aprobación y variación para las pruebas aplicadas tipo SABER 11°.

Resultados: primer vs segundo período académico

El análisis de las calificaciones institucionales muestra una mejora sostenida entre el primer y segundo período académico. En el primer período, la media fue de 3,99 ($s = 0,32$), con un rango de 3,4 a 4,4; en el segundo período, tras la implementación de la estrategia, la media ascendió a 4,33 ($s = 0,44$), con calificaciones entre 3,5 y 4,9. Los componentes para la obtención de los resultados académicos se ajustan a lo establecido en el Sistema Institucional de Evaluación de Estudiantes (SIEE), correspondiendo un 50% al componente cognitivo, un 40% al componente procedimental y un 10% a la autoevaluación.

En términos individuales, la mayoría de los estudiantes mostró incrementos consistentes. Los estudiantes E07 y E04 no presentaron variación en sus calificaciones, mientras que E15 registró una disminución (variación de 0,96), atribuida a ausencias por problemas de salud. El índice de variación entre los dos periodos osciló entre 0,94 y 1,29, con un promedio de 1,09 ($s = 0,08$), evidenciando una tendencia general de mejora en el rendimiento académico.

Figura 6
Comparativo de resultados académicos

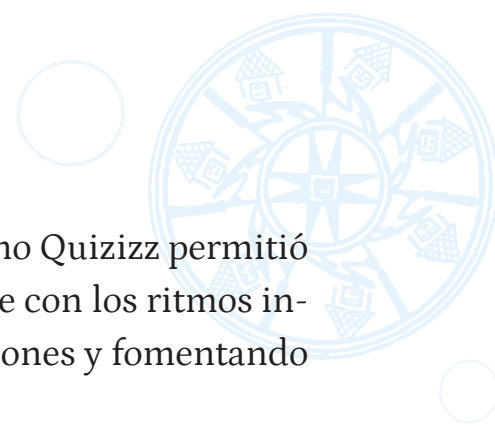


Nota. Análisis comparativo de resultados académicos en bimestres I y II.

Entrevistas

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a seis estudiantes, seleccionados aleatoriamente del grupo presencial, el 30 de agosto de 2021, con una duración promedio de seis minutos. Este instrumento permitió conocer las perspectivas y experiencias de los educandos frente a la implementación de la estrategia pedagógica. Los participantes valoraron positivamente el EVA, destacando su pertinencia en el contexto de la emergencia sanitaria, que había impedido a los estudiantes asistir a las instituciones educativas por más de un año.

Entre los desafíos previos a la implementación de la estrategia, los estudiantes mencionaron la dificultad para concentrarse en el entorno doméstico y la limitada o nula interacción con los docentes, factores que afectaban su progreso académico. Sin embargo, los entrevistados coincidieron en que el EVA, como estrategia complementaria, resultó motivador, revitalizando su interés por el aprendizaje presencial. Asimismo, resaltaron que el EVA facilitó sus procesos de aprendizaje, promoviendo una mejor interacción



entre ellos y el docente, y que el uso de herramientas como Quizizz permitió una experiencia de aprendizaje más entretenida y acorde con los ritmos individuales, reduciendo la preocupación por las calificaciones y fomentando la confianza en la asignatura.

En conjunto, las entrevistas evidencian una alta aceptación de la estrategia pedagógica y del diseño del EVA. La valoración media otorgada por los entrevistados a la estrategia fue de 4,96 sobre 5, reflejando un alto nivel de aprobación.

Evaluación descriptiva del EVA

La evaluación del EVA basada en los 15 indicadores del CALED, arrojó un porcentaje de validación correspondiente al 85%. Es conveniente indicar que este análisis no pretende calificar la calidad del entorno, sino proporcionar directrices de mejora en diseño instruccional, servicios y soporte. La mejora continua del EVA es esencial para adaptarse a las necesidades actuales y cumplir con el propósito de facilitar el proceso de aprendizaje y la transmisión de conocimientos.

Discusión

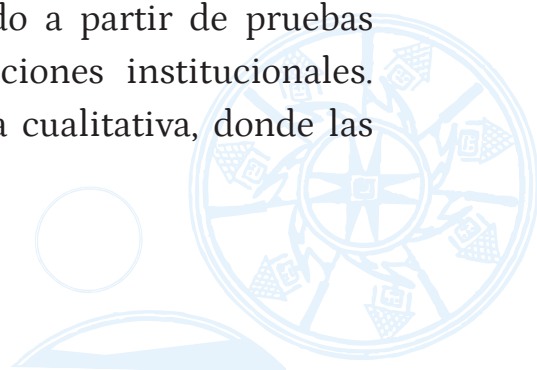
La implementación de la estrategia pedagógica evidenció un impacto positivo tanto en la actitud de los educandos hacia la asignatura como en su rendimiento académico. El test en escala de Likert mostró un aumento de 0,33 puntos en la actitud favorable hacia la química, lo que sugiere una mayor motivación y disposición al aprendizaje. En consonancia con investigaciones que destacan la relación entre actitudes positivas y rendimiento escolar, este incremento se refleja en los resultados académicos, observándose un aumento promedio de 0,58 puntos en las pruebas tipo SABER 11°, donde la media del grupo pasó de 2,44 a 3,02 puntos, con un 70% de los estudiantes mejorando sus resultados. Si bien estas variaciones son descriptivas y no pueden considerarse estadísticamente significativas debido a la ausencia de pruebas de normalidad e inferenciales, constituyen una tendencia clara

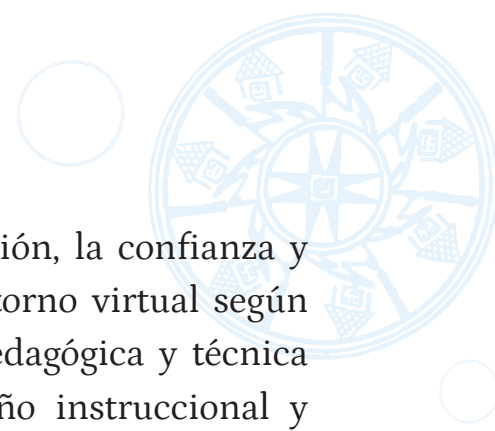
de mejora en las competencias trabajadas. Estos hallazgos son consistentes con estudios que reconocen la influencia del autoconcepto y la actitud en el aprendizaje (Valiente et al., 2020) y que destacan la pertinencia del b-learning para el desarrollo de nuevas competencias en educación (Núñez et al., 2019).

Los datos cuantitativos encuentran respaldo en la información cualitativa recogida. Las entrevistas revelaron que los estudiantes valoraron positivamente la experiencia de aprendizaje, destacando actividades como el uso de Biomodel y Quizizz, las cuales facilitaron la comprensión de estructuras moleculares y estimularon la motivación mediante gamificación. Desde la perspectiva neurodidáctica, la emoción y el disfrute asociados a estas actividades actuaron como catalizadores dentro del proceso de aprendizaje. Esto concuerda con lo planteado por Torres et al. (2023) y Segura y Ramírez (2023), quienes señalan que las emociones y el disfrute en actividades interactivas son clave para estimular el cerebro y potenciar el aprendizaje.

De igual forma, las observaciones realizadas en clase revelan un incremento en la motivación y el interés por aprender, lo cual, junto con los datos recolectados, respalda que el uso del EVA dentro de los procesos de b-learning favorece un aprendizaje significativo en química, contribuyendo a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. De esta manera, se configuran puentes integradores entre los datos cuantitativos y cualitativos, permitiendo comprender de manera holística el impacto de la estrategia. En conjunto, los resultados sugieren que el EVA contribuyó a superar parcialmente las barreras propias de la enseñanza tradicional de la química, ofreciendo un entorno interactivo, motivador y emocionalmente significativo.

Los distintos instrumentos implementados muestran una tendencia convergente. Los datos cuantitativos evidencian mejoras en la actitud y un aumento en el rendimiento académico, medido a partir de pruebas estandarizadas tipo SABER 11° y de las calificaciones institucionales. Estos avances encuentran respaldo en la evidencia cualitativa, donde las





entrevistas indican que el EVA incrementó la motivación, la confianza y el interés por aprender. Además, la evaluación del entorno virtual según los indicadores del CALED confirmó la adecuación pedagógica y técnica del diseño, sugiriendo que la interacción entre diseño instruccional y herramientas digitales facilitó la traducción conceptual necesaria para la comprensión de aspectos de química orgánica.

A pesar de que los hallazgos muestran tendencias positivas, es necesario reconocer las limitaciones metodológicas del estudio. La muestra reducida ($n = 17$) limita la representatividad del grupo, lo cual aumenta la sensibilidad de los resultados a variaciones individuales y restringe la posible generalización de los hallazgos a otros contextos educativos o poblaciones similares. La ausencia de análisis estadísticos inferenciales, sumada al hecho de que los instrumentos estandarizados pueden abarcar contenidos más amplios que los abordados en el EVA, impide determinar si las diferencias observadas entre la prueba diagnóstica y la final son estadísticamente significativas; por ello, los resultados deben interpretarse como tendencias descriptivas más que como evidencia concluyente.

Además, el diseño descriptivo del estudio no permite establecer relaciones de causalidad directa entre la implementación del EVA y las mejoras en el aprendizaje o en la actitud, ya que factores externos —como la madurez emocional, la motivación intrínseca, el contexto familiar o el nivel de familiaridad con herramientas digitales— pudieron influir de manera parcial en los resultados. Estas limitaciones resaltan la necesidad de interpretar los hallazgos con la prudencia propia de los estudios exploratorios.

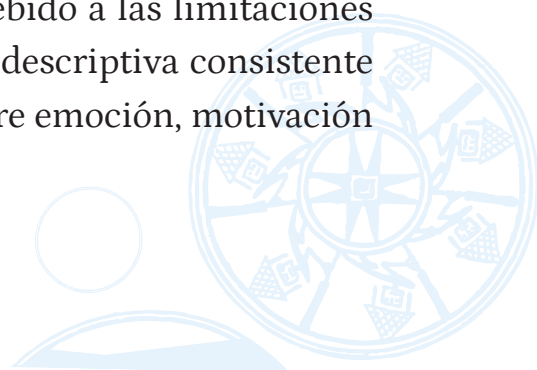
Se sugiere que futuras investigaciones consideren muestras más amplias, la inclusión de grupos de control, análisis estadísticos inferenciales robustos y el uso de instrumentos aún más focalizados en los contenidos específicos del EVA. Esto permitiría fortalecer la validez interna y externa de los resultados y confirmar los efectos observados.

Conclusiones

La implementación de un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA), integrado dentro de una estrategia de b-learning y fundamentado en principios de aprendizaje significativo y neurodidáctica, ha mostrado un impacto positivo en la motivación y la disposición de los estudiantes de grado 11° del Instituto Técnico José Rueda hacia el aprendizaje de la química. Los estudiantes superaron dificultades en la apropiación del lenguaje químico y evidenciaron mejoras en la comprensión de estructuras orgánicas. La estrategia generó un ambiente más dinámico y emocionalmente atractivo para los educandos, propicio para el aprendizaje tanto a nivel individual como colaborativo. La aceptación de la estrategia de b-learning evidencia su potencial para fomentar la participación y el compromiso en un contexto educativo postpandemia.

La triangulación metodológica permitió validar la percepción de los estudiantes, quienes reconocieron en herramientas como Quizizz y Biomodel una vía para hacer más comprensible la abstracción propia de la química orgánica. Estas herramientas contribuyen a la conexión con saberes previos, al estímulo emocional positivo y a la representación visoespacial, lo que permitió explicar las tendencias de mejora observadas en la comprensión de contenidos específicos de química orgánica, particularmente alcoholes, fenoles y éteres. Esta evidencia respalda la pertinencia del EVA como mediador del aprendizaje significativo, aunque su eficacia completa requiere validación adicional con muestras más amplias.

Los resultados cuantitativos mostraron una tendencia de mejora en el rendimiento académico, con un aumento en la media grupal de 2,44 a 3,02 puntos ($\Delta = 0,58$) en las pruebas tipo SABER 11° y una mejora en el desempeño de aproximadamente el 70% de los estudiantes. Aunque estas variaciones no alcanzan significación estadística debido a las limitaciones ya mencionadas del estudio, constituyen evidencia descriptiva consistente de que la estrategia funciona como articuladora entre emoción, motivación y rendimiento académico.



Los hallazgos destacan la importancia de continuar aplicando estrategias educativas que integren tecnología y enfoques activos, como el b-learning. Este tipo de estrategias puede contribuir a la evolución de los métodos pedagógicos tradicionales, promoviendo la integración de tecnología educativa y fortaleciendo la interacción entre estudiantes y docentes. Aunque no resuelve todas las limitaciones de la disciplina, ofrece una vía escalable y contextualmente pertinente para aumentar la motivación y favorecer la mejora de competencias conceptuales. Por otra parte, al promover un aprendizaje equitativo y personalizado, reduce la brecha existente entre las clases convencionales y los nuevos enfoques tecnológicos, brindando a los estudiantes un acceso más amplio a herramientas de aprendizaje innovadoras que influyen positivamente en su desarrollo académico e integral. En este sentido, la enseñanza apoyada en tecnologías constituye un escenario transformador que permite superar barreras en el proceso educativo (Largo et al., 2022).

A futuro, la implementación continua de este tipo de estrategias podría generar resultados más sólidos y duraderos en la enseñanza de la química, por lo que resulta pertinente que futuras investigaciones profundicen en las limitaciones metodológicas aquí señaladas, con el fin de fortalecer la validez y la aplicabilidad de los hallazgos.

Referencias

- Arellano-García, P., Ovallos Bayona, E. & Becerra-Angarita. (2024). Mediación docente con Exelearning y autismo: un estudio con niños de Educación Preescolar. *Revista Investigium IRE: Ciencias Sociales y Humanas*, 15(1), 75-95. <https://investigiumire.unicesmag.edu.co/index.php/ire/article/view/417>
- Arroba, M. F. & Acurio, S. (2021). Laboratorios virtuales en entorno de aprendizaje de química orgánica, para el bachillerato ecuatoriano. *Revista Científica UISRAEL*, 8(3), 73–93. <https://doi.org/10.35290/rcui.v8n3.2021.456>
- Ausubel, D. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.

- Bagur, S., Roselló, M., Paz, B. & Verger, S. (2021). El enfoque integrador de la metodología mixta en la investigación educativa. *RELIEVE*, 27(1). <http://doi.org/10.30827/relieve.v27i1.21053>
- Benavidez, V., & Flores, R. (2019). La importancia de las emociones para la neurodidáctica. *Wimb Lu*, 14(1), 25-53. <https://doi.org/10.15517/wl.v14i1.35935>
- Blumenkranc, V., Peláez, G., Chion, A. R., & Puig, M. (2023). ¿Qué emociones circularon durante las clases virtuales? Un relevamiento del aspecto emocional en las clases de Ciencias Exactas y Naturales durante la pandemia del virus SARS-CoV-2. *Tecné Episteme y Didaxis TED*, 53, 219-238. <https://doi.org/10.17227/ted.num53-14694>
- Chairez, G. I. M., Díaz, M. J. T., & Cepeda, V. L. R. (2020). El contexto familiar y su vinculación con el rendimiento académico. *Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 11, 1–17. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.657
- Cungachi, S., & Ochoa, S. (2022). Gamificación y enseñanza de la química orgánica en los estudiantes de tercero de bachillerato. *Religación*, 7(34), e210977. <https://doi.org/10.46652/rgn.v7i34.977>
- Deossa, R. & Montiel, C. (2022). Potencial de las TIC en educación, una propuesta metodológica para su integración efectiva. *Informador Técnico*, 86(2). <https://doi.org/10.23850/22565035.4374>
- Guevara, G., Verdesoto, A. & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163–173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7.^a ed.). McGraw Hill.
- Ibarra-Sáiz, M. S., González-Elorza, A., & Gómez, G. R. (2023). Aportaciones metodológicas para el uso de la entrevista semiestructurada en la investigación educativa a partir de un estudio de caso múltiple. *Revista De Investigación Educativa*, 41(2), 501–522. <https://doi.org/10.6018/rie.546401>
- Largo, W., Zuluaga, J., López, M. & Grajales, Y. (2022). Enseñanza de la química mediada por TIC: un cambio de paradigma en una educación en emergencia. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía RIIEP*, 15(2). <https://doi.org/10.15332/25005421.6527>
- Medina-Orozco, L. (2022). Entornos digitales. Descripción de hábitos y tendencias de uso de las herramientas tecnológicas. *Revista Investigium IRE: Ciencias Sociales y Humanas*, 13(2), 124-137. <https://doi.org/10.15658/INVESTIGIUMIRE.221302.09>

- Mejía, M. (2020). Aprendizajes sociales de una Comunidad Educativa de la Ciudad de Pereira, en tiempos de pandemia. *Revista Investigium IRE: Ciencias Sociales y Humanas*, 11 (2), 96-107. <https://investigiumire.unicesmag.edu.co/index.php/ire/article/view/326>
- Mora, F. (2020). Solo se puede enseñar a través de la alegría / Entrevistado por Sónia Marquès. *Cognición*. <https://web.archive.org/web/20201019150429/https://sarrauteducacion.com/2020/10/09/francisco-mora-teruel-solo-se-puede-ensenar-a-traves-de-la-alegria/>
- Morales, E., Ocaña, J., Yáñez, H. & Núñez, A. (2021). Innovación metodológica para la enseñanza de TIC en educación superior. *RISTI, Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E46, 507-517. <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/3209>
- Núñez, E., Monclúz, I. & Ravina, R. (2019). El impacto de la utilización de la modalidad B-Learning en la educación superior. *Alteridad. Revista de Educación*, 14(1), 26-39. <https://doi.org/10.17163.alt.v14n1.2019.02>
- Ramírez, M. & Peña, C. (2022). B-learning para Mejorar el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 15(2), 5-16. <https://doi.org/10.37843/rted.v15i2.309>
- Rocha, G., Juárez, J. & Fuchs, O. (2021). Importancia del estudio de las actitudes para el aprendizaje de las matemáticas. *RD-ICUAP*, 7(19), 148–157. <https://doi.org/10.32399/icuap.rdic.2448-5829.2021.19.511>
- Román, F., Marín, D. & Peirats, J. (2021). Revisión bibliográfica y análisis sobre b-learning y la socialización del alumnado en educación primaria. *EduTec, Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (77), 136–151. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.77.1957>
- Rudi, J. M., Gatti, P. I., Belbey, A., Gimenez, L., & Reyes, M. S. (2024). Entorno virtual multimodal para la enseñanza universitaria de química orgánica: diseño y valoraciones del estudiantado. *Educación En La Química*, 30(02), 159–174. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/260>
- Salinas, V., & Pérez, J. (2023). Desafíos de la enseñanza de Química en pandemia covid-19: ventajas y limitaciones. *Revista Innova Educación*, 5(4), 65-82. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2023.05v.004>
- Segura, P., & Ramírez, M. (2023). ¿Por qué la emoción antecede la cognición? *Journal of Neuroeducation*, 4(1). <https://doi.org/10.1344/joned.v4i1.41954>

- Sosa, J. A., Rodríguez, A. A., Álvarez, W. O., & Forero, A. (2020). Mobile learning como estrategia innovadora en el aprendizaje de la química inorgánica. *ESPACIOS*, 41(44), 201–216. <https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n44p15>
- Torres, M., Jácome, G., Suárez, A., Topón, S., & Segura, L. (2023). Neuroeducación en los ambientes escolares. Un despertar desde el binomio: emoción-aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 313-328. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5298
- Valiente, C., Suárez, J. & Martínez, M. (2020). Rendimiento académico, aprendizaje y estrés en alumnado de primaria. *Revista Complutense de Educación*, 31(3), 365-374. <https://doi.org/10.5209/rced.63480>

