

Aplicación del sistema ERCA como estrategia para el aprendizaje de la química orgánica en estudiantes

Application of the ERCA system as a strategy for learning organic chemistry in students

Macías-Menéndez Roberto Enmanuel

Maestría de Pedagogía de las Ciencias Experimentales mención Química y Biología,
Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.
Correo: rmacias0473@utm.edu.ec
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-2550-6532>

Caballero-Vera Hernán Humberto

Maestría de Pedagogía de las Ciencias Experimentales mención Química y Biología,
Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.
Correo: hernan.caballero@utm.edu.ec
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3925-5580>

Delgado-Cobeña Elan Ignacio

Maestría de Pedagogía de las Ciencias Experimentales mención Química y Biología,
Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.
Correo: elan.delgado@utm.edu.ec
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4843-8602>

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo implementar y evaluar la aplicación del sistema ERCA (Exploración, Reflexión, Conceptualización y Aplicación) como estrategia pedagógica para el aprendizaje de la Química Orgánica en estudiantes de bachillerato, promoviendo la experiencia práctica, la reflexión crítica, la estructuración conceptual y la transferencia de conocimientos a la práctica. La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, combinando técnicas cuantitativas (encuestas y rúbricas de desempeño) y cualitativas (observación participante y análisis de registros narrativos), con una población conformada por estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Olmedo, en Portoviejo, Manabí. Los resultados evidenciaron que el grupo experimental alcanzó porcentajes significativamente más altos en motivación (85%), autonomía (70%) y participación activa (75%), en comparación con el grupo control, que se mantuvo en rangos bajos. Asimismo, las rúbricas de desempeño mostraron promedios superiores en la aplicación de conceptos, resolución de problemas, trabajo colaborativo y comunicación científica (4.2-4.5 frente a 3.2-3.5 del grupo control). En conclusión, la investigación confirma que el sistema ERCA constituye una estrategia eficaz para mejorar el rendimiento académico y potenciar competencias cognitivas, sociales y comunicativas, consolidando aprendizajes significativos y fomentando el interés científico en la enseñanza de la Química Orgánica.

Palabras claves: Sistema ERCA, Estrategia de aprendizaje, Química Orgánica.

ABSTRACT

This study aimed to implement and evaluate the application of the ERCA system (Exploration, Reflection, Conceptualization, and Application) as a pedagogical strategy for learning Organic Chemistry in high school students, promoting practical experience, critical reflection, conceptual structuring, and the transfer of knowledge to practice. The research was conducted using a mixed-methods approach, combining quantitative

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 03 de marzo de 2026.

Fecha de aceptación: 29 de abril de 2026.

Fecha de publicación: 11 de junio de 2026.

techniques (surveys and performance rubrics) and qualitative techniques (participant observation and analysis of narrative records), with a population comprised of third-year high school students from the Olmedo Educational Unit in Portoviejo, Manabí. The results showed that the experimental group achieved significantly higher percentages in motivation (85%), autonomy (70%), and active participation (75%) compared to the control group, which remained at lower levels. Likewise, the performance rubrics showed higher averages in the application of concepts, problem-solving, collaborative work, and scientific communication (4.2–4.5 versus 3.2–3.5 for the control group). In conclusion, the research confirms that the ERCA system is an effective strategy for improving academic performance and enhancing cognitive, social, and communicative skills, consolidating meaningful learning and fostering scientific interest in the teaching of Organic Chemistry.

Keywords: ERCA system, Learning strategy, Organic Chemistry.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Química Orgánica, en el nivel de bachillerato, presenta un conjunto de dificultades asociadas con la abstracción conceptual, la notación simbólica y el razonamiento mecánico, lo que impacta la motivación estudiantil y el rendimiento académico. Diversos estudios realizados en materia educativa señalan que en la asignatura Química los alumnos experimentan obstáculos para “interpretar estructuras, mecanismos y representaciones múltiples” y para transferir conocimientos entre contextos, generando desmotivación y bajo desempeño (Crimmins & Midkiff, 2017). Tal desinterés hacia esta asignatura se vincula con metodologías tradicionales que no logran estimular la curiosidad científica ni fomentar aprendizajes significativos (García et al., 2025), de aquí la urgencia de implementar estrategias pedagógicas innovadoras que permitan superar las limitaciones actuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Asimismo, se ha documentado que los estudiantes presentan obstáculos para comprender conceptos abstractos como las estructuras moleculares, los mecanismos de reacción y la nomenclatura orgánica. Según lo señalado por Quijano y Navarrete (2021), la ausencia de estrategias didácticas centradas en el aprendizaje activo genera dificultades cognitivas que repercuten en la motivación y en el rendimiento académico. En concordancia, Merchán y Cevallos (2023) sostienen que esta situación afecta la formación científica y disminuye el interés por carreras vinculadas a las ciencias experimentales.

En este contexto, la metodología ERCA (Exploración, Reflexión, Conceptualización y Aplicación) se presenta como una alternativa pedagógica fundamentada en el enfoque constructivista. Defaz Taipe (2020) explica que este sistema promueve que el estudiante construya su conocimiento a partir de experiencias previas y reflexiones críticas, lo que favorece la transferencia del aprendizaje a situaciones nuevas. De igual manera, Ronquillo et al. (2023) destacan que el ERCA potencia el pensamiento crítico y la participación activa, aspectos que son esenciales para abordar contenidos complejos como los de la química orgánica.

Por otra parte, la incorporación de metodologías activas como ERCA responde a la necesidad de vincular la teoría con la práctica. Günter y Alpat (2016) señalan que la falta de experiencias experimentales y de conexión con el entorno limita el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. En este sentido, la fase de aplicación del sistema ERCA permite que los conocimientos adquiridos se integren en actividades prácticas, consolidando así la comprensión de los fenómenos químicos y su relevancia en la vida cotidiana. Además, este enfoque fomenta la autonomía del estudiante en la construcción de su aprendizaje y fortalece su capacidad de análisis crítico frente a problemas reales. De esta manera, se promueve un aprendizaje más significativo y contextualizado que contribuye al desarrollo integral de las competencias científicas.

De igual modo, investigaciones recientes han demostrado que el uso de recursos innovadores, específicamente el modelado molecular tridimensional y simuladores virtuales, puede complementar metodologías activas y mejorar la comprensión de la Química Orgánica. Ruiz Cerrillo (2020), por ejemplo, concluye que la integración de tecnologías emergentes, como la visualización de isómeros en entornos digitales, facilita la identificación de fórmulas y estructuras orgánicas, incrementando la motivación y el rendimiento académico; por tanto, la combinación de ERCA con herramientas tecnológicas constituye un enfoque integral para enfrentar los retos de esta disciplina. Además, esta integración potencia la interacción entre el conocimiento abstracto y su representación visual, generando un aprendizaje más dinámico y accesible; en consecuencia, se favorece la construcción de competencias científicas que preparan al

estudiante para enfrentar desafíos académicos y profesionales en el ámbito de las ciencias químicas.

Es oportuno acotar, que en el Cantón Portoviejo está ubicada la Unidad Educativa Olmedo, institución histórica y emblemática con más de 170 años de trayectoria, que constituye un referente educativo en la provincia de Manabí. En la misma, la oferta académica incluye Educación Inicial, Básica y Bachillerato, destacando la incorporación del Bachillerato Técnico en Dispositivos y Conectividad, brindando así nuevas oportunidades a los estudiantes. En pocas palabras, la Unidad Educativa Olmedo es una institución tradicional que se adapta a las nuevas exigencias educativas, combinando su rica historia con una visión moderna, formando ciudadanos preparados para el futuro en el cantón de Portoviejo.

Dadas las consideraciones anteriores, esta investigación contempla implementar un programa de enseñanza basado en el sistema ERCA para el aprendizaje de la Química Orgánica en estudiantes de tercer año de bachillerato, promoviendo la experiencia práctica, la reflexión crítica, la conceptualización y la aplicación de conceptos. Asimismo, se propone evaluar el impacto del sistema ERCA en el rendimiento académico de los estudiantes en comparación con métodos de enseñanza tradicionales, con el fin de determinar su efectividad en la mejora de los aprendizajes. Finalmente, se busca identificar los factores que influyen en la efectividad del sistema ERCA, tales como la motivación, la actitud y la percepción de los estudiantes hacia la materia, reconociendo que estos elementos son determinantes para consolidar aprendizajes significativos y fomentar el interés científico.

En concordancia con lo expuesto, se vuelve imperativo evaluar estrategias que rompan con la pasividad del aula tradicional. Bajo esta premisa, el objetivo de la presente investigación es implementar y evaluar la efectividad del sistema ERCA como estrategia pedagógica para el aprendizaje de la Química Orgánica en estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Olmedo, analizando su impacto en el rendimiento académico y en el desarrollo de competencias científicas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentos de la enseñanza de la Química Orgánica

La química orgánica constituye un eje fundamental en la formación científica y tecnológica, dado que su estudio permite comprender la estructura, propiedades y reactividad de los compuestos de carbono, base de la vida y de múltiples procesos industriales. Según Gudiño et al. (2023), esta disciplina es esencial en carreras vinculadas a las ciencias naturales, biomédicas y de la salud, pues proporciona las herramientas conceptuales necesarias para el desarrollo de nuevos materiales, fármacos y tecnologías sostenibles, por ello, su enseñanza en el nivel medio y superior resulta clave para la preparación de futuros profesionales en áreas científicas.

Por otra parte, las dificultades en el aprendizaje de la química orgánica son ampliamente reconocidas, aspectos como la abstracción de los conceptos, la complejidad de las estructuras tridimensionales y la diversidad de mecanismos de reacción generan obstáculos cognitivos en los estudiantes. Chonillo et al. (2024) señalan que los alumnos perciben la materia como excesivamente teórica y difícil de relacionar con su vida cotidiana, lo que incrementa la necesidad de metodologías que favorezcan la comprensión práctica y contextualizada; son estas dificultades las que se intensifican cuando la enseñanza se limita a la memorización de fórmulas y nomenclaturas sin un enfoque aplicado. En consecuencia, se produce un aprendizaje fragmentado que impide la construcción de conocimientos sólidos y transferibles, por ello, resulta imprescindible implementar estrategias didácticas que integren la teoría con experiencias significativas y aplicadas.

Asimismo, la evidencia empírica muestra un bajo rendimiento académico en química orgánica, asociado a la falta de motivación y a la percepción negativa de la asignatura. Ávila Salazar (2023) describe que los estudiantes suelen mostrar apatía y desinterés, lo cual se traduce en una escasa retención de conceptos básicos y en un aprendizaje precario. Este fenómeno se relaciona con la ausencia de estrategias didácticas que promuevan el razonamiento y la

resolución de problemas, en contraste con prácticas centradas en la repetición mecánica de contenidos.

De igual modo, es importante destacar que la desmotivación estudiantil constituye un factor crítico en la enseñanza de esta disciplina. La percepción de dificultad y la falta de conexión con aplicaciones reales generan rechazo hacia la asignatura, afectando la participación activa en clase y la disposición para el estudio autónomo. Según lo afirmado por Chonillo et al. (2024), la integración de metodologías activas y recursos digitales puede contribuir a superar estas barreras, fomentando un ambiente educativo participativo y más cercano a la realidad cotidiana del estudiante; además, este tipo de estrategias promueve la construcción de aprendizajes significativos que fortalecen la confianza del alumno en sus capacidades. En consecuencia, se favorece un proceso formativo más motivador y sostenible en el tiempo.

Para concluir, los fundamentos de la enseñanza de la química orgánica deben orientarse hacia un enfoque integral, que combine la rigurosidad conceptual con estrategias pedagógicas innovadoras. La incorporación de metodologías activas, como el sistema ERCA, y el uso de tecnologías emergentes, permiten vincular la teoría con la práctica y fortalecer la motivación estudiantil. En este sentido, Gudiño et al. (2023) subrayan que la enseñanza de esta disciplina requiere no solo transmitir conocimientos, sino también desarrollar competencias científicas que preparen al estudiante para enfrentar los retos académicos y profesionales del siglo XXI.

2.2. Limitaciones de los métodos tradicionales de enseñanza

Es necesario reconocer que el predominio de las clases magistrales y el enfoque memorístico ha caracterizado históricamente la enseñanza de la química orgánica. Este modelo, que se centra en la transmisión unidireccional del conocimiento, limita la interacción y la construcción activa de aprendizajes. Tal como lo señala Ávila Salazar (2023), la dependencia excesiva de la exposición docente conduce a que los estudiantes memoricen fórmulas y definiciones sin lograr una comprensión profunda de los conceptos, lo que repercute negativamente en su capacidad de aplicar el conocimiento en contextos nuevos.

Por otra parte, se observa una escasa vinculación entre teoría y práctica, lo cual constituye una de las principales limitaciones de los métodos tradicionales. Chonillo et al. (2024) señalan que los estudiantes perciben la química como una disciplina abstracta y difícil de relacionar con su vida cotidiana, lo que incrementa la brecha entre el conocimiento científico y su aplicabilidad. Otro aspecto como la ausencia de prácticas experimentales y de actividades contextualizadas impide que los alumnos desarrollen competencias científicas que les permitan comprender fenómenos químicos desde una perspectiva integral. Esta desconexión metodológica reduce la capacidad de los estudiantes para transferir lo aprendido a situaciones reales, en consecuencia, se limita el desarrollo de habilidades críticas necesarias para la formación científica y tecnológica contemporánea.

De esta forma, el impacto de estas metodologías tradicionales se refleja en la motivación y participación de los estudiantes. Gudiño et al. (2023) destacan que la enseñanza centrada en la repetición mecánica genera apatía y desinterés, reduciendo la disposición al estudio autónomo y la participación activa en clase. Este fenómeno se traduce en un bajo rendimiento académico y en la percepción de la química orgánica como una asignatura inaccesible, lo que afecta la continuidad de los estudiantes en carreras científicas y tecnológicas.

De igual modo, es importante subrayar que el enfoque memorístico limita el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, como el análisis crítico y la resolución de problemas. Ruiz Cerrillo (2020) concluye que la falta de metodologías activas y recursos innovadores restringe la capacidad de los estudiantes para relacionar conceptos y aplicar el conocimiento en situaciones prácticas, perpetuando un aprendizaje superficial que no favorece la transferencia de saberes a contextos profesionales o investigativos.

Todo lo anterior conduce a señalar, que las limitaciones de los métodos tradicionales de enseñanza ponen de manifiesto la necesidad de incorporar estrategias pedagógicas innovadoras que promuevan un aprendizaje significativo. La integración de metodologías activas, como el sistema ERCA, y el uso de tecnologías emergentes, permiten superar las barreras del enfoque memorístico y fortalecer la motivación estudiantil. No en vano Chonillo et al.

(2024) sostienen que, la transformación de la enseñanza de la química orgánica requiere un cambio metodológico que vincule la teoría con la práctica y fomente la participación crítica de los estudiantes.

2.3. Metodologías activas en la educación científica

Las metodologías activas se fundamentan en los principios del aprendizaje activo y constructivista, los cuales promueven que el estudiante sea protagonista en la construcción de su conocimiento. Según Bell et al. (2024), el aprendizaje activo implica que los alumnos participen en actividades que requieran exploración, resolución de problemas y aplicación práctica de conocimientos, en lugar de limitarse a recibir información pasivamente; este enfoque se alinea con el constructivismo, que sostiene que el conocimiento se construye a partir de la interacción entre experiencias previas y nuevos contenidos, favoreciendo la autonomía y la responsabilidad del estudiante en su proceso formativo (Gortaire et al., 2023). Por ende, se favorece la generación de aprendizajes significativos que trascienden el aula y se aplican en contextos reales.

Por otra parte, la participación grupal constituye un elemento esencial en las metodologías activas, ya que fomenta la colaboración y el intercambio de ideas entre los estudiantes. Medina (2021) señala que el aprendizaje cooperativo “desarrolla habilidades sociales y cognitivas e incrementa la motivación y el compromiso con la tarea”, al promover interdependencia positiva, responsabilidad compartida y autorregulación; en este sentido, la reflexión crítica dentro del grupo permite que los estudiantes cuestionen sus concepciones iniciales y fortalezcan su comprensión de los fenómenos científicos; además, trabajar en equipos pequeños favorece la inclusión y la construcción conjunta del conocimiento (Juárez et al., 2019).

Asimismo, las experiencias prácticas son un componente indispensable en la educación científica, pues facilitan la vinculación entre teoría y realidad. Ya anteriormente se indicó lo expresado por Günter & Alpat (2016), sobre que la falta de actividades experimentales limita el desarrollo de competencias científicas, mientras que la incorporación de prácticas contextualizadas favorece la comprensión integral de los contenidos. De este modo, las metodologías

activas que incluyen experimentación y resolución de problemas permiten que los estudiantes internalicen conceptos complejos de manera significativa.

Es importante subrayar entonces, que existen ejemplos concretos de metodologías activas aplicadas en ciencias, entre las que destacan el aprendizaje basado en problemas (ABP), el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje por proyectos. Como lo afirman Coronel et al. (2023), el ABP promueve la investigación autónoma y el pensamiento crítico al situar al estudiante frente a problemas reales que requieren soluciones fundamentadas. Por su parte, el aprendizaje colaborativo enfatiza la construcción conjunta del conocimiento, mientras que el aprendizaje por proyectos vincula los contenidos con la resolución de retos prácticos (Arceo et al., 2023). También, estas metodologías favorecen la motivación y el compromiso estudiantil al integrar experiencias significativas en el proceso formativo, por ello, se consolidan competencias científicas y transversales que fortalecen la preparación académica y profesional de los estudiantes.

La implementación de estas metodologías en la enseñanza de la química orgánica ha mostrado resultados positivos en términos de motivación y rendimiento académico. Crimmins y Midkiff (2017) evidencian que las estrategias de aprendizaje activo en química orgánica mejoran la comprensión de estructuras moleculares y mecanismos de reacción, reduciendo la apatía y el desinterés estudiantil, y demostrando a su vez, que la aplicación de metodologías activas no solo fortalece el aprendizaje conceptual, sino también la disposición hacia la ciencia como disciplina formativa.

En virtud de lo señalado, es pertinente acotar que las metodologías activas representan un cambio paradigmático en la educación científica, al desplazar el énfasis de la transmisión de contenidos hacia la construcción de aprendizajes significativos. El hecho de combinar la participación grupal, la reflexión crítica y las experiencias prácticas permite que los estudiantes desarrollen competencias científicas y habilidades transversales necesarias para enfrentar los retos del siglo XXI. Se evidencia que su incorporación en la enseñanza de la química orgánica constituye una estrategia eficaz para mejorar la calidad educativa y fomentar el interés por la investigación científica.

2.4. El sistema ERCA: Exploración, Reflexión, Conceptualización y Aplicación

El modelo ERCA surge como una propuesta didáctica vinculada al enfoque constructivista, cuyo propósito es favorecer aprendizajes significativos mediante un ciclo de experiencias y reflexiones. Rodríguez et al. (2024) sostienen, que este modelo contribuye a la planificación curricular y mejora la motivación estudiantil al integrar teoría y práctica de manera coherente. De acuerdo con Carrión (2025), ERCA se diferencia de metodologías tradicionales porque promueve la participación activa y la construcción del conocimiento a partir de experiencias previas, lo que lo convierte en una herramienta pertinente para enfrentar los desafíos educativos contemporáneos.

Describiendo las fases, la primera es llamada Exploración, la misma se centra en la activación de conocimientos previos y en la generación de curiosidad hacia el nuevo contenido. En dicha etapa, el docente plantea situaciones o preguntas que permiten conectar lo que el estudiante ya sabe con lo que está por aprender. En este sentido, Carrión (2025) afirma, que la exploración favorece la inclusión y la participación inicial, ya que todos los estudiantes pueden aportar desde sus experiencias sin temor a equivocarse, indica el autor también, que esta fase constituye el punto de partida para que el aprendizaje se construya sobre bases sólidas y contextualizadas.

Posteriormente, la fase de Reflexión implica el cuestionamiento y el análisis crítico de las experiencias exploradas; es justamente en esta etapa, donde los estudiantes interpretan lo vivido, contrastan opiniones y construyen significados colectivos. Rodríguez et al. (2024) destacan que la reflexión permite identificar errores de comprensión y fomentar el pensamiento crítico, mientras que el rol del docente consiste en guiar mediante preguntas abiertas que estimulen el análisis profundo. Esta etapa es esencial para consolidar aprendizajes duraderos y evitar la mera memorización mecánica.

La fase de Conceptualización es la que introduce y organiza los nuevos contenidos, estructurando teorías y conceptos a partir de la reflexión previa. Según el modelo descrito por Rodríguez et al. (2024), esta etapa establece

conexiones entre el conocimiento previo y el nuevo, permitiendo que los estudiantes formulen explicaciones coherentes y fundamentadas. Es oportuno acotar, que la conceptualización no se limita a la transmisión de información, sino que busca que el estudiante internalice y relacione los conceptos con su experiencia, generando un aprendizaje más profundo y significativo.

Por último, la fase de Aplicación se orienta a la transferencia del conocimiento a la práctica y a la resolución de problemas reales. Carrión (2025) enfatiza que esta etapa consolida el aprendizaje mediante proyectos, experimentos o actividades que vinculan la teoría con la vida cotidiana; en comparación con metodologías tradicionales, el sistema ERCA ofrece ventajas sustanciales: incrementa la motivación, fomenta la autonomía, fortalece el pensamiento crítico y mejora la capacidad de resolución de problemas. En consecuencia, se configura como una estrategia pedagógica integral que responde a las demandas actuales de la educación científica y tecnológica.

2.5. Aplicación del sistema ERCA en la enseñanza de la Química Orgánica

La aplicación del sistema ERCA en la enseñanza de la Química Orgánica se configura como una estrategia pedagógica activa que integra la exploración, la reflexión, la conceptualización y la aplicación de contenidos, favoreciendo aprendizajes significativos en un área caracterizada por su complejidad conceptual. Este modelo, tal como ya se ha señalado en párrafos previos, está fundamentado en el enfoque constructivista, lo cual permite que los estudiantes construyan conocimiento a partir de experiencias previas y lo transfieran a situaciones nuevas, lo que resulta especialmente pertinente en disciplinas científicas que demandan razonamiento abstracto y habilidades prácticas (Defaz Taipei, 2021).

La implementación de ERCA en la Química Orgánica se articula en cuatro fases que responden a las necesidades cognitivas de los estudiantes. La fase exploración, activa conocimientos previos mediante actividades diagnósticas y experimentales; la fase reflexión, fomenta el análisis crítico de los fenómenos químicos y la discusión grupal; la fase conceptualización organiza los contenidos

en estructuras coherentes que facilitan la comprensión de mecanismos y nomenclaturas; y, por último, la aplicación, vincula la teoría con la práctica a través de la resolución de problemas y experimentos contextualizados. Como señalan Borja et al. (2025), este ciclo metodológico potencia la autonomía y el pensamiento crítico, aspectos esenciales para abordar contenidos complejos como los de la química orgánica.

Definitivamente, la ventaja del sistema ERCA frente a metodologías tradicionales radica en su capacidad para integrar teoría y práctica en un proceso dinámico y participativo. Investigaciones recientes evidencian que la incorporación de metodologías activas incrementa la motivación y mejora el rendimiento académico en ciencias experimentales, al promover la transferencia del aprendizaje a contextos reales (Rodríguez et al., 2024). De aquí, que aplicar el sistema ERCA en la enseñanza de la Química Orgánica no solo fortalece la comprensión conceptual, sino que también contribuye al desarrollo de competencias científicas y al interés por la investigación en el ámbito químico.

3. METODOLOGÍA

La presente investigación adoptó un enfoque mixto, integrando técnicas cuantitativas y cualitativas para obtener una visión integral del fenómeno educativo. El enfoque mixto permitió triangular datos y enriquecer la interpretación de los resultados, combinando la objetividad de los indicadores numéricos con la profundidad del análisis cualitativo (Bagur et al., 2021). De este modo, se buscó comprender no solo el impacto del sistema ERCA en el rendimiento académico, sino también en la autonomía y participación estudiantil. Además, este enfoque permitió contrastar la información desde diferentes perspectivas metodológicas y a la vez se logró una mayor validez y confiabilidad en los hallazgos obtenidos.

Por otra parte, la investigación fue aplicada con alcance correlacional, orientada a establecer relaciones entre la implementación del sistema ERCA y las variables de rendimiento, autonomía y participación. Hernández et al. (2018) señalan que la investigación aplicada busca resolver problemas prácticos en contextos

específicos, mientras que el alcance correlacional permite identificar asociaciones entre variables sin establecer causalidad directa; por lo tanto, se buscó analizar cómo la estrategia pedagógica incidió en el desempeño de los estudiantes de tercero de bachillerato de la Unidad Educativa Olmedo.

Se empleó un diseño cuasiexperimental, en el cual se trabajó con dos grupos: uno experimental y uno control. El grupo experimental recibió la enseñanza basada en el sistema ERCA, complementada con estrategias activas como el aula invertida, mientras que el grupo control continuó con la metodología tradicional. Según Cook y Campbell (2015), los diseños cuasiexperimentales son adecuados en contextos educativos donde no es posible asignar aleatoriamente a los participantes, pero se requiere evaluar el efecto de una intervención pedagógica en condiciones reales. A continuación, se presenta la representación esquemática de dicho diseño:

Tabla 1. *Diseño cuasiexperimental de la investigación*

Grupos	Pre prueba	Estímulo / Intervención	Pos-prueba
Grupo Experimental (GE)	O_1	X / Sistema ERCA	O_2
Grupo Control (GC)	O_3	(método tradicional)	O_4

Nota: O_1 y O_3 representan la evaluación inicial; O_2 y O_4 representan la evaluación final; X representa la aplicación de la estrategia pedagógica.

En cuanto a la población y muestra, está conformada por 80 estudiantes de tercero de bachillerato; la selección se realizó mediante un muestreo probabilístico estratificado, considerando variables como género, edad y trayectoria académica, con el fin de garantizar representatividad y equilibrio en los grupos. Este tipo de muestreo permite controlar la heterogeneidad de la población y mejorar la precisión de los resultados (Otzen & Manterola, 2023).

En este orden de ideas, se consideraron tres variables de estratificación:

- Género: masculino y femenino.
- Edad: entre 15 y 17 años.
- Trayectoria académica: rendimiento previo (alto, medio, bajo).

Este tipo de muestreo permitió que cada subgrupo tuviera representación proporcional en la muestra, evitando sesgos y asegurando que los resultados reflejen la diversidad de la población estudiantil. Bajo esta estructura, la investigación se rigió por un diseño mixto de tipo concurrente (triangulación), en el cual los datos cuantitativos y cualitativos fueron recolectados y analizados de forma simultánea para dar mayor validez a los hallazgos mediante el contraste de fuentes.

De igual modo, la recolección de datos se llevó a cabo mediante encuestas estructuradas, rúbricas de desempeño y análisis de registros académicos (técnicas cuantitativas). Las encuestas permitieron obtener información sobre percepciones de autonomía y participación; las rúbricas evaluaron el desempeño en actividades prácticas; y los registros académicos proporcionaron datos objetivos sobre el rendimiento.

En lo que respecta al componente cualitativo, se utilizó el diario de campo como instrumento de registro. El procedimiento de análisis se realizó mediante una codificación abierta y axial, organizando las anotaciones narrativas en categorías temáticas relacionadas con la actitud científica y el aprendizaje colaborativo. Asimismo, se cumplieron con los aspectos éticos de la investigación, garantizando el anonimato de los participantes y contando con el consentimiento informado de los representantes legales, asegurando que la información fuera utilizada estrictamente con fines académicos.

Para el análisis de datos se aplicaron técnicas estadísticas inferenciales, tales como correlaciones y pruebas de comparación de medias (*t* de Student), con el propósito de identificar variaciones significativas entre los grupos y relaciones entre las variables estudiadas. Para la interpretación de la fuerza de los coeficientes de correlación (*r*), se tomaron como referencia los criterios de Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), quienes definen los rangos de asociación entre las variables.

En cuanto al análisis de los datos cualitativos, se empleó la técnica de análisis de contenido mediante un proceso de codificación abierta y axial de los diarios de campo. Este procedimiento consistió en la fragmentación de los registros

narrativos para identificar unidades de significado, las cuales fueron agrupadas en categorías emergentes relacionadas con la autonomía, la participación y la construcción de conceptos orgánicos. Consecuentemente, se realizó una triangulación de datos para integrar los hallazgos cuantitativos y cualitativos, garantizando una interpretación holística de los resultados.

Finalmente, la investigación se adhirió a principios éticos fundamentales, garantizando el anonimato de los participantes mediante la codificación de sus identidades y el manejo confidencial de la información recolectada. Se obtuvo el consentimiento informado escrito de los representantes legales y el asentimiento de los estudiantes de la Unidad Educativa Olmedo, asegurando que la participación fuera totalmente voluntaria y que los resultados se utilizaran estrictamente con fines académicos y científicos, sin afectar la integridad ni la evaluación sumativa de los alumnos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de presentar los hallazgos de la intervención, se detallan las características sociodemográficas y académicas de la muestra:

- a. La muestra quedó equilibrada en género, con una ligera mayoría masculina (52.5%) frente al grupo femenino (47.5%), tal como se observa en la Tabla 2.
- b. La edad predominante fue de 16 años (46.2%), lo cual correspondió al nivel esperado para el tercer año de bachillerato (Tabla 3).
- c. En cuanto a la trayectoria académica, la mayoría de los estudiantes se ubicó en el nivel medio (50%), lo que permitió observar cómo el sistema ERCA impactó en un grupo con rendimiento promedio, además de los extremos alto y bajo (Tabla 4).

Tabla 2: Muestra distribuida por género

Género	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	38	47.5%
Masculino	42	52.5%
Total	80	100%

Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 3: Muestra distribuida por edad

Edad	Frecuencia	Porcentaje
15	25	31.3%
16	37	46.2%
17	18	22.5%
Total	80	100%

Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 4: Muestra distribuida por trayectoria académica

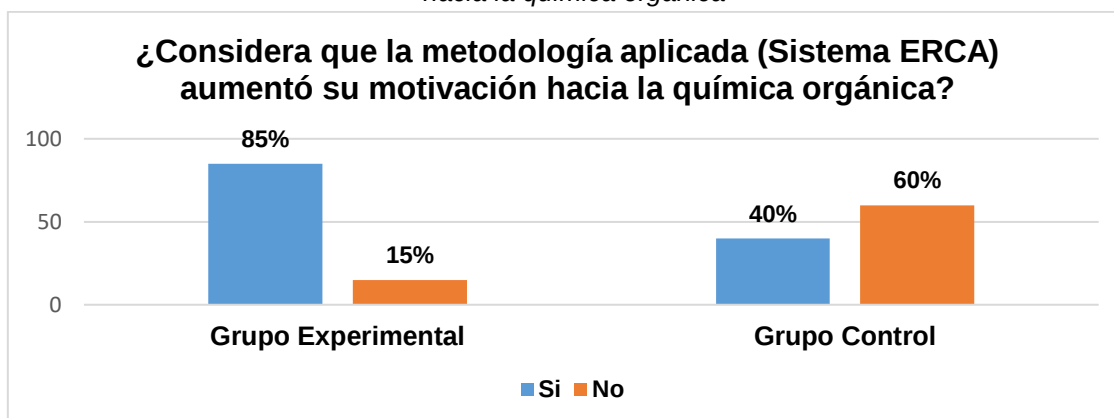
Rendimiento previo	Frecuencia	Porcentaje
Alto	20	25%
Medio	40	50%
Bajo	20	25%
Total	80	100%

Fuente: Elaboración propia (2025)

En relación a las encuestas, se aplicaron cuestionarios con preguntas cerradas a los estudiantes de ambos grupos, los mismos se realizaron al inicio y al final del proceso de intervención, con el objetivo de medir percepciones sobre motivación, autonomía y participación. A continuación, los resultados más relevantes:

Motivación hacia la química orgánica (Gráfico 1)

Gráfico 1. Percepción de que la metodología aplicada (Sistema ERCA) aumentó la motivación hacia la química orgánica

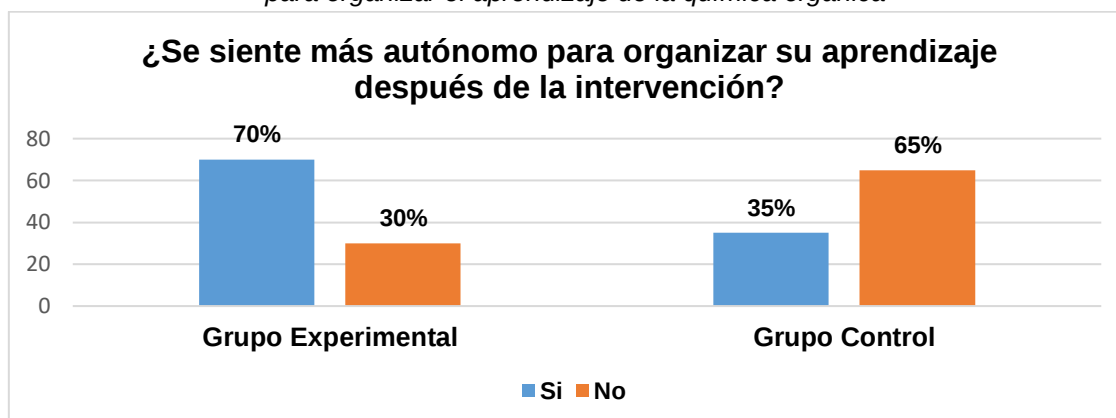


Fuente: Elaboración propia (2025). Información extraída del cuestionario aplicado a los estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Olmedo.

El Gráfico 1 muestra que el 85% de los estudiantes del grupo experimental perciben que la metodología aplicada aumentó su motivación hacia la química orgánica. El 15% del mismo grupo piensa que no. Respecto al grupo de control, un 40% afirma que su motivación aumentó luego de seguir con la metodología tradicional, a diferencia del 60% que no mostró aumento de su motivación.

Autonomía para organizar el aprendizaje de la química orgánica (Gráfico 2)

Gráfico 2. Percepción de que la metodología aplicada (Sistema ERCA) aumentó la autonomía para organizar el aprendizaje de la química orgánica

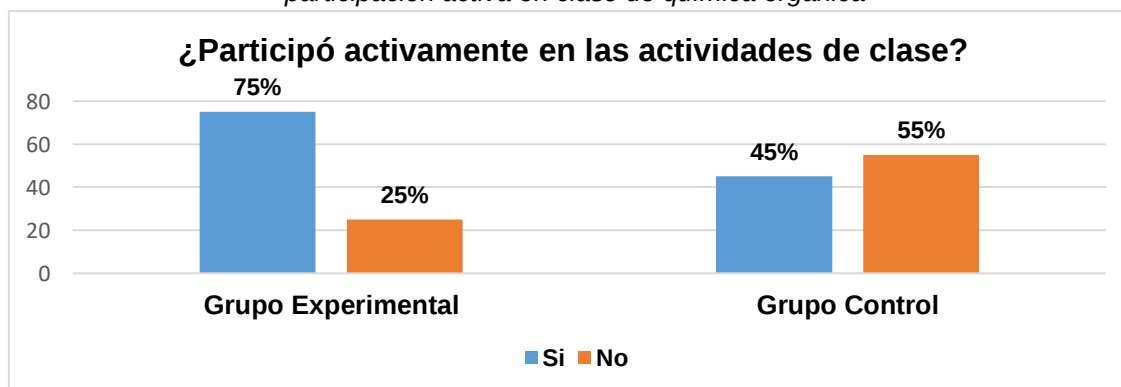


Fuente: Elaboración propia (2025). Información extraída del cuestionario aplicado a los estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Olmedo.

El Gráfico 2 muestra que el 70% de los estudiantes del grupo experimental perciben que la metodología aplicada le dio más autonomía para organizar el aprendizaje de la química orgánica. El 30% del mismo grupo no lo percibe de esa manera. Respecto al grupo de control, un 35% afirma sentir más autonomía para organizar el aprendizaje de la química orgánica luego de seguir con el método tradicional, el 65% no mostró esa autonomía.

Participación activa en clase de química orgánica (Gráfico 3)

Gráfico 3. Percepción de que la metodología aplicada (Sistema ERCA) aumentó la participación activa en clase de química orgánica



Fuente: Elaboración propia (2025). Información extraída del cuestionario aplicado a los estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Olmedo.

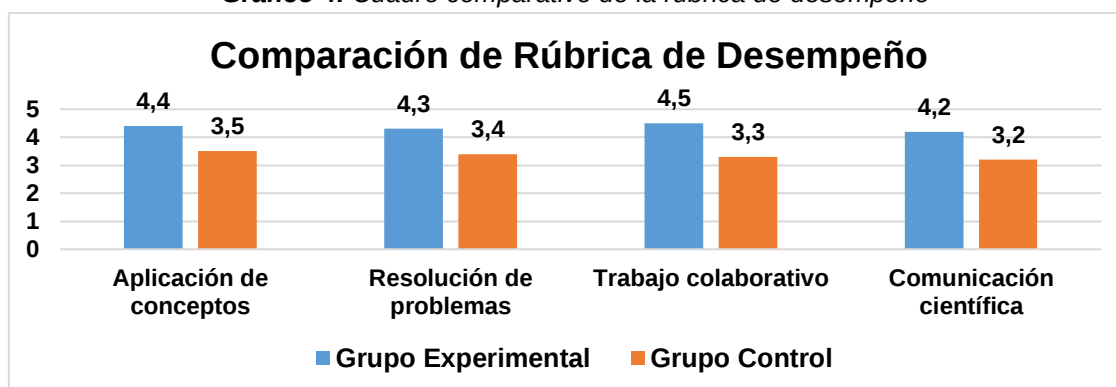
El Gráfico 3 muestra que el 75% de los estudiantes del grupo experimental perciben que la metodología aplicada les permitió participar activamente en la clase de química orgánica. El 25% del mismo grupo no lo considera de esa manera. Respecto al grupo de control, un 45% afirma que participó activamente

en la clase de química orgánica con la metodología tradicional y el 55% no percibe tal participación.

Los resultados evidenciados en los gráficos 1, 2 y 3, permitieron identificar cambios en la actitud hacia la asignatura y el impacto del sistema ERCA en el grupo experimental. En todas las preguntas, el grupo experimental muestra porcentajes significativamente más altos en respuestas positivas (sí), lo que evidencia el impacto favorable del sistema ERCA; por su parte, el grupo control mantiene porcentajes bajos en motivación, autonomía y participación, confirmando que la metodología tradicional no logra estimular estas dimensiones de manera efectiva.

Respecto a las rúbricas de desempeño, son instrumentos diseñados para evaluar competencias prácticas en actividades de laboratorio y resolución de problemas en relación a cuatro aspectos: a) Aplicación de conceptos. b) se aplicaron en tres momentos clave: exploración, conceptualización y aplicación de contenidos. En el Gráfico 4 se muestran los resultados:

Gráfico 4. Cuadro comparativo de la rúbrica de desempeño



Fuente: Elaboración propia (2025). Información extraída de las rúbricas de desempeño de los estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Olmedo.

Los resultados que expone el Gráfico 4, evidencian que el grupo experimental obtuvo promedios superiores en todos los criterios (entre 4.2 y 4.5), lo que refleja un desempeño más sólido en la aplicación de conceptos, resolución de problemas, trabajo colaborativo y comunicación científica; el grupo control se mantuvo en rangos medios (3.2 a 3.5), con mayor concentración en niveles regulares y deficientes (según la escala de Lickert que se manejó). Es importante destacar, que la diferencia más marcada se observó en trabajo colaborativo, donde el grupo ERCA alcanzó 4.5 frente a 3.3 del grupo control, de aquí que

estos resultados confirman que el sistema ERCA potencia tanto las competencias cognitivas como las habilidades sociales y comunicativas.

Ahora bien, respecto a la correlación de variables, los resultados se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5: Correlación de las variables

Variables Correlacionadas	Grupo experimental	Grupo control	Interpretación según Hernández - Sampierí y Mendoza (2018)
Rendimiento académico y Autonomía	$r=0.72$ (correlación fuerte positiva)	$r=0.41$ (correlación moderada)	En el grupo experimental, a mayor autonomía se observó un incremento significativo en el rendimiento académico.
Rendimiento académico y Participación	$r=0.68$ (correlación fuerte positiva)	$r=0.36$ (correlación débil-moderada)	La participación activa en actividades ERCA se asoció directamente con mejores calificaciones.
Autonomía y Participación	$r=0.75$ (correlación fuerte positiva)	$r=0.39$ (correlación moderada)	Los estudiantes del grupo experimental que participaron más activamente también reportaron mayor autonomía en su aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia (2025)

La Tabla 5 muestra una correlación fuerte y positiva entre las tres variables. Esto significa que la aplicación del sistema ERCA no solo mejoró el rendimiento académico, sino que lo hizo en estrecha relación con la autonomía y la participación. Los estudiantes que asumieron un rol más activo en clase lograron mejores resultados en las evaluaciones. En relación al grupo control, las correlaciones fueron más débiles, lo que indica que la metodología tradicional no logró vincular de manera significativa la participación y la autonomía con el rendimiento académico, aunque hubo mejoras, estas fueron marginales y menos consistentes.

Estos resultados conducen a señalar, que el sistema ERCA potencia la interdependencia de variables educativas clave: cuando los estudiantes participan más y desarrollan autonomía, su rendimiento académico mejora de manera notable. Esto confirma que la estrategia activa es más eficaz que la enseñanza tradicional para fortalecer competencias en química orgánica.

Vistos los resultados de las técnicas cuantitativas, se presentan los obtenidos de la observación participante, respecto a la misma el docente investigador tomó

notas estructuradas en cada fase del sistema ERCA (Exploración, Reflexión, Conceptualización y Aplicación), se analizaron las intervenciones espontáneas de los estudiantes, la calidad de las preguntas formuladas y la disposición al trabajo colaborativo. De igual manera, se codificaron las observaciones en categorías: motivación, autonomía, participación y rendimiento percibido. La Tabla 6 presenta los resultados recabados:

Tabla 6: Registro de las observaciones sistemáticas

Categoría	Observación
Motivación	Los estudiantes del grupo experimental mostraron mayor entusiasmo en las actividades prácticas, expresando frases como “ahora entiendo mejor” o “me gusta trabajar en equipo”.
Autonomía	Se evidenció que los estudiantes del grupo experimental asumieron la responsabilidad de organizar sus tiempos de estudio y buscar información adicional, mientras que en el grupo control predominó la dependencia del docente.
Participación	El grupo experimental tuvo intervenciones más frecuentes y profundas en debates, con un promedio de 3 a 4 aportes por estudiante en cada sesión, frente a 1 o 2 en el grupo control.
Rendimiento percibido	Los estudiantes del grupo experimental manifestaron sentirse más seguros al resolver problemas de química orgánica, destacando que la metodología les permitió “aplicar lo aprendido en situaciones nuevas”.

Fuente: Elaboración propia (2025). Información extraída del registro de observaciones sistemáticas durante las sesiones de clase a los estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Olmedo

La Tabla 6 expone que la técnica cualitativa permitió captar dimensiones subjetivas que los instrumentos cuantitativos no reflejan plenamente. Se confirmó que el sistema ERCA no solo mejora indicadores numéricos de rendimiento, sino que también transforma la dinámica de aula, generando mayor autonomía, motivación y participación. El análisis cualitativo se complementó mediante categorización de respuestas abiertas y triangulación de resultados, este procedimiento permitió establecer conclusiones sólidas sobre la efectividad del sistema ERCA como estrategia para mejorar el aprendizaje de la química orgánica en estudiantes de bachillerato.

Discusión

Expuestos los resultados obtenidos en las encuestas, se tiene la investigación de Rodríguez et al. (2024), donde se analizó el impacto del modelo ERCA en instituciones educativas de Ecuador; los autores reportaron que la implementación de esta metodología favoreció la motivación de los estudiantes

y la estructuración de objetivos curriculares, destacando que los participantes mostraron mayor disposición hacia el aprendizaje activo y colaborativo. Estos hallazgos coinciden con los resultados de esta investigación, donde el 85% del grupo experimental manifestó un aumento en la motivación, frente al 40% del grupo control, lo que pone en evidencia la superioridad del enfoque ERCA sobre las prácticas tradicionales.

Esta comparación revela que, en ambas investigaciones la autonomía se fortaleció significativamente en los estudiantes que trabajaron bajo el sistema ERCA; pues mientras en esta investigación se obtuvo que el 70% del grupo experimental percibió mayor autonomía, el estudio de Rodríguez et al. (2024) señala que la metodología promueve la capacidad de autogestión y reflexión crítica, aspectos esenciales para el aprendizaje de contenidos complejos como la química orgánica. En contraste, los grupos control en ambos casos reflejaron porcentajes bajos, confirmando que las metodologías tradicionales limitan la independencia cognitiva de los estudiantes.

Ahora bien, respecto a la participación activa, esta investigación reporta un 75% de respuestas positivas en el grupo experimental, frente al 45% en el grupo control. De manera similar, Rodríguez et al. (2024) concluyen que el sistema ERCA potencia la interacción y el trabajo colaborativo, generando un ambiente de aprendizaje más dinámico y participativo. Este aspecto coincidente refuerza la validez de los resultados y demuestra que el modelo ERCA no solo mejora indicadores cuantitativos, sino que también transforma la dinámica de aula, promoviendo aprendizajes significativos y contextualizados.

En relación a los resultados evidenciados en las rúbricas de desempeño, los mismos muestran que el grupo experimental obtuvo promedios entre 4.2 y 4.5 en todos los criterios de la rúbrica, destacando especialmente en trabajo colaborativo (4.5 frente a 3.3 del grupo control). De manera similar, la investigación llevada a cabo por Arias Miraval (2018) comprobó que la aplicación del sistema ERCA generó un incremento significativo en el rendimiento académico y en la participación activa de los estudiantes, quienes lograron mejores resultados en la resolución de problemas y en la interacción grupal. El citado autor destaca que, la metodología ERCA favorece la motivación y la

cooperación entre pares, lo que se traduce en un aprendizaje más sólido. Esta coincidencia confirma que el modelo no solo potencia las competencias cognitivas, sino también las habilidades sociales y comunicativas.

También se debe acotar, que la comparación entre ambos estudios revela que la metodología tradicional mantiene a los estudiantes en rangos medios o bajos de desempeño, con predominio en niveles regulares y deficientes. En el presente estudio, los promedios del grupo control oscilaron entre 3.2 y 3.5, mientras que en el realizado por Arias Miraval (2018) se reportaron resultados similares, con estudiantes que mostraron menor autonomía y escasa participación en actividades colaborativas. En ambos casos, la diferencia más marcada se observa en el trabajo en equipo, lo que evidencia que el sistema ERCA fortalece la dimensión social del aprendizaje, aspecto clave en la enseñanza de disciplinas científicas como la química orgánica.

Dadas las consideraciones anteriores, se puede afirmar que la coincidencia entre los hallazgos permite concluir que el sistema ERCA constituye una estrategia pedagógica eficaz para mejorar el rendimiento académico y las competencias transversales. Ambas investigaciones demostraron que la metodología activa promueve aprendizajes significativos, incrementa la motivación y fomenta la participación colaborativa, superando las limitaciones de los métodos tradicionales. Esta convergencia de resultados refuerza la validez del modelo ERCA como recurso didáctico aplicable en distintos contextos educativos y disciplinas científicas.

No obstante, los resultados favorables, la presente investigación experimentó ciertas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, el tamaño de la muestra y su delimitación a una sola institución educativa restringen la generalización de los hallazgos a contextos nacionales más amplios. Asimismo, el factor tiempo representó una limitante, ya que el seguimiento del impacto del sistema ERCA se realizó de forma transversal durante un periodo académico específico, lo que no permitió evaluar la retención de los conocimientos en Química Orgánica a largo plazo.

A partir de estas consideraciones, se proponen como futuras líneas de investigación la ejecución de estudios longitudinales que analicen la sostenibilidad del aprendizaje mediante el modelo ERCA en niveles superiores.

De igual modo, se sugiere la implementación de esta estrategia en otras áreas de las ciencias experimentales para validar su versatilidad, así como la incorporación de herramientas tecnológicas digitales que complementen las fases de conceptualización y aplicación dentro del ciclo de aprendizaje.

5. CONCLUSIONES

El sistema ERCA demostró ser una estrategia pedagógica eficaz para superar las limitaciones de las metodologías tradicionales en la enseñanza de la química orgánica. La implementación de sus fases Exploración, Reflexión, Conceptualización y Aplicación, permitió activar conocimientos previos, fomentar el análisis crítico, estructurar conceptos complejos y transferirlos a la práctica, generando aprendizajes más significativos y contextualizados. En pocas palabras, se consolidó un proceso formativo integral que favorece tanto el desarrollo cognitivo como la adquisición de competencias científicas aplicables en diversos contextos académicos y profesionales.

Los resultados evidenciaron un impacto positivo en el rendimiento académico y en el desarrollo de competencias transversales. El grupo experimental alcanzó promedios superiores en la aplicación de conceptos, resolución de problemas, trabajo colaborativo y comunicación científica, confirmando que el sistema ERCA potencia tanto las habilidades cognitivas como las sociales y comunicativas, mientras que el grupo control se mantuvo en rangos medios y bajos. Este hallazgo reafirma la pertinencia de metodologías activas para promover aprendizajes significativos y sostenibles en áreas de alta complejidad conceptual; además, demuestra que la integración de estrategias como ERCA contribuye a la formación integral de los estudiantes, fortaleciendo su autonomía y capacidad crítica frente a los desafíos académicos.

La metodología ERCA influyó directamente en la motivación, autonomía y participación estudiantil. Los estudiantes del grupo experimental manifestaron mayor interés por la asignatura, asumieron con independencia la organización de su aprendizaje y participaron activamente en las actividades de clase, lo cual corrobora que el sistema ERCA constituye una alternativa pedagógica integral.

que fortalece la formación científica y promueve el interés por las ciencias experimentales.

REFERENCIAS

- Arceo, R., Martínez, J., López, E., & Godínez, G. (2023). Aprendizaje basado en proyectos con TIC: impacto en el desarrollo de competencias en estudiantes universitarios. *Revista RELEP. Educación y Pedagogía en Latinoamérica*, 5(2). <http://portal.amelica.org/ameli/journal/643/6434183004/>
- Arias, L. (2018). *Efecto de la metodología ERCA en el desarrollo del área Ciencia, Tecnología y Ambiente del cuarto año de secundaria I.E. "Julio Armando Ruiz Vásquez"* [Trabajo de grado, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35208/miraval_tl.pdf?sequence=1
- Ávila Salazar, J. (2023). Apatía y desinterés en el aprendizaje de química orgánica en la ESIQIE/IPN. *Revista Electrónica del Instituto Politécnico Nacional*, 32(1), 1-15. https://www.revistaelectronica-ipn.org/ResourcesFiles/Contenido/32/HUMANIDADES_32_001294.pdf
- Bagur, S., Rosselló, M., Paz, B., & Verger, S. (2021). El enfoque integrador de la metodología mixta en la investigación educativa. *RELIEVE - Revista Electrónica De Investigación Y Evaluación Educativa*, 27(1). <https://doi.org/10.30827/relieve.v27i1.21053>
- Bell, R., Lema, A., & Martin, Y. (2024). Integración de la docencia y el aprendizaje activo en la educación superior. Metodologías, componentes y actores. *Prohominum*, 6(1), 97-105. <https://doi.org/10.47606/ACVEN/PH0230>
- Borja, N., Cevallos, H., & Quimbata, D. (2025). Metodología ERCA y su aporte al desarrollo de habilidades comunicativas orales y escritas en educación general básica. *Revista Social Fronteriza*, 5(2), 683. [https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5\(2\)683](https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(2)683)
- Carrión, M. (3 de junio de 2025). *¿Qué es la metodología ERCA y cómo mejora el proceso educativo?* CDIEuroamericano. <https://cdieuroamericano.ec/metodologia-erca/>
- Chonillo, L., Heredia, D., Chayña, J., Ramos, Z., & Sánchez, J. (2024). Dificultades en el aprendizaje de química en el bachillerato, desde la opinión del alumnado y algunas alternativas para superarlas. *Revista Innova Educación*, 6(1), 71-88. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2024.01.005>

- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Cook, T., & Campbell, D. (2015). *Quasi-experimentation: Design & analysis issues for field settings*. Houghton Mifflin.
- Coronel, A., Gamarra, H., Huarez, P., Faustino, M., & Collazos, E. (2023). El uso del aprendizaje basado en problemas (ABP) en la educación superior. *Revista EDUCA UMCH*, (21), 29-44. <https://revistas.umch.edu.pe/index.php/EducaUMCH/article/view/253>
- Costa, I., Oliveira, S., Elgrably, I., Guerra, A., Soares, E., & Costa, I. (2023). Using active methodologies for teaching and learning of exploratory test design and execution. *Education Sciences*, 13(2), 115. <https://doi.org/10.3390/educsci13020115>
- Crimmins, M., & Midkiff, O. (2017). Pedagogía de aprendizaje activo de alta estructura para la enseñanza de la química orgánica: evaluación del impacto en los resultados académicos. *Journal of Chemical Education*, 94(4), 429-438. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00663>
- Defaz Taipei, J. (2020). Metodologías activas en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Revista Científico-Educacional de la Provincia Granma*, 16(2), 463-482. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7414344.pdf>
- García, M., García, R., Montaña, E., Armijo, A., & Loor, J. (2025). Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de la química en la educación secundaria: propuesta desde la didáctica actual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(3), 4039-4065. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.18035
- Gortaire, D., Beltrán, M., Mora, E., Reasco, B., & Rodríguez, M. (2022). Constructivismo y conectivismo como métodos de enseñanza y aprendizaje en la educación universitaria actual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 14046-14058. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.4672
- Gudiño, E., Dettorre, L., Sabaini, M., & Valino, A. (2023). Identificación de las problemáticas del aprendizaje y desarrollo de propuestas didácticas innovadoras en cursos universitarios de química orgánica. *Contribuciones a la Ciencia y la Tecnología*, 1-20. <https://contribucionesencyt.unaj.edu.ar/wp-content/uploads/sites/55/2023/10/Gudino-IDENTIFICACION-DE-LAS-PROBLEMATICAS-DEL-APRENDIZAJE-Y-DESARROLLO.pdf>

- Günter, T., & Alpat, S. (2016). The effects of problem-based learning (PBL) on the academic achievement of students studying "Electrochemistry". *Chemistry Education Research and Practice*, 18. <https://doi.org/10.1039/C6RP00176A>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Juárez, M., Rasskin, I., & Mendo, S. (2019). El aprendizaje cooperativo, una metodología activa para la educación del siglo XXI: una revisión bibliográfica. *Prisma Social*, (26), 200-210. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7016662>
- Medina, S. (2021). El aprendizaje cooperativo y sus implicancias en el proceso educativo del siglo XXI. *Innova Research Journal*, 6(2), 62-76. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=737880768004>
- Merchán, S., & Cevallos, H. (2023). Aplicación Ardora como estrategia didáctica en la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de biología. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 11(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2308-01322023000300007
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Quijano, A. A., & Navarrete, Y. (2021). La enseñanza de la química: necesidad de un fortalecimiento y comprensión de los estudiantes del bachillerato. *Revista Oratores*, (15). <http://portal.amelica.org/ameli/journal/328/3283041001/>
- Rodríguez, A., Ayala, R., Anchundia, Y., Días, M., & Arias, J. (2024). Análisis del modelo ERCA y su aporte en las planificaciones curriculares. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(4), 278-290. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n4/147>
- Ronquillo, G., De Mora, E., Bohórquez, A., & Padilla, J. (2023). Modelo constructivista y su aplicación en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. *Journal of Science and Research*, 256-273. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9235339.pdf>
- Ruiz Cerrillo, S. (2020). Realidad aumentada y aprendizaje en la química orgánica. *Apertura*, 12(1), 106-117. <https://doi.org/10.32870/Ap.v12n1.1853>