

<https://doi.org/10.47460/minerva.v5i13.157>

Optimización y evaluación de prácticas experimentales en química inorgánica: avances y perspectivas

Gisella María Zambrano Rivas
<https://orcid.org/0009-0006-0964-1332>
gzambrano0804@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Mario Adelfo Batista Zaldívar
<https://orcid.org/0000-0002-1623-0332>
mario.batista@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Recibido (03/12/2023), Aceptado (25/03/2024)

Resumen: La enseñanza y aprendizaje de química presenta desafíos permanentes en la educación en bachillerato, especialmente al abordar las habilidades prácticas y experimentales de las teorías químicas. Este estudio se centró en aplicar cinco actividades experimentales en el área de gases de la materia química inorgánica. Para ellos, se empleó un diseño cuasiexperimental con un grupo de control y un grupo experimental, cada uno con 37 estudiantes. El análisis de resultados se realizó con estadística descriptiva e inferencial. Los principales resultados confirmaron que el uso de actividades experimentales ayuda significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes y en su aprendizaje en general.

Palabras clave: actividades experimentales, química inorgánica, investigación acción.

Optimization and evaluation of experimental practices in inorganic chemistry:
advances and perspectives

Abstract.- The teaching and learning of Chemistry present ongoing challenges in high school education, especially when addressing the practical and experimental skills of chemical theories. This study focused on applying five experimental activities in gases of inorganic chemical matter. For them, a quasi-experimental design was employed with control and experimental groups, each with 37 students. The analysis of results was performed with descriptive and inferential statistics. The main results confirmed that using experiential activities significantly helps students' academic performance and their learning in general.

Keywords: experimental activities, inorganic chemistry, action research.



I. INTRODUCCIÓN

La educación a nivel mundial está experimentando una evolución constante, transformándose y enfrentando cambios paradigmáticos significativos, lo que hace imperativo el establecimiento de nuevas estrategias de aprendizaje. Según el Proyecto Regional de Educación para América Latina y el Caribe (PRELAC), se ha comprometido a transitar de un enfoque centrado en la estructura, los aportes, la entrega de contenido, la homogeneidad y la escolarización hacia un enfoque que se centra en las personas [1]. Por otra parte, la pedagogía de hoy pone las competencias de los estudiantes y las actividades del aula en primer plano en términos de métodos, técnicas y estrategias de aprendizaje, y son particularmente prominente en los planes de estudios escolares [2]. Esto explicaría la creciente expectativa e interés por comprender, analizar e interpretar las actividades experimentales en la enseñanza y aprendizaje de la química para lograr un cambio trascendental en la educación.

En la educación de bachillerato, el inicio de la trayectoria en el aprendizaje de la química se presenta como un desafío considerable [3]. La complejidad radica no solo en la acumulación de información abstracta y sofisticada, sino también en la incorporación del lenguaje especializado y la simbología inherentes a esta disciplina científica. Este doble componente, conceptual y lingüístico, puede generar una barrera inicial que dificulta la asimilación y comprensión de la filosofía subyacente en la química. La necesidad de navegar a través de conceptos abstractos y la interpretación de símbolos específicos contribuyen a la percepción de dificultad entre los estudiantes, requiriendo estrategias pedagógicas efectivas que faciliten la transición hacia una comprensión más profunda y significativa de la materia. Es esencial abordar este desafío desde una perspectiva didáctica que fomente la conexión entre teoría y práctica, promoviendo así un aprendizaje más integral y accesible para los estudiantes en esta etapa educativa [4], [5].

La química se entrelaza con otras disciplinas científicas, y la educación de química en bachillerato busca establecer estas conexiones. Se exploran áreas como la física, la biología y la matemática para comprender la química en un contexto más amplio. Además, la educación de química en bachillerato sirve como base para aquellos estudiantes que planean seguir carreras científicas o técnicas en la educación superior. Proporciona la preparación necesaria para cursos más avanzados en química, ingeniería química, bioquímica y disciplinas relacionadas. Además de los conocimientos específicos de química, se fomenta la alfabetización científica en los estudiantes de bachillerato. Esto implica la capacidad de comprender y evaluar información científica, aplicar el pensamiento crítico y tomar decisiones informadas en el mundo contemporáneo.

A lo largo de los años, se ha observado que las prácticas experimentales permiten a los estudiantes aplicar los principios teóricos aprendidos en clase a situaciones del mundo real. Esto ayuda a cerrar la brecha entre la teoría y la aplicación, proporcionando un contexto práctico para los conceptos abstractos, haciendo que los estudiantes adquieran habilidades prácticas esenciales al participar en experimentos. Esto incluye técnicas de laboratorio, manipulación de equipos, medición precisa y observación detallada. Estas habilidades son valiosas tanto en entornos académicos como en futuras carreras científicas o técnicas. En este sentido, los experimentos desafían a los estudiantes a analizar y evaluar resultados. Fomentan el pensamiento crítico al plantear preguntas sobre las observaciones, las variables involucradas y la interpretación de los datos. Este proceso ayuda a desarrollar la capacidad de los estudiantes para resolver problemas y tomar decisiones informadas. Por tanto, las prácticas experimentales pueden aumentar el interés y la motivación de los estudiantes en la asignatura de química. La participación en experimentos puede hacer que los conceptos abstractos sean más tangibles y emocionantes, lo que contribuye a un aprendizaje más comprometido y duradero. Los experimentos proporcionan contextos concretos para conceptos abstractos.

Algunos autores afirman que los experimentos permiten a los estudiantes validar teorías y leyes químicas a través de la observación directa. Esta validación refuerza la confianza en el conocimiento teórico y promueve una comprensión más completa de los principios fundamentales de la química. Muchos experimentos se llevan a cabo en entornos de laboratorio donde se fomenta el trabajo en equipo. La colaboración en la planificación, ejecución y análisis de experimentos no solo mejora las habilidades sociales, sino que también refleja la dinámica colaborativa en la investigación científica real. La participación en prácticas experimentales sienta las bases para la futura participación en investigaciones científicas. Los estudiantes aprenden a diseñar experimentos, recopilar y analizar datos, y sacar conclusiones basadas en evidencia, habilidades cruciales en la investigación científica [6], [7].

En este trabajo se ha desarrollado un conjunto de actividades prácticas para fortalecer el aprendizaje en el estudio de la química inorgánica, de tal manera que se han dispuesto actividades de experimentación para evaluar el desempeño estudiantil y al mismo tiempo analizar si estos experimentos fortalecen el rendimiento académico.

II. DESARROLLO

El uso de laboratorios en la educación de bachillerato es esencial para proporcionar a los estudiantes una experiencia educativa completa y enriquecedora, especialmente en asignaturas como la química. Estas prácticas permiten la aplicación práctica de los conceptos teóricos adquiridos en el aula, estableciendo un puente vital entre la teoría y la práctica. En este sentido, participar en actividades de laboratorio también contribuye al desarrollo de habilidades prácticas fundamentales. Los estudiantes tienen la oportunidad de perfeccionar técnicas de manipulación de equipos, realizar mediciones precisas, observar detalladamente y analizar resultados experimentales. Estas habilidades no solo son valiosas en contextos académicos, sino que también son transferibles a diversas áreas de la vida. Además, los laboratorios estimulan el pensamiento crítico al desafiar a los estudiantes a diseñar experimentos, analizar datos y formular conclusiones basadas en evidencia empírica. La experiencia práctica y la resolución de problemas en este entorno contribuyen a la formación de mentes analíticas y reflexivas.

La generación de interés y motivación es otro beneficio destacado. Las actividades de laboratorio suelen ser más atractivas y emocionantes para los estudiantes, lo que puede aumentar su motivación intrínseca y, en consecuencia, mejorar la participación y el compromiso con la asignatura. El aprendizaje colaborativo se fomenta a través de las actividades de laboratorio, ya que muchos experimentos requieren trabajo en equipo. Esta colaboración no solo mejora las habilidades sociales, sino que también refleja la dinámica colaborativa inherente a la investigación científica real. Además, los laboratorios contextualizan conceptos abstractos al permitir a los estudiantes experimentar directamente con los principios teóricos. Por ejemplo, la estequiometría se vuelve más comprensible cuando los estudiantes realizan experimentos de reacciones químicas y manipulan cantidades medibles de sustancias.

Esta experiencia en laboratorios también prepara a los estudiantes para la educación superior y futuras carreras científicas. Les familiariza con la metodología de investigación y les proporciona una ventaja práctica que es invaluable en entornos académicos y profesionales. Por tanto, los laboratorios ofrecen un entorno propicio para enseñar y reforzar prácticas seguras en el trabajo científico, así como para discutir cuestiones éticas relacionadas con la investigación y el uso responsable de la tecnología. En conjunto, el uso de laboratorios en la educación de bachillerato contribuye significativamente a la formación integral y preparación de los estudiantes en el campo de la química y disciplinas afines.

A. Enseñanza de química

La enseñanza de química en el bachillerato desempeña un papel fundamental en la formación científica de los estudiantes, abordando conceptos esenciales que sientan las bases para comprender la naturaleza y el comportamiento de la materia. Un componente clave de esta enseñanza es la aplicación práctica de los conocimientos teóricos, que se logra a través de la realización de experimentos en laboratorios. Estas prácticas no solo permiten una mejor comprensión de conceptos abstractos, sino que también desarrollan habilidades experimentales y de observación. En este nivel, se busca establecer una conexión significativa entre la química y la vida cotidiana de los estudiantes. La enseñanza se enfoca en relacionar los principios químicos con situaciones prácticas, desde procesos industriales hasta decisiones personales, para demostrar la relevancia y aplicabilidad de la química en su entorno.

La resolución de problemas y el pensamiento crítico son habilidades fundamentales que se fomentan en la enseñanza de química en el bachillerato. Los estudiantes se enfrentan a situaciones problemáticas que requieren la aplicación de principios químicos para analizar y resolver, desarrollando así habilidades analíticas y de toma de decisiones. La enseñanza de química abarca tanto la química orgánica como la inorgánica, explorando las características y reacciones de los compuestos orgánicos y los principios fundamentales de la química inorgánica, como las propiedades de las sales, ácidos y bases.

La integración de la tecnología también desempeña un papel destacado, con el uso de simulaciones, software interactivo y recursos en línea para mejorar la experiencia de aprendizaje. Esto crea un entorno educativo más dinámico y visualmente atractivo. La enseñanza de química en el bachillerato no solo se centra en el pasado y los conceptos clásicos, sino que también destaca la aplicación actual de la química en la ciencia, la tecnología y la industria. Los estudiantes obtienen una perspectiva actualizada de la disciplina y su impacto en el mundo moderno.

Este nivel de enseñanza también tiene como objetivo preparar a los estudiantes para estudios superiores en disciplinas científicas o carreras relacionadas con la química. Proporciona una base sólida y cultivadora para aquellos que buscan continuar su educación en campos científicos o técnicos. La seguridad en el laboratorio es una prioridad, y los estudiantes reciben instrucciones sobre prácticas seguras, manipulación adecuada de sustancias químicas y uso apropiado de equipos de laboratorio. En conjunto, la enseñanza de química en el bachillerato busca no solo transmitir conocimientos teóricos, sino también desarrollar habilidades prácticas y promover una comprensión profunda de la importancia de la química en diversos contextos.

III. METODOLOGÍA

En la investigación se utilizó un diseño experimental, para ello se organizaron dos grupos de trabajo, uno experimental y otro de control, cada uno con 37 estudiantes. Para la aplicación de prácticas se realizaron cinco experimentos:

A. Primera actividad práctica: Propiedades de los gases

En esta actividad, se exploran las propiedades de los gases. Se dedica 1 hora y 20 minutos a analizar las condiciones que provocan cambios en los gases. Para llevar a cabo la actividad, se utiliza una botella de vidrio, dos ollas con agua caliente y fría, un globo y una jeringa. En el experimento A, se infla ligeramente el globo y se coloca en la boca de la botella. Luego, se expone la botella con el globo a agua caliente y fría, observando los cambios en el volumen del globo. En el Experimento B, se aplica presión a una jeringa vacía, observando sus efectos.

C. Tercera actividad práctica: Ley de Dalton o Ley de las presiones parciales

En esta actividad, se explora la Ley de Dalton, dedicando 40 minutos a entender qué es una presión parcial y su influencia en dicha ley. Se utiliza un globo, un alfiler y aceite. Se infla un globo, se cubre con aceite y se perfora el globo con un alfiler.

D. Cuarta actividad práctica: Ley de Avogadro

En esta actividad, se explora la Ley de Avogadro, dedicando 40 minutos a establecer la relación entre el volumen y la cantidad de gas a presión y temperatura constantes. Se utiliza un globo, pastillas efervescentes, agua, una botella de plástico y una báscula. Se pesa una botella con agua, se introducen pastillas efervescentes en un globo, se coloca en la botella y se observan los cambios.

E. Quinta actividad práctica: Comportamiento de los gases ideales

En esta actividad, se exploran las leyes de los gases ideales, dedicando 40 minutos a comparar los modelos que explican el comportamiento de los gases ideales y reales. Se utiliza una botella de cristal, un recipiente de plástico, una jeringa y globos pequeños de colores. En el experimento A, se expone una botella de cristal a agua caliente. En el experimento B, se introduce un globo lleno de aire en una jeringa y se observa su comportamiento al empujar y tirar del émbolo.

En la figura 1 se describen los pasos realizados para la evaluación de las prácticas experimentales, se observa que ambos grupos fueron evaluados de la misma manera al terminar cada tema, y así mismo se procedió a un consenso para la valoración de resultados y contrastes en ambos grupos.

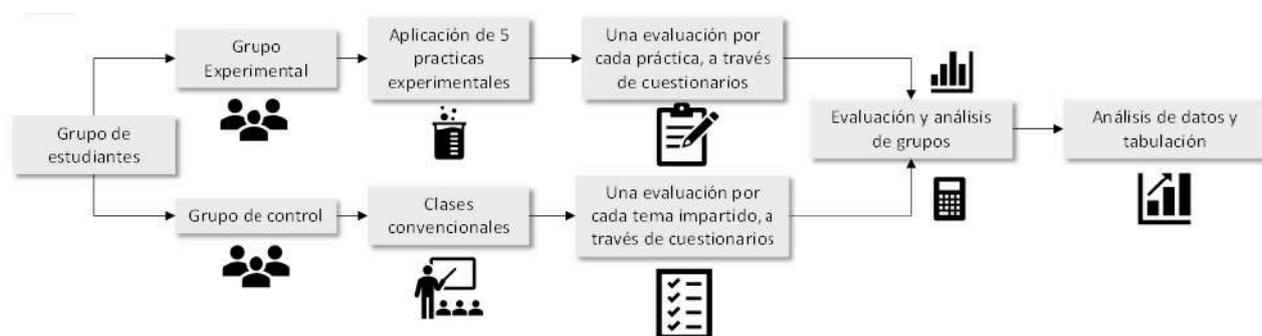


Fig. 1. Organización y procesos en la implementación de prácticas experimentales.
Fuente: propia.

IV. RESULTADOS

En la tabla 1 se describen los resultados encontrados en la evaluación de pretest y pos-test, observando que, en el pretest, ambos grupos tienen una mediana similar, pero el grupo experimental tiene una media ligeramente más baja y una desviación estándar más alta en comparación con el grupo control. Esto sugiere que, antes de la intervención, el grupo experimental mostró una variabilidad mayor en sus puntuaciones. Mientras que, en el pos-test, se observa una mejora en las puntuaciones en ambos grupos. Sin embargo, el grupo experimental muestra un rango más amplio y una desviación estándar menor en comparación con el grupo control, lo que indica que, después de la intervención, el grupo experimental pudo haber experimentado una variabilidad más controlada y, en promedio, un mayor aumento en las puntuaciones.

La intervención realizada parece haber tenido un impacto positivo en ambos grupos, pero el grupo experimental muestra un cambio más significativo en las puntuaciones después de la intervención. La variabilidad en las puntuaciones del grupo experimental se reduce después de la intervención, indicando una mayor consistencia en el rendimiento de los participantes de este grupo.

Tabla 1. Estadística descriptiva de los resultados del pretest y el postest.

Grupos	Evaluación	Rango	Mín.	Máx.	Media	σ
Grupo de control	Pretest	7,00	1,00	8,00	4,35	1,476 0
	Postest	6,25	1,25	7,50	4,70	1,777 7
Grupo experimental	Pretest	7,00	1,00	8,00	3,92	2,097 4
	Postest	6,25	3,75	10,00	6,84	1,474 4

En el pretest, ambos grupos exhibieron valores similares en términos de rango, media y desviación estándar. El análisis de las medias obtenidas por los estudiantes en las calificaciones del pretest sugiere que ambos grupos tenían una preparación equiparable en cuanto al conocimiento previo, marcando el inicio del proceso de enseñanza-aprendizaje del tema estudiado. Este aprendizaje precedente no influyó significativamente en los resultados finales, como se confirmó mediante la prueba T de Student para muestras relacionadas, que reportó un valor de $p = 0,291$ ($p > 0,05$). Por lo tanto, con un 95 % de confianza, podemos afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias obtenidas por los estudiantes en el pretest en los grupos de control y experimental.

En contraste, al analizar las medias obtenidas por los estudiantes en las notas del postest, se encontraron diferencias estadísticamente significativas al aplicar la prueba T de Student para muestras relacionadas ($p < 0,05$). Esto respalda la afirmación, con un 95 % de confianza, de que existen diferencias significativas entre las medias obtenidas por los estudiantes en el postest en los grupos de control y experimental, confirmando que las actividades experimentales aplicadas mejoraron el rendimiento académico de los estudiantes en cuanto al aprendizaje de los gases. Este resultado coincide con lo planteado por otros autores [8], [7], [9], [10], quien sostiene que la experimentación potencia las capacidades y competencias del alumno.

Además, al analizar las medias del pretest y postest del grupo de control, se constató que al aplicar la prueba T de Student para muestras relacionadas, se obtuvo un valor de $p = 0,285$ ($p > 0,05$). Por lo tanto, con un 95 % de confianza, se puede afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias obtenidas por los estudiantes en el pretest y postest en el grupo de control, corroborando que los estudiantes de dicho grupo no mejoraron significativamente su rendimiento académico en cuanto al aprendizaje de los gases [11].

Estos hallazgos respaldan la importancia de diseñar actividades experimentales basadas en los conceptos teóricos, como sugieren algunas investigaciones [12], [7]. También coinciden con la idea de algunos trabajos previos [1], [8] de que, en ocasiones, los estudiantes no comprenden la asignatura cuando la enseñanza se centra solo en la forma en que el docente la imparte, sin tener en cuenta las necesidades del estudiante para comprenderla [13].

Los resultados de esta investigación respaldan la perspectiva de algunos autores citados en [9], [14], quienes sostienen que el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales es un conjunto de transformaciones sistemáticas en los individuos, impulsado por actividades experimentales que vinculan la teoría con la práctica. Estas actividades fomentan la participación activa de los actores en el proceso educativo [10], [15], generando un proceso progresivo, dinámico y transformador con cambios sucesivos e ininterrumpidos en la actividad cognoscitiva del estudiante.

CONCLUSIONES

- La aplicación de experimentos en las clases de química tiene un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes, como se evidencia en el aumento de las puntuaciones en el postest, especialmente en el grupo experimental.
- Antes de la intervención, ambos grupos mostraron valores de rango, media y desviación estándar similares en el pretest, indicando una homogeneidad en la preparación en conocimientos previos, lo que contribuye a la validez de la comparación.
- La utilización de pruebas estadísticas como la prueba T de Student permite validar de manera objetiva la efectividad de los experimentos, respaldando las afirmaciones sobre mejoras significativas en el aprendizaje.
- Las diferencias estadísticas significativas entre las medias del postest en los grupos de control y experimental sugieren que los experimentos aplicados enriquecieron el proceso de enseñanza-aprendizaje de los gases de manera efectiva.
- Los resultados respaldan teorías educativas, como la idea de que la experimentación potencia las capacidades y competencias del alumno, además, los datos respaldan la importancia de diseñar actividades experimentales basadas en conceptos teóricos, para lograr mejoras significativas en el rendimiento académico.
- La falta de mejora significativa en el rendimiento académico del grupo de control subraya la importancia de un enfoque integral en la enseñanza de química, que no se limite solo a la forma de impartir la materia.
- La realización de actividades experimentales promueve la participación activa de los estudiantes en el proceso educativo, por ello, la educación experimental en química se percibe como un proceso progresivo, dinámico y transformador, donde ocurren cambios sucesivos e ininterrumpidos en la actividad cognoscitiva del estudiante.
- La investigación realizada destaca la efectividad de la aplicación de experimentos en la enseñanza de química, respaldando la importancia de un enfoque práctico e integral para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

REFERENCIAS

- [1] H. Cevallos, « Impacto de la aplicación del método científico con soporte informático en el aprendizaje de la química de los estudiantes del quinto semestre,» Universidad Técnica de Manabí-Ecuador, Manabí-Ecuador, 2017.
- [2] K. Córdoba, M. Quiroz y R. Lazo, «El conocimiento ancestral arhuaco como estrategia tecnopedagógica para el desarrollo de conciencia ambiental en los estudiantes del grado cuarto del Colegio La Sagrada Familia,» Revista UNIMAR, vol. 41, n° 1, 2023.
- [3] Ministerio de Educación del Ecuador, 2020. [En línea]. Available: <https://educacion.gob.ec/>.

- [4] L. M. Elles y D. Gutiérrez, «Fortalecimiento de las matemáticas usando la gamificación como estrategias de enseñanza-aprendizaje a través de Tecnologías de la Información y la Comunicación en educación básica secundaria. Revista de la Asociación,» Revista de la Asociación Interacción Persa del Ordenador, vol. 2, n° 1, pp. 7-16, 2021.
- [5] A. Franco-Mariscal, A. Tomás-Serrano, V. Jara-Cano y F. Ortiz-Tudela, «El bingo como recurso didáctico en el aula de secundaria.» Educación Química,, vol. 21, n° 1, pp. 78-84, 2010.
- [6] A. Gutiérrez Mosquera y D. Barajas Perea, «Incidencia de los recursos lúdicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química Orgánica I.» Educación Química., vol. 30, n° 4, 2019.
- [7] K. Marcano Godoy, «Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría.» Revista de Investigación, vol. 39, n° 84, 2015.
- [8] K. Marcano Godoy, «Estrategias didácticas para la enseñanza y aprendizaje de “Los elementos químicos y su información en la tabla periódica,» Revista Educación las Américas, vol. 10, pp. 84-105, 2020.
- [9] W. Largo, J. Zuluaga-Giraldo y M. López, «Enseñanza de la química mediada por TIC: un cambio de paradigma en una educación en emergencia,» Revista ibnteramericana de....., vol. 15, n° 2, 2022.
- [10] C. Tejada, C. Chicangana y Á. Villabona, «Enseñanza de la química basada en la formación por etapas de acciones mentales (caso enseñanza,» Revista Virtual Universidad Católica del Norte, vol. 1, n° 38, pp. 143-157, 2013.
- [11] M. Puertas, R. Gallego y R. Bravo, «Incorporación de estrategias de enseñanza centrada en el estudiante en el desarrollo de asignaturas técnicas con Aprendizaje Basado en Proyectos,» Universidad de Granada, España, 2022.
- [12] C. Tejada, D. Acevedo y A. Mendoza, «Didáctica para la Enseñanza del Concepto de Valencia Química,» Revista Formación Universitaria. , vol. 8, n° 5, pp. 35-42, 2015.
- [13] G. Salazar-Vallejo, C. Ortiz-Leon y J. C. Maldonado-Vivanco, «Educación superior en pandemia: limitantes y estrategias metodológicas,» IEEE Xplore, pp. 175-187, 2022.
- [14] E. Rodríguez, «EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA DE LA VIDA,» Revista de Postgrado FACE-UC, vol. 7, n° 12, p. 364, 2013.
- [15] O. R. Lozano Lucia y A. Sánchez López De Andujar, «Diseño, aplicación y resultado de una estrategia de ludificación como actividad de cierre en clases de química,» Educación Química, vol. 32, n° 4, pp. 60-73, 2021.