

Evaluación de estrategias de aprendizaje activo en la enseñanza de química en estudiantes de nivel básico universitario

*Evaluation of Active Learning Approaches in Chemistry Instruction at the Undergraduate
Introductory Level*

Jenifer Cecilia Tierres Mayorga

Universidad Técnica de Manabí

jtierres9652@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0005-0002-7694-2577>

Ignacio Wilhem Loor Colamarco

Universidad Técnica de Manabí

ignacio.loor@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4806-1032>

Jimmy Manuel Zambrano Acosta

Universidad Técnica de Manabí

jimmy.zambrano@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-9620-1963>

RESUMEN

Palabras clave:

Aprendizaje activo,
Química, estrategias
didácticas, educación
superior, Amazonía.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la química como asignatura en los primeros niveles universitarios enfrenta desafíos importantes debido a la complejidad conceptual y a las limitaciones pedagógicas de los métodos tradicionales. El presente estudio evaluó el impacto de tres estrategias de aprendizaje activo: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Prácticas de Laboratorio (PL) y Aprendizaje Colaborativo (AC) en estudiantes de nivel básico universitario de la asignatura de química del Instituto Superior Tecnológico Crecermas. El trabajo tuvo un enfoque mixto. Los resultados evidencian a la comprensión de las conceptualizaciones (60.8%) como la principal dificultad, seguido de los métodos de enseñanza (21.7%). La efectividad de las estrategias implementadas según la percepción de los estudiantes se fue para las prácticas de laboratorio (63%); contrario a esto, el análisis cuantitativo del aprovechamiento de los estudiantes resaltó al aprendizaje colaborativo y el aprendizaje basado con mayores calificaciones. Se concluye que la integración de estrategias activas de aprendizaje fortalece la comprensión de la química, fomenta la motivación estudiantil y contribuye a superar las barreras cognitivas en contextos con desafíos educativos particulares, como la región amazónica.

Evaluation of Active Learning Approaches in Chemistry Instruction at the Undergraduate Introductory Level

ABSTRACT

Keywords:

Active learning,
Chemistry, didactic
strategies, higher
education, Amazon
region.

The teaching-learning process of chemistry as a subject in the first university levels faces important challenges due to the conceptual complexity and pedagogical limitations of traditional methods. The present study evaluated the impact of three active learning strategies: Problem Based Learning (PBL), Laboratory Practices (PL) and Collaborative Learning (CL) in students of basic university level of the chemistry subject of the Instituto Superior Tecnológico Crecermas. The work had a mixed approach. The results show the comprehension of conceptualizations (60.8%) as the main difficulty, followed by teaching methods (21.7%). The effectiveness of the strategies implemented according to the students' perception was for the laboratory practices (63%); on the contrary, the quantitative analysis of the students' achievement highlighted collaborative learning and based learning with higher scores. It is concluded that the integration of active learning strategies strengthens the understanding of chemistry, promotes student motivation and contributes to overcome cognitive barriers in contexts with particular educational challenges, such as the Amazon region.

Introducción

La química constituye una disciplina esencial en la formación de los estudiantes universitarios, proporciona los fundamentos necesarios para comprender la estructura y reactividad de los elementos químicos y sus compuestos, conocimientos indispensables para la práctica profesional en ciencias y tecnología. No obstante, su enseñanza enfrenta diversos desafíos pedagógicos, dado que las metodologías tradicionales, centradas en la transmisión unidireccional de contenidos y la memorización repetitiva, han resultado insuficientes para favorecer un aprendizaje profundo, contextualizado y significativo, limitando la capacidad de los estudiantes para aplicar estos conocimientos en contextos reales (Guzmán-Valdivia Gómez & Domínguez-González, 2025). Como resultado, la química ha sido considerada una ciencia difícil de entender para los estudiantes de ciencias a causa de su complejidad y su nivel de abstracción. (Cedeño & Lescay, 2023)

Un reto permanente en la enseñanza de las ciencias experimentales es identificar métodos pedagógicos que contribuyan al éxito académicos de los alumnos. (Zaragoza Ramos et al., 2016). Es esencial promover el desarrollo de habilidades como la capacidad de comunicar, la resolución de problemas y el pensamiento crítico, además de adquirir conocimientos básicos (Darabi et al., 2010). No obstante, diversos estudios han señalado que la mayoría de los estudiantes de química adoptan un enfoque superficial del aprendizaje, caracterizado por la memorización mecánica, lo que se traduce en un bajo rendimiento académico y una escasa retención del conocimiento a largo plazo. (Kulak & Newton, 2014)

Ante esta problemática, resulta imperativo diseñar e implementar estrategias pedagógicas que fomenten el aprendizaje activo y se adapten al contexto específico en el que se desarrolla el estudio. En este sentido, investigaciones recientes han demostrado que metodologías como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el conocimiento práctico y el aprendizaje colaborativo pueden mejorar significativamente la comprensión de los conceptos químicos y la motivación de los estudiantes en carreras científicas (Sé et al., 2008).

La presente investigación tiene como propósito implementar estrategias didácticas basadas en metodologías activas para fortalecer el aprendizaje de la química en estudiantes universitarios de nivel básico; no solo en

Evaluation of Active Learning Approaches in Chemistry Instruction at the Undergraduate Introductory Level

busca incrementar el rendimiento académico, sino desarrollar competencias académicas con un enfoque científico en un contexto caracterizado por una alta diversidad biológica, étnica y sociocultural.

Asimismo, se reconoce la importancia de fusionar métodos integrales con perspectivas contextualizadas a las exigencias educativas de la provincia, proporcionando una educación integral de elevada calidad que integre lo local y el saber científico universal.

Con estos antecedentes, este estudio tiene como objetivo: Analizar el efecto de las estrategias fundamentadas en el aprendizaje activo, considerando el aprendizaje colaborativo, práctico y basado en problemas como variables independientes. Su impacto será determinado en base al rendimiento académico y la percepción del aprendizaje, que constituyen las variables dependientes. En este sentido, se contribuye a la transformación de los enfoques pedagógicos en la educación superior de la provincia, fortaleciendo la formación de futuros profesionales en un entorno con desafíos educativos y culturales únicos.

Metodología

Se empleó un enfoque mixto (Creswell J.W., 2009), con un diseño cuasiexperimental, no probabilístico y de tipo pretest-posttest con grupo control y experimental. (Creswell, J.W., Clark, 2017). La investigación se desarrolló en tres fases que incluyeron: 1) El análisis de dificultades, 2) La implementación de estrategias didácticas innovadoras basadas en aprendizaje activo y, 3) La evaluación de su impacto.

La población estuvo conformada por estudiantes matriculados en la asignatura química (94) del Instituto Superior Tecnológico Crecermas (ISTEC) ubicado en la Provincia de Sucumbíos, cantón Lago Agrio Parroquia Nueva Loja; estudiantes que aceptaron participar voluntariamente y con consentimiento informado, y que lograron culminar los semestres académico 2024-I; 2024-II. es decir, aquellos que obtuvieron su promedio final de la asignatura registrada.

Análisis de las dificultades de aprendizaje

Para identificar las barreras que enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de la química, se emplearon entrevistas semiestructuradas (Kvale & Brinkmann, 2009), esta técnica cualitativa permitió explorar las percepciones sobre los desafíos asociados con la comprensión de conceptos de química, la motivación para aprender y la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos. Además, se aplicó un cuestionario validado (Wanti et al., 2022) que permitió evaluar de manera sistemática y cuantificable las variables de interés (tabla 1); así como las dificultades percibidas en temas específicos por los estudiantes en el aprendizaje, y cuya validez y confiabilidad han sido evaluadas previamente en contextos educativos similares.

Implementación de estrategias didácticas

Con base en los resultados obtenidos en la fase diagnóstica, se implementaron estrategias didácticas, orientadas a fortalecer la comprensión de conceptos y mejorar la experiencia formativa de los estudiantes. El desarrollo de la investigación se efectuó en un periodo de 24 semanas, distribuidas en dos sesiones por semana (48 sesiones); periodo que permitió integrar de manera progresiva estrategias de aprendizaje como: 1) Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), 2) Prácticas de laboratorio contextualizadas y; 3) Actividades de aprendizaje colaborativo. Estas estrategias se aplicaron articulando los contenidos del syllabus de la asignatura y su contextualización con el propósito de evaluar el aprendizaje de los estudiantes evaluados.

Evaluación del impacto

Para medir la efectividad de las estrategias implementadas, se evaluó el rendimiento académico de los estudiantes mediante pruebas de conocimientos pretest y postest (Freeman et al., 2014). Estas pruebas estuvieron diseñadas para medir competencias específicas en química, incluyendo conceptos teóricos y su aplicación práctica.

Para evaluar la percepción de los estudiantes sobre su aprendizaje, su motivación y su satisfacción con las estrategias empleadas, se aplicó una encuesta tipo Likert. (Taherdoost, 2019)

Análisis de datos

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento académico entre las tres estrategias didácticas implementadas. Las pruebas post-hoc con la corrección HSD de Tukey permitieron identificar diferencias específicas entre pares de estrategias. Todos los análisis estadísticos se ejecutaron utilizando el software SPSS versión 29, estableciendo un nivel de significancia de $p < 0.05$. Por su parte, los datos cualitativos obtenidos de los comentarios abiertos en las encuestas se sometieron a análisis temático (Braun & Clarke, 2006) para identificar patrones y tendencias.

RESULTADOS

Análisis de las dificultades de aprendizaje

En el contexto de estudio, el aprendizaje de la química enfrenta desafíos particulares, derivados de realidad socio pedagógica del entorno. En la tabla 1 se presenta la percepción del estudiante sobre las dificultades del aprendizaje de la química.

Tabla 1. Percepción del estudiante sobre las dificultades del aprendizaje de la química

Descripción	(%)
Complejidad de los conceptos	60,8
Métodos de enseñanza	21,7
Relación entre la teoría y la práctica	12,2
Falta de interés en la asignatura	5,3

Elaboración propia

La "Complejidad de los conceptos" destaca como el desafío predominante, señalada por 60.8 % de los estudiantes. Este porcentaje refleja la dificultad para comprender las nociones básicas de esta ciencia, a causa de su nivel de abstracción.

El 21.7% de los alumnos consideró que los métodos de enseñanza representan un obstáculo en el proceso de aprendizaje. Es decir, uno de cada cinco piensa que la manera en que se enseña la materia constituye un desafío para su aprendizaje.

La baja "Relación entre la teoría y la práctica" en el desarrollo de la asignatura, fue identificada como una dificultad por el 12.2 % de los estudiantes; sugiriendo que algunos alumnos encuentran difícil conectar los conceptos teóricos con sus aplicaciones prácticas o experimentales, un aspecto primordial en una ciencia experimental como la química.

La "Falta de interés en la asignatura" fue identificada por el 5.3% de los estudiantes; este porcentaje sugiere que el interés intrínseco por la asignatura no constituye un problema para la mayoría de los estudiantes, quienes identifican la relevancia de la química en su formación profesional a pesar de sus dificultades.

Diseño e implementación de estrategias didácticas

El diagnóstico previo evidenció dificultades en el aprendizaje de la química, destacando la complejidad para comprender términos técnicos, métodos de enseñanza, falta de conexión entre teoría y práctica, así como el interés en la asignatura de parte de los estudiantes. Frente a este escenario, se implementó estrategias como: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP); puesto que ha demostrado ser eficaz en el fortalecimiento de habilidades cognitivas superiores y la integración del conocimiento (Loyens et al., 2015). Prácticas de Laboratorio, debido a que asocian de mejor manera la comprensión de los conceptos, al vincular teoría con práctica de forma significativa.(Hofstein & Kind, 2012). Aprendizaje Colaborativo, dado que fomenta la construcción social del conocimiento, el trabajo en equipo y la resolución conjunta de problemas. (Laal & Ghodsi, 2012a)

Aprendizajes Basado en Problemas (ABP)

El ABP permitió diseñar problemas contextualizados a las condiciones locales de la Amazonía como casos de problemática ambiental que involucran procesos químicos favoreciendo la pertinencia cultural y profesional de la formación en el contexto amazónico. Según(Díaz-Narváez & Núñez, 2016), la contextualización de los contenidos mejora significativamente la motivación y comprensión de los estudiantes en asignaturas técnicas.

Diversos estudios han evidenciado la eficacia del ABP en el área de las ciencias naturales. (Albanese & Mitchell, 1993), concluyen que esta metodología mejora la retención de conocimientos y la capacidad para aplicar contenidos en situaciones prácticas. De igual forma, (Hincapié et al., 2018), reportan que el ABP aumenta significativamente la comprensión y el rendimiento académico en química de estudiantes de ciencias de la salud.

En entornos diversos y con limitaciones de recursos como los amazónicos, el ABP permite además una enseñanza más flexible, participativa y centrada en el estudiante, adaptada a las necesidades locales y con capacidad para integrarse a otras metodologías de enseñanza. (Sé et al., 2008)

Prácticas de laboratorio (PL)

Las prácticas de laboratorio permitieron a los estudiantes experimentar, observar y aplicar los conceptos teóricos en un entorno controlado y tangible, favoreciendo un aprendizaje activo. Esta metodología promueve la comprensión de fenómenos químicos y bioquímicos complejos al traducirlos en experiencias prácticas, lo que resulta especialmente necesario en áreas técnicas y biomédicas, donde el conocimiento se relaciona directamente con la vida y la salud. (Ruiz et al., 2016)

Evaluation of Active Learning Approaches in Chemistry Instruction at the Undergraduate Introductory Level

Las prácticas fueron contextualizadas con problemáticas y recursos locales, y permitieron a los estudiantes relacionar los contenidos químicos con los fenómenos biológicos y de salud propios de su entorno, fortaleciendo así la pertinencia cultural y profesional de su formación. (López García et al., 2007)

Aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo, permitió que los estudiantes trabajen de manera conjunta relacionándose entre pares en el proceso de aprendizaje, en la resolución de tareas, discusión de problemas y elaboración de productos académicos, facilitando el intercambio de ideas, la confrontación de perspectivas y la construcción colectiva de conocimientos (Ma Azorín Abellán, 2018)

El aprendizaje colaborativo favorece una mayor profundización conceptual, especialmente en áreas biomédicas donde la complejidad de los procesos bioquímicos exige un razonamiento compartido y la integración de saberes diversos, además de incrementar significativamente la motivación intrínseca de los estudiantes al generar un ambiente de aprendizaje activo y participativo que disminuye la ansiedad frente a asignaturas percibidas como difíciles, como es el caso de la química (Laal & Ghodsi, 2012b)

Percepción de las estrategias didácticas implementadas

La Tabla 2 presenta la percepción de los estudiantes sobre las estrategias didácticas implementadas en la enseñanza de la química en el ISTECH. Los datos están organizados en cuatro aspectos evaluativos: modalidad de trabajo y tres indicadores porcentuales (efectividad, aprendizaje de conceptos teóricos y relación entre teoría y práctica).

Tabla 2. Percepción de las estrategias didácticas implementadas

ASPECTOS EVALUATIVOS	ABP	Prácticas en laboratorio.	Aprendizaje colaborativo.
Modalidad de trabajo	Individual y colaborativo	Individual y colaborativo	Colaborativo
Efectividad (%)	20	63	17
Aprendizaje de conceptos teóricos (%)	44	20	36
Relación entre la teoría y la práctica (%)	35	44	21

Elaboración propia

En cuanto a la modalidad de trabajo, tanto el ABP como las Prácticas en laboratorio integran componentes individuales y colaborativos, mientras que el Aprendizaje colaborativo, como su nombre lo indica, se desarrolla exclusivamente en esta modalidad.

Respecto a la efectividad percibida, existe una marcada preferencia por las prácticas en laboratorio, con un 63% de los estudiantes considerándolas efectivas. En contraste, el ABP y el aprendizaje colaborativo que reciben valoraciones significativamente más bajas en este aspecto (20% y 17% respectivamente). Esto sugiere que los estudiantes perciben mayor valor en la experiencia práctica y directa con los procedimientos y fenómenos químicos.

En relación al aprendizaje teórico, la percepción cambia. El ABP tiene el mayor porcentaje de valoración positiva con un 44%, luego de las prácticas de laboratorio (20%) y el aprendizaje colaborativo (36%). Estos resultados ponen de manifiesto el énfasis del ABP en el análisis y aplicación de conceptos basado en el contexto de estudio.

Respecto a la relación entre teoría y práctica, las prácticas en laboratorio evidencian un mayor porcentaje (44%), en segundo lugar, el ABP (35%) y el aprendizaje colaborativo (21%). Este resultado coincide con la naturaleza misma de las prácticas de laboratorio, las mismas que están orientadas a poner en práctica el conocimiento teórico en escenarios experimentales.

El análisis evidencia las fortalezas que cada estrategia posee según la percepción de los estudiantes: Las prácticas en laboratorio destacan por la efectividad general de conectar teoría-práctica, mientras que el ABP muestra una mayor adecuación para facilitar el aprendizaje conceptual. El aprendizaje colaborativo, aunque no destaca en ninguna categoría en particular según la percepción de los estudiantes, mantiene valoraciones moderadas en el aprendizaje de conceptos teóricos. Esto sugiere que una combinación estratégica de estos enfoques pedagógicos aprovecha las fortalezas complementarias de cada metodología para mejorar la experiencia educativa en química.

Evaluación de Impacto

En las tablas 3 y 4, se presenta el análisis de varianza y las pruebas post-hoc mediante la prueba HSD de Tukey en relación con el rendimiento académico de los estudiantes respecto a las estrategias de aprendizaje implementadas.

Tabla 3. Análisis de Varianza

	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4713,457	2	2356,729	12,482	,000
Dentro de grupos	14727,649	78	188,816		
Total	19441,106	80			

Elaboración propia

Evaluation of Active Learning Approaches in Chemistry Instruction at the Undergraduate Introductory Level

Tabla 4. Comparaciones múltiples post hoc del rendimiento en estrategias de aprendizaje de química

(I) ESTRATEGIAS	(J) ESTRATEGIAS	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
ABP	PL	12,69*	3,7398	,003
	AC	-5,53	3,7398	,307
PL	ABP	-12,69*	3,7398	,003
	AC	-18,22*	3,7398	,000
AC	ABP	5,53	3,7398	,307
	PL	18,22*	3,7398	,000

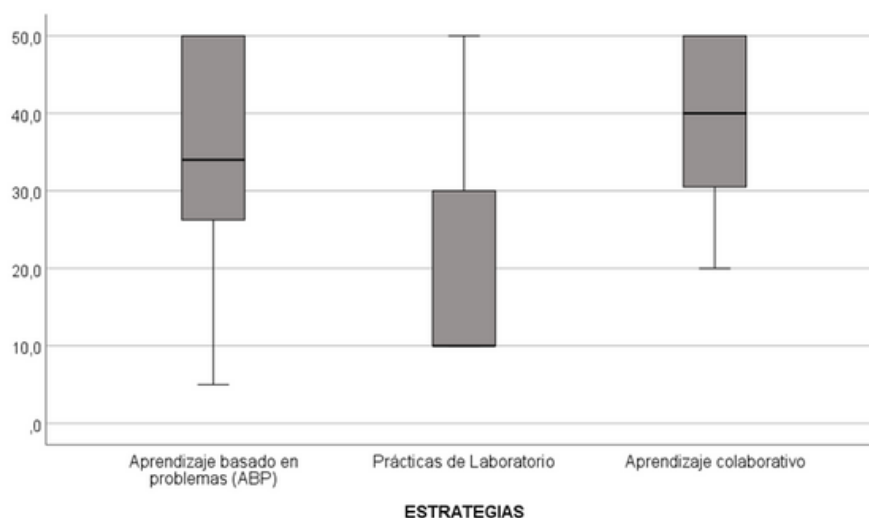
ABP= Aprendizaje basado en problemas; PL= Prácticas de Laboratorio; AC = Aprendizaje colaborativo

Elaboración propia

Se reveló diferencias estadísticamente significativas entre las estrategias didácticas implementadas en relación con el rendimiento académico de los estudiantes. El Aprendizaje Colaborativo muestra calificaciones más elevadas, seguido por el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), mientras que las prácticas de laboratorio obtuvieron en tercer lugar. Específicamente, se encontraron diferencias significativas entre el ABP y las Prácticas de Laboratorio (diferencia de medias = 12.69, $p = .003$), así como entre el aprendizaje colaborativo y las prácticas de laboratorio (diferencia de medias = 18.22, $p < .001$).

No se evidencia diferencias estadísticamente significativas entre el aprendizaje colaborativo y el ABP (diferencia de medias = 5.53, $p = .307$), sugiriendo una efectividad similar entre estas dos estrategias en la comprensión de química.

Figura 1. Distribución de calificaciones según estrategias didácticas implementadas en la enseñanza de química.



Según los datos presentados en la figura 2. El aprendizaje colaborativo emerge como la estrategia con mejores resultados cuantitativos, exhibiendo la mediana más elevada (40 puntos en la escala de calificaciones) y la distribución más compacta. Esta menor dispersión sugiere consistencia en los resultados obtenidos, indicando que la mayoría de los estudiantes se beneficiaron sustancialmente de este enfoque pedagógico. El límite inferior de esta distribución, situado alrededor de los 20 puntos, es notablemente más alto que los mínimos observados en las otras estrategias, lo que sugiere que incluso los estudiantes con menor rendimiento lograron una comprensión aceptable de los conceptos bioquímicos cuando trabajaron colaborativamente.

En posición intermedia se encuentra el ABP, con una mediana aproximada de 35 puntos con una mayor dispersión de los datos. Los datos revelan que, aunque el ABP puede ser eficaz para algunos alumnos y los puntajes son similares a los del aprendizaje colaborativo, los estudiantes tienen problemas cuando se enfrentan a complicados problemas de química sin la ayuda organizada del componente colaborativo.

Las prácticas de laboratorio tradicionales tienen el rendimiento más bajo, con una mediana entre 15 y 20 puntos y un límite superior que apenas llega al nivel medio de las otras estrategias. Esta posición relativamente baja en la distribución confirma lo observado en el análisis estadístico cuando se utilizan como metodología principal de enseñanza, las prácticas experimentales aisladas resultan insuficientes para promover una comprensión profunda de los conceptos químicos fundamentales.

La visualización de estos datos refuerza nuestra comprensión sobre la efectividad diferencial de estas estrategias pedagógicas en la enseñanza aprendizaje de la química. Las metodologías activas centradas en la interacción y construcción social del conocimiento (Aprendizaje Colaborativo) o en la resolución contextualizada de problemas (ABP) demuestran ventajas significativas sobre las aproximaciones tradicionales centradas exclusivamente en la experimentación. No obstante, la variabilidad observada en el ABP señala la importancia de considerar los estilos de aprendizaje individuales y las necesidades específicas de apoyo que pueden requerir algunos estudiantes al enfrentarse a escenarios de resolución de problemas en una disciplina conceptualmente compleja como la química.

Discusión

El estudio identifica la "complejidad de los conceptos" como la principal barrera de aprendizaje (60.8%), lo cual concuerda con investigaciones recientes de (Addison et al., 2009), quienes documentaron que la naturaleza abstracta y multidisciplinar de la química representa un desafío cognitivo significativo para estudiantes de ciencias biológicas. Esta complejidad se exacerba en contextos como el amazónico, donde, según (Ñique Carbajal, 2020), las brechas en la formación preuniversitaria en química y biología frecuentemente obstaculizan la transición efectiva a contenidos bioquímicos avanzados a nivel universitario. Sumado a esto la brecha educativa existente entre establecimientos educativos de nivel secundario en áreas donde la desigualdad de enseñanza es notoria como el caso de las provincias amazónicas (Cabrera, 2025).

La percepción sobre los "métodos de enseñanza" como segunda barrera más importante (21,7%) encuentra respaldo en el meta-análisis de (Durand-Guerrier et al., 2021), quienes demostraron que las metodologías tradicionales centradas en la transmisión pasiva de información resultan particularmente ineficaces para disciplinas que requieren comprensión conceptual profunda como la química. Esta realidad se agudiza en ambientes educativos donde hay restricciones en los recurso didácticos especializados y la infraestructura experimental.

Evaluation of Active Learning Approaches in Chemistry Instruction at the Undergraduate Introductory Level

La percepción de los alumnos sobre las estrategias implementadas muestra un contraste interesante entre la eficacia que perciben y el rendimiento real. En primer lugar, las prácticas de laboratorio fueron vistas como más eficaces (63%); no obstante, el desempeño académico vinculado a esta estrategia fue inferior. Esta realidad fue documentada por (Grant-Riquelme et al., 2023), quienes manifiestan que los estudiantes pueden confundir la satisfacción que producen las actividades prácticas con el aprendizaje efectivo. Según (Richardson & Mishra, 2018), esta discrepancia muestra la necesidad de triangular datos perceptuales con medidas objetivas al evaluar cuantitativamente estrategias de enseñanza aprendizaje.

Por otro lado, la valoración del ABP para el aprendizaje de conceptos teóricos (44%) coincide con los hallazgos de (Tejedor et al., 2019), quienes manifiestan que el ABP brinda una mejor comprensión conceptual al exigir a los estudiantes aplicar conocimientos abstractos a problemas específicos del entorno. Esta observación refuerza el meta-análisis de (Hincapié et al., 2018), quienes documentaron efectos positivos consistentes del ABP en la comprensión conceptual en ciencias biomédicas.

Los resultados adquieren especial relevancia en el contexto amazónico donde se desarrolló el estudio, debido que las limitaciones en recursos educativos preuniversitarios presentan desafíos particulares para la enseñanza de disciplinas científicas complejas (Cabrera, 2025). Los hallazgos del presente estudio concuerdan con la investigación de (Villalobos, 2022), quienes demostraron que las metodologías activas y colaborativas tienen un impacto particularmente positivo en contextos educativos con disparidades en la formación previa de los estudiantes.

Los resultados de las estrategias didácticas implementadas sobre el impacto en el rendimiento académico de los estudiantes presentan hallazgos que ameritan discusión. La superioridad del aprendizaje colaborativo en términos de rendimiento académico confirma las conclusiones de (Santilli et al., 2025) quienes documentaron mejoras significativas en la comprensión cuando los estudiantes participan en la construcción social del conocimiento. Esta metodología, según (Parmelee & Michaelsen, 2010) facilita particularmente la comprensión de conceptos complejos al permitir la verbalización, debate y reformulación de ideas abstractas entre pares.

Respecto a las Prácticas de Laboratorio, su menor efectividad relativa confirma lo observado por (Vilela et al., 2025), quienes demostraron que las prácticas experimentales desconectadas del razonamiento conceptual y la resolución de problemas tienen un impacto limitado en la comprensión profunda de procesos bioquímicos. Esta observación no minimiza su importancia, sino que sugiere, como proponen (Wong et al., 2021), la necesidad de reformular el enfoque de las actividades experimentales hacia modelos de "laboratorio guiado por indagación" que integren la manipulación práctica con el análisis crítico de los fenómenos observados.

Es necesario reconocer ciertas limitaciones metodológicas del estudio. El tamaño muestral relativamente pequeño limita la generalización de los resultados, aunque la significancia estadística de las diferencias observadas sugiere efectos robustos. Futuros estudios deberían ampliar la muestra e incluir análisis longitudinales para evaluar la retención a largo plazo de los conceptos motivo de estudio.

Conclusiones

El estudio demuestra que la integración de metodologías activas como el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje basado en problemas (ABP) y las prácticas de laboratorio rediseñadas bajo principios constructivistas constituye el enfoque más efectivo para el aprendizaje significativo de la química en el

contexto amazónico del área de estudio. Esta combinación estratégica posibilita la aproximación a la complejidad en la enseñanza de la materia desde diversas perspectivas pedagógicas.

Los alumnos consideraron que las prácticas de laboratorio eran la técnica más eficaz para el aprendizaje; sin embargo, según el análisis cuantitativo, el aprendizaje colaborativo resultó ser mas efectivo. Sin embargo, el laboratorio continúa siendo esencial en términos de enfoques de indagación y solución de problemas.

Los hallazgos refuerzan la necesidad de adaptar las estrategias activas de enseñanza a las condiciones socioculturales de la Amazonía donde la brecha de conocimientos en ciencias experimentales como la química está marcada por la educación previa recibida a nivel secundario.

Referencias bibliográficas

Addison, S., Wright, A., & Milner, R. (2009). Using clickers to improve student engagement and performance in an introductory biochemistry class. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 37(2), 84–91. <https://doi.org/10.1002/BMB.20264>

Albanese, M. A., & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges*, 68(1), 52–81. <https://doi.org/10.1097/00001888-199301000-00012>

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706QP063OA>

Cabrera, M. (2025). Determining factors of access to higher education in the Lago Agrio Canton, Province of Sucumbios. *Revista Cubana de Educación Superior*, 44(1), 46–63.

Cedeño, Y., & Lescay, D. (2023). Estrategia didáctica para el aprendizaje de la Química en primer año de Bachillerato. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, 9(3), 106–125. <https://doi.org/10.61154/mrcm.v9i3.3255>

Creswell, J.W., Clark, V. L. P. (2017). *Designing & conducting mixed methods research + the mixed methods reader. Designing & Conducting Mixed Methods Research + the Mixed Methods Reader*, 1(2), 24–27.

Creswell J.W. (2009). *Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*.

Darabi, A., Hemphill, J., Nelson, D. W., Boulware, W., & Liang, X. (2010). Mental model progression in learning the electron transport chain: Effects of instructional strategies and cognitive flexibility. *Advances in Health Sciences Education*, 15(4), 479–489. <https://doi.org/10.1007/S10459-009-9212-0>

Díaz-Narváez, V. P., & Núñez, A. C. (2016). Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud. *Revista Ciencias de La Salud*, 14(1), 115–121. <https://doi.org/10.12804/REVSALUD14.01.2016.10>

Evaluation of Active Learning Approaches in Chemistry Instruction at the Undergraduate Introductory Level

Durand-Guerrier, V., Hochmuth, R., Nardi, E., & Winslow, C. (2021). Research and Development in University Mathematics Education. Research and Development in University Mathematics Education. <https://doi.org/10.4324/9780429346859/RESEARCH-DEVELOPMENT-UNIVERSITY-MATHEMATICS-EDUCATION-VIVIANE-DURAND-GUERRIER-REINHARD-HOCHMUTH-ELENA-NARDI-CARL-WINSL>

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), 8410–8415. https://doi.org/10.1073/PNAS.1319030111/SUPPL_FILE/PNAS.1319030111.ST04.DOCX

Grant-Riquelme, T., Hechenleitner-Carvallo, M., Muñoz-Roa, M., Grant-Riquelme, T., Hechenleitner-Carvallo, M., & Muñoz-Roa, M. (2023). Percepción de los estudiantes de las carreras de la salud sobre la utilización de metodologías activas para la enseñanza y aprendizaje de la histología. *FEM: Revista de La Fundación Educación Médica*, 26(4), 159–166. <https://doi.org/10.33588/FEM.264.1293>

Guzmán-Valdivia Gómez, G., & Domínguez-González, A. D. (2025). Didactic strategy with case studies for the development of clinical reasoning in medical students. Preliminary study. *Educacion Medica*, 26(1). <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2024.100975>

Hincapié, D. A., Ramos, A., & Chrino, V. (2018). Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia de Aprendizaje Activo y su incidencia en el rendimiento académico y Pensamiento Crítico de estudiantes de Medicina. *Revista Complutense de Educación*, 29(3), 665–681. <https://doi.org/10.5209/RCED.53581>

Hofstein, A., & Kind, P. M. (2012). Learning in and from science laboratories. *Second International Handbook of Science Education*, 189–207. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_15

Kulak, V., & Newton, G. (2014). A guide to using case-based learning in biochemistry education. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 42(6), 457–473. <https://doi.org/10.1002/BMB.20823>

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *InterViews: Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing* (Sage, Ed.; 2da ed.). <https://books.google.com.ec/books?id=bZGvwsP1BRwC&printsec=copyright&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Laal, M., & Ghodsi, S. M. (2012a). Benefits of collaborative learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 486–490. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2011.12.091>

Laal, M., & Ghodsi, S. M. (2012b). Benefits of collaborative learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 486–490. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2011.12.091>

López García, M., Gabriel, J., & Ortega, M. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales Title: ICT in biology teaching in secondary education: virtual labs. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 6, 562–576.

Evaluation of Active Learning Approaches in Chemistry Instruction at the Undergraduate Introductory Level

Ma Azorín Abellán, C. (2018). El método de aprendizaje cooperativo y su aplicación en las aulas.

Ñique Carbajal, C. (2020). A new way of learning biochemistry: Case method of teaching. *Educacion Medica*, 21(1), 40–44. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2018.09.006>

Parmelee, D. X., & Michaelsen, L. K. (2010). Twelve tips for doing effective Team-Based Learning (TBL). *Medical Teacher*, 32(2), 118–122. <https://doi.org/10.3109/01421590903548562>

Richardson, C., & Mishra, P. (2018). Learning environments that support student creativity: Developing the SCALE. *Thinking Skills and Creativity*, 27, 45–54. <https://doi.org/10.1016/J.TSC.2017.11.004>

Ruiz, J., González, J., & Castaño, S. (2016). What are our students doing? Workload, time allocation and time management in PBL instruction. A case study in Science Education. *Teaching and Teacher Education*, 53, 51–62. <https://doi.org/10.1016/J.TATE.2015.10.005>

Santilli, T., Ceccacci, S., Mengoni, M., & Giaconi, C. (2025). Virtual vs. traditional learning in higher education: A systematic review of comparative studies. *Computers & Education*, 227, 105214. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2024.105214>

Sé, A. B., Passos, R. M., Ono, A. H., & Hermes-Lima, M. (2008). The use of multiple tools for teaching medical biochemistry. *Advances in Biochemistry*, 32(1), 38–46. <https://doi.org/10.1152/ADVAN.00028.2007>

Taherdoost, H. (2019). What Is the Best Response Scale for Survey and Questionnaire Design; Review of Different Lengths of Rating Scale / Attitude Scale / Likert Scale. In *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)* (Vol. 8, Issue 1).

Tejedor, G., Segalàs, J., Barrón, Á., Fernández-Morilla, M., Fuertes, M. T., Ruiz-Morales, J., Gutiérrez, I., García-González, E., Aramburuzabala, P., & Hernández, À. (2019). Didactic Strategies to Promote Competencies in Sustainability. *Sustainability* 2019, Vol. 11, Page 2086, 11(7), 2086. <https://doi.org/10.3390/SU11072086>

Vilela, M., Morais, C., & Paiva, J. C. (2025). Inquiry-Based Science Education in High Chemistry: Enhancing Oral and Written Communication Skills Through Authentic and Problem-Based Learning Activities. *Education Sciences* 2025, Vol. 15, Page 334, 15(3), 334. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI15030334>

Villalobos, J. (2022). Metodologías Activas de Aprendizaje y la Ética Educativa. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 13(2), 47–58. <https://doi.org/10.37843/RTED.V13I2.316>

Wanti, M., Wesselink, R., Biemans, H., & Brok, P. den. (2022). Determining factors of access and equity in higher education: A systematic review. *Equity in Education & Society*, 1(2), 279–296. <https://doi.org/10.1177/27526461221092429>

Loyens, S. M. M., Jones, S. H., Mikkers, J., & van Gog, T. (2015). Problem-based learning as a facilitator of conceptual change. *Learning and Instruction*, 38, 34–42. <https://doi.org/10.1016/J.LEARNINSTRUC.2015.03.002>

Evaluation of Active Learning Approaches in Chemistry Instruction at the Undergraduate Introductory Level

Wong, H. Y. C., Chen, J. Y., & Shih, K. C. (2021). Twelve Tips for Re-imagining Problem-based Learning in Medical Education for the COVID-19 Era and Beyond. *MedEdPublish*, 10(1). <https://doi.org/10.15694/MEP.2021.000110.1>

Zaragoza Ramos, E., Orozco Torres, L. M., Macías Guzmán, J. O., Núñez Salazar, M. E., Gutiérrez González, R., Hernández Espinosa, D., Navarro Villarruel, C. L., de Alba Ritz, M., Villalobos Díaz, R. M., Gómez Torres, N. A., Cerda Vázquez, R. I., Gutiérrez Hernández, A. D., & Pérez Aviña, K. A. (2016). Didactic strategies in teaching-learning: In respect to the study of nomenclature of organic chemistry in students of the Atotonilco Regional High School). *Educacion Quimica*, 27(1), 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.09.005>