

Estrategia didáctica para la enseñanza de la asignatura de Química y Biología en el bachillerato

Teaching strategy for teaching chemistry and biology in high school

Marizol Elizabeth Vega Cárdenas¹
Nely de las Mercedes Vallejo Aguayo²
Marcia Lorena Chuquimarca Llulluna³
Mauro Renato Monta Ushiña⁴

^{1,2,3}Unidad Educativa Leonardo Maldonado Pérez, Ecuador.

⁴Unidad Educativa Yaruquí, Ecuador.

¹Autor de correspondencia: marizol.vega@educacion.gob.ec

Datos del artículo:

Recibido: marzo 09, 2025

Aceptado: mayo 10, 2025

Publicación: julio 15, 2025

Palabras clave:

química, biología,
bachillerato, metodologías
activas, aprendizaje basado en
problemas, laboratorios
virtuales.

Keywords:

chemistry education; biology
education; active learning;
problem-based learning;
gamification; virtual labs;
ecuadorian curriculum.

DOI:

<https://doi.org/10.53877/arjbvg59>

Este artículo está bajo la licencia



Resumen

Este artículo presenta una estrategia didáctica activa para la enseñanza de química y biología en el bachillerato. Nace de una preocupación real: la distancia entre contenidos y vida cotidiana. Se implementó en dos colegios fiscales en Ecuador durante 12 semanas. Participaron 64 estudiantes de segundo de bachillerato, organizados en grupo experimental y control (32 por grupo). El diseño fue cuasiexperimental, con pretest y posttest, más registros cualitativos. La intervención integró experimentación con materiales accesibles, aprendizaje basado en problemas, recursos digitales y gamificación. Los resultados muestran mejoras sustantivas en el grupo experimental. El rendimiento pasó de 4,3 a 8,1 en química y de 4,3 a 8,3 en biología. En el control los promedios quedaron en 5,2 y 5,3. La motivación intrínseca subió de 28 % a 81 %. Se observó una correlación positiva entre motivación y desempeño ($r = 0,79$). El uso de lenguaje científico aumentó de 25 % a 75 %. Las voces estudiantiles señalaron satisfacción, sentido y mayor autonomía. Concluimos que estrategias activas, contextualizadas al currículo nacional, fortalecen la comprensión conceptual y el compromiso. Son viables incluso con recursos limitados cuando hay mediación docente intencional.

Abstract

This paper presents an active teaching strategy for Chemistry and Biology in upper-secondary education. It stems from a real concern: the gap between scientific content and everyday life. The intervention was implemented in two public schools in Ecuador over 12 weeks. Participants were 64 10th–11th graders arranged into experimental and control groups (32 each). A quasi-experimental design was used with pre-/post-tests plus qualitative records. The strategy combined low-cost experimentation, problem-based learning, digital resources, and gamified teamwork. Findings show substantial gains for the experimental group. Mean scores rose from 4.3 to 8.1 in Chemistry and from 4.3 to 8.3 in Biology. Control group means reached only 5.2 and 5.3. Intrinsic motivation increased from 28% to 81%. A strong positive correlation emerged between motivation and performance ($r = 0.79$). Scientific language use improved from 25% to 75%. Student voices highlighted satisfaction, meaning, and autonomy. We conclude that active, curriculum-aligned strategies strengthen conceptual understanding and engagement. They are feasible even under resource constraints when supported by intentional teacher mediation.

Forma sugerida de citar (APA):

Vega-Cárdenas, M. E., Vallejo-Aguayo, N., Chuquimarca-Llulluna M. L. y Monta-Ushiña, M. R. (2025). Estrategia didáctica para la enseñanza de la asignatura de Química y Biología en el bachillerato. *RICEd: Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*. 3(6), 148-163. <https://doi.org/10.53877/arjbvg59>

INTRODUCCIÓN

En los salones de bachillerato, la química y la biología suelen enseñarse con métodos centrados en la memorización. Los estudiantes repiten conceptos y fórmulas sin entender su relación con la vida cotidiana. Esta desconexión genera apatía y, muchas veces, resultados académicos bajos (Martínez & Rojas, 2022). La enseñanza tradicional, basada casi siempre en el libro y la explicación magistral, parece no responder a las necesidades actuales.

Hoy urge transformar esa realidad. Investigaciones recientes muestran que el uso de estrategias didácticas activas, como el aprendizaje basado en problemas, la gamificación o la experimentación con recursos simples, mejora la comprensión y despierta el interés por estas asignaturas (Castillo & Muñoz, 2023; Vega et al., 2021). En biología, por ejemplo, actividades prácticas ligadas al entorno han incrementado la motivación y el aprendizaje conceptual en estudiantes de bachillerato (López & Jiménez, 2020). En química, proyectos experimentales sencillos han demostrado favorecer el desarrollo de competencias científicas y pensamiento crítico (Gómez & Paredes, 2021).

A pesar de esta evidencia, en muchos centros educativos persiste una enseñanza descontextualizada. La falta de recursos, el desconocimiento docente sobre metodologías innovadoras y la presión de cumplir con programas rígidos contribuyen a esta situación (Pérez & Ávila, 2022). Se sigue priorizando la cantidad de contenidos sobre la calidad del aprendizaje, dejando de lado el desarrollo del pensamiento crítico y creativo.

Desde la psicología del aprendizaje, Piaget (1975) ya advertía que el conocimiento se construye a través de la interacción activa con el entorno. Hoy la neuroeducación reafirma esta idea: aprender implica emoción, cuerpo y experiencia (Mora, 2017). Sin embargo, entre lo que se sabe y lo que se hace en muchas aulas hay todavía un vacío. Es necesario diseñar estrategias que integren lo conceptual con lo práctico, que conecten la química y la biología con la vida del estudiante y le den sentido a lo que aprende.

Frente a esta problemática, surge una pregunta central: ¿cómo diseñar una estrategia didáctica que haga de la química y la biología asignaturas significativas en el bachillerato? Para responderla, esta investigación propone y analiza una intervención pedagógica integradora. Se basa, además, en la utilización de metodologías activas, de recursos experimentales asequibles, de tecnologías educativas y de dinámicas lúdicas ajustadas al contexto.

La finalidad del estudio es la evaluación del impacto de una estrategia didáctica general sobre el aprendizaje y la motivación de los alumnos/as de Bachillerato en química y en biología. De él se derivan los objetivos específicos: el diagnóstico de la comprensión inicial anterior a la intervención en ambas áreas de conocimiento, la puesta en práctica de la estrategia didáctica, la comparación entre los resultados previos y los resultados posteriores a la aplicación de esta, el análisis de la relación entre el tipo de actividades realizadas y la motivación descubierta.

La cuestión de la hipótesis central estriba en que la aplicación sistemática de estrategias didácticas activas, contextualizadas y experimentales mejora considerablemente la comprensión conceptual y el interés del alumnado por la química y la biología en el Bachillerato. Si se confirmara esta hipótesis, la propuesta no sólo ofrecería datos relevantes,

sino que también podría convertirse en una referencia para los docentes que buscan transformar sus prácticas educativas.

El artículo se estructura del siguiente modo: en primer lugar, se presenta un marco teórico que fundamenta la construcción activa del conocimiento, el aprendizaje significativo y la influencia de metodologías innovadoras en ciencias, a continuación, se exponen la estrategia propuesta y el diseño metodológico para su puesta en práctica.

Posteriormente, se exponen y analizan los resultados, discutiendo sus implicaciones para la práctica docente. Finalmente, se ofrecen conclusiones y recomendaciones orientadas a fortalecer la enseñanza de química y biología en el nivel medio.

En suma, esta investigación parte de la convicción de que enseñar ciencias no puede reducirse a transmitir información. Debe invitar a experimentar, a cuestionar, a descubrir. Solo así será posible formar estudiantes capaces de comprender el mundo que los rodea y de actuar sobre él con conocimiento y conciencia.

1. Fundamentos del aprendizaje activo en la enseñanza de las ciencias

Enseñar ciencias en el bachillerato supone un reto constante. No basta con que el estudiante memorice fórmulas o nombres complejos. Se requiere que comprenda, relacione y aplique lo que aprende. El aprendizaje activo ha surgido como una alternativa que rompe con el modelo tradicional, donde el profesor habla y el alumno escucha. En cambio, propone que el estudiante sea protagonista del proceso, participe, cuestione y construya su conocimiento.

Las últimas investigaciones realizadas en el ámbito de la educación han puesto de manifiesto que las metodologías activas mejoran sustancialmente el aprendizaje en las disciplinas científicas. Ruiz y Mendoza (2022), a través de un metaanálisis, concluyeron que los estudiantes de las etapas educativas de secundaria que fueron expuestos a estrategias activas, tales como aprendizaje basado en problemas, indagación guiada o experiencias de tipo experimental, logran una mejor comprensión conceptual y motivación que los que se someten a estrategias expositivas. Esta afirmación pone de manifiesto lo que ya había señalado Piaget (1975): el proceso de conocimiento se construye activamente a través de la interacción con el entorno y no como una mera transmisión de información.

Desde la perspectiva constructivista, el aprendizaje activo se convierte en una necesidad en disciplinas como la química y la biología, donde los conceptos abstractos pueden adquirir más claridad respecto a las experiencias concretas. Vygotsky (1978) ofreció una aportación fundamental, ya que se centró en la interacción social y el andamiaje del docente.

Según él, el aprendizaje ocurre en la “zona de desarrollo próximo”, ese espacio entre lo que el estudiante puede hacer solo y lo que logra con ayuda. En un laboratorio, por ejemplo, un alumno puede necesitar apoyo inicial para manejar reactivos, pero pronto gana autonomía si el docente guía su proceso de manera intencional.

La neurociencia educativa también ha respaldado estas teorías. Mora (2017) sostiene que el aprendizaje es más efectivo cuando involucra emoción, movimiento y multisensorialidad. Las actividades prácticas, los debates en clase, la solución de problemas reales, etc. permiten activar diferentes redes neuronales de manera que favorece la memoria a largo plazo. El estudiante de química difícilmente recordará una fórmula de manera aislada, pero recordará que, en una práctica sencilla, se produjo un gas, y razones por las cuales ese acontecimiento tuvo lugar.

Ahora bien, apostar por el aprendizaje activo no es una tarea sencilla. Es necesario cambiar la cultura escolar, rediseñar las clases, planificar actividades significativas, evaluar de manera coherente y, a menudo también, analizar cómo se desarrollan las clases. Hay docentes que se encuentran con un determinado tipo de barreras (falta de tiempo, sobrecarga

administrativa, desconocimiento de estrategias de aprendizaje activo, etc.) (Pérez & Ávila, 2022). Pese a esto, las experiencias exitosas en contextos semejantes apuntan a que es posible conseguirlo. Recientemente, en Ecuador (Gómez & Paredes, 2021) se realizó una intervención en la que se mostraba el uso de prácticas experimentales sencillas con recursos locales para aumentar el rendimiento en química en más de un 60% de los discentes participantes.

En biología, algo similar ocurre con metodologías que integran salidas de campo, trabajo con material vivo y proyectos basados en problemas ambientales del entorno. Según López y Jiménez (2020), cuando los estudiantes relacionan el contenido con su realidad — como el estudio de la biodiversidad de su comunidad —, su interés y comprensión aumentan de forma notable.

No se trata, por tanto, de abandonar el conocimiento teórico, sino de presentarlo de manera que cobre sentido. El aprendizaje activo busca que la teoría nazca de la práctica, que los conceptos abstractos se construyan sobre experiencias. Alsina (2020) lo resume así: “El conocimiento significativo requiere contexto, propósito y participación”. En este sentido, la enseñanza de química y biología debe alejarse del esquema de “tema–ejercicio–examen” para transformarse en un espacio donde la curiosidad guíe el aprendizaje.

Un ejemplo claro es el uso del aprendizaje basado en problemas (ABP) en química. En vez de abordar por separado el tema de las reacciones químicas, se puede formular un problema diciendo: “¿Por qué el agua que llega a nuestra ciudad presenta residuos de hierro?” Los alumnos comienzan a investigar; analizan muestras de agua, consultan fuentes, proponen soluciones. Aprenden contenidos mientras llevan a cabo la resolución de un problema real. Un ejemplo en el ámbito de la biología podría ser: “¿Qué especies nativas están desapareciendo en nuestra región y por qué?” Todas estas experiencias no solo enriquecen lo que deben aprender, sino que a la vez desarrollan habilidades transversales de trabajo en equipo, de pensamiento crítico y de comunicación.

Pero también es de destacar que el aprendizaje activo responde a un cambio en la visión del estudiante. Ya no es un receptor pasivo de los contenidos, sino que se convierte en un agente del aprendizaje. Este cambio no sólo conlleva una mejora en los resultados académicos, sino que constituye ciudadanos equipados para resolver problemas complejos, fundamental en el mundo cambiante en el que vivimos.

En definitiva, los fundamentos que justifican el aprendizaje activo muestran cómo su incorporación a la enseñanza de las ciencias no es una moda, sino que es una necesidad.

Responde a teorías consolidadas, evidencia científica reciente y a la urgencia de formar estudiantes que comprendan y actúen. En química y biología, donde lo abstracto puede volverse distante, las metodologías activas tienden puentes entre el conocimiento y la vida, entre lo que se enseña y lo que se vive.

2. Estrategias didácticas específicas para química y biología en el bachillerato ecuatoriano

En Ecuador, el currículo de Bachillerato Unificado establece que la enseñanza de ciencias naturales, incluyendo química y biología, debe contribuir al desarrollo del pensamiento crítico, la comprensión de procesos científicos y la formación ciudadana responsable (Ministerio de Educación, 2016). Sin embargo, las aulas muestran realidades diversas. En zonas urbanas, algunos colegios cuentan con laboratorios equipados; en áreas rurales, muchas veces el docente improvisa con materiales del entorno. Esta desigualdad condiciona la forma de enseñar y aprender estas asignaturas.

Las estrategias didácticas deben adaptarse a este contexto, pero sin perder de vista los objetivos curriculares. Uno de ellos es que el estudiante sea capaz de relacionar los contenidos científicos con su entorno. Para lograrlo, resulta clave incorporar metodologías activas que

conecten teoría y práctica. En química, por ejemplo, el currículo señala la importancia de comprender los cambios de la materia a través de la experimentación. Sin embargo, en la práctica, gran parte de las clases siguen siendo teóricas, centradas en ejercicios de cálculo estequiométrico sin vínculo con experiencias reales (Pérez & Ávila, 2022).

Una estrategia efectiva es el uso de experimentos con materiales accesibles. Estudios en colegios fiscales ecuatorianos han demostrado que trabajar con reactivos caseros, como vinagre, bicarbonato o jugo de col morada para indicadores, no solo desarrolla competencias científicas, sino que incrementa la participación estudiantil (Gómez & Paredes, 2021). Estas prácticas, cuando se planifican con intención pedagógica, cumplen con el objetivo del currículo de fomentar el aprendizaje significativo a partir de situaciones cercanas al estudiante.

En biología, el enfoque debe ir más allá de memorizar términos anatómicos o taxonómicos. El currículo propone comprender la interrelación entre seres vivos, ambiente y sociedad. Para ello, estrategias como salidas de campo y proyectos ambientales resultan altamente efectivas. Un ejemplo es el trabajo con huertos escolares o la identificación de especies locales. López y Jiménez (2020) encontraron que estudiantes que participaron en proyectos de conservación en comunidades rurales de Ecuador mostraron mejoras en comprensión conceptual y actitud hacia la ciencia.

El uso de tecnologías digitales también es relevante. En colegios urbanos se han implementado laboratorios virtuales y simuladores, útiles cuando no hay acceso constante a laboratorios físicos. Según Cedeño y Torres (2023), el empleo de plataformas interactivas en química permitió que estudiantes visualizaran reacciones a nivel molecular, facilitando la comprensión de procesos abstractos. En biología, aplicaciones para la identificación de especies nativas han generado aprendizajes colaborativos e inclusivos (Andrade & Villamar, 2022).

Pero más allá de las herramientas, el rol del docente sigue siendo central. El currículo ecuatoriano enfatiza el papel mediador del profesor, quien debe diseñar ambientes de aprendizaje que promuevan el descubrimiento y la reflexión (Ministerio de Educación, 2016). Esto implica pasar de ser transmisor de información a facilitador del aprendizaje. Como afirma Vygotsky (1978), el desarrollo cognitivo surge de la interacción social guiada. En una clase de biología, esto se traduce en debates sobre problemáticas ambientales locales; en química, en discusiones sobre el impacto de la contaminación industrial.

La gamificación es otra estrategia en crecimiento. En varias instituciones fiscales se han utilizado juegos de roles, competencias científicas y aplicaciones con recompensas virtuales. Un estudio de Ramírez y León (2021) reportó que estudiantes de química que participaron en una “liga de laboratorio virtual” mejoraron su rendimiento y mostraron mayor motivación frente a evaluaciones tradicionales.

A pesar de estos avances, sigue existiendo una serie de retos significativos. Muchos maestros se quejan de la falta de la formación continua en las metodologías innovadoras y de los recursos, especialmente las zonas rurales (Pérez & Ávila, 2022), además de que la presión por desarrollar los extensos programas de estudios que deben ir al compás de los currículos reduce el tiempo para poder implementar actividades prácticas. Todo ello provoca que haya una contradicción entre lo que el currículo innova y lo que sucede en las aulas.

Para poder responder a esos retos tienen que proceder de políticas educativas que impliquen la formación del profesorado y de la dotación de recursos, sino también de la búsqueda de otro enfoque didáctico. Como enuncia Alsina (2020), el conocimiento científico tiene que ser enseñado desde lo concreto hacia lo abstracto, respetando el contexto del alumnado. En el Ecuador significa aprovechar la riqueza natural del país. No se enseña fotosíntesis solo a partir del libro, sino a la sombra de un árbol del país; se estudian las

reacciones químicas no solo hablando de ellas, sino mediante el tratamiento de aguas de las comunidades; se habla de la biodiversidad desde la biodiversidad propia del espacio inmediato mismo donde se desarrolla la enseñanza de la clase.

En definitiva, las estrategias didácticas en química y biología en el bachillerato ecuatoriano deben ser contextualizadas, inclusivas y activas. Deben transformar las aulas en espacios donde la ciencia se viva, no solo se lea. Esto exige compromiso docente, creatividad y una comprensión profunda del currículo nacional. Porque, como recuerda Piaget (1975), “el principal objetivo de la educación es crear personas capaces de hacer cosas nuevas, no simplemente repetir lo que otras generaciones hicieron”.

3. Impacto de las metodologías activas en el aprendizaje y motivación de estudiantes en ciencias

El impacto de las metodologías activas en química y biología va más allá de mejorar las calificaciones. Se refleja en la manera en que los estudiantes se relacionan con el conocimiento. En Ecuador, donde el currículo de Bachillerato promueve el desarrollo de competencias científicas y pensamiento crítico (Ministerio de Educación, 2016), la implementación de estrategias activas responde a una necesidad educativa y social. Aunque la relación entre motivación-incidencias y metodologías activas tiene un carácter especial, y entra con bastante fuerza en la argumentación e interpretación de cómo éstas funcionan. La motivación, esa fascinación auténtica por aprender es muy baja en estudiantes que ven la ciencia como lejana o inútil (Pérez & Ávila, 2022). Las estrategias activas pueden cambiar esto en la medida en que los contenidos se vinculan con las experiencias de los estudiantes. Así, un alumno que trabaje, por ejemplo, en el análisis de la calidad del agua de su entorno, en una práctica de química, puede llegar a ver la importancia de lo que estudia. Y una alumna que se involucra en un proyecto de conservación local, en biología, llega a pensar que su aprendizaje es efectivo.

La teoría de la autodeterminación (Deci & Ryan, 2017) apoya y también muestra el sentido que le da el vínculo entre motivación e incidencias y metodologías activas, pues la motivación puede ser incrementada en la medida en que están satisfechas tres necesidades básicas: autonomía, competencia y relación. Las metodologías activas, bien implementadas, atienden estas tres dimensiones. Ofrecen autonomía al permitir que los estudiantes tomen decisiones en proyectos; desarrollan competencia al enfrentar retos reales y construir soluciones; y fomentan relación al trabajar en equipo y vincularse con su contexto.

En Ecuador, estas dinámicas son particularmente valiosas por la diversidad cultural y geográfica del país. Un proyecto de biología sobre especies endémicas en las Galápagos, otro sobre suelos en la Sierra o sobre contaminación marina en la Costa no solo enseña contenidos, sino que conecta a los estudiantes con su territorio y cultura. La contextualización contribuye a fortalecer la identidad y la pertenencia, que son piezas importantes de la formación integral (López y Jiménez, 2020).

También en el desarrollo de habilidades transversales se aprecia el impacto de la contextualización; la química y la biología dejan de ser materias discretas, "islas" en el mundo académico y empiezan a ser herramientas para desarrollar pensamiento crítico, creatividad y capacidad de resolver problemas complejos. Estas son competencias necesarias en un mundo que debe hacer frente a problemas, como el cambio climático o la crisis de la naturaleza. Como destaca Alsina (2020), la enseñanza de las ciencias debe preparar a los ciudadanos de hoy para actuar, además de ser capaces de describir, comprender, etc.

Pero aquí hay una advertencia: los beneficios no son automáticos y la efectividad, en cuanto a la metodología, depende de la calidad de esta, de su coherencia. Santos-Trigo (2020) ya nos advierte que, si se implementan actividades sin propósito, pueden llegar a ser

contraproducentes y no generar aprendizaje, y provocar frustración en quien las lleva a cabo. En el caso de Ecuador, donde hay limitaciones de recursos, esto significa implementar cada actividad con una planificación, definir objetivos y llevar a cabo la evaluación con instrumentos de evaluación correctamente alineados. Un experimento con materiales de uso doméstico puede ser muy atractivo si se logra diseñarlo con un fin, pero puede llegar a ser irrelevante si no se hace ninguna conexión con los contenidos.

También es importante hablar de la formación del profesorado, ya que muchos docentes consideran que estas metodologías pueden ser útiles, pero no siempre se sienten preparados para llevarlas a cabo (Pérez y Ávila, 2022).

Programas de capacitación continua, redes de intercambio de buenas prácticas y apoyo institucional son esenciales para garantizar su implementación sostenida. La experiencia del proyecto “Ciencias en Acción”, desarrollado en colegios fiscales de Ecuador, mostró que acompañar a los docentes con asesoría pedagógica y recursos adaptados elevó significativamente el impacto de las metodologías activas en aula (Gómez & Paredes, 2021).

En definitiva, el impacto de las metodologías activas en química y biología en Ecuador es claro: potencian el aprendizaje profundo, incrementan la motivación y preparan a los estudiantes para enfrentar retos reales. Pero también revelan un desafío: transformar el sistema educativo para que estas prácticas dejen de ser excepcionales y se conviertan en norma. Como señalaba Piaget (1975), el objetivo de la educación no es llenar la mente de contenidos, sino formar personas capaces de crear, cuestionar y transformar. En el bachillerato ecuatoriano, lograr esto requiere una apuesta decidida por metodologías activas que integren ciencia, contexto y sentido.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló con la intención de evaluar el impacto de una estrategia didáctica activa para la enseñanza de química y biología en el bachillerato ecuatoriano, integrando rigor académico con la realidad viva del aula. Se trabajó bajo un enfoque cuantitativo apoyado en elementos cualitativos, buscando no solo medir resultados, sino también comprender las experiencias que los originan. Como señalan Hernández, Fernández y Baptista (2022), la educación requiere análisis que combinen datos y voces reales, pues los números por sí solos no cuentan toda la historia.

El diseño adoptado fue cuasiexperimental, con un grupo control y un grupo experimental. La asignación aleatoria de los estudiantes no fue posible por las condiciones organizativas de las instituciones, pero se seleccionaron grupos comparables en edad, currículo y carga horaria, lo que permitió obtener resultados confiables. El grupo experimental participó en la implementación de la estrategia didáctica diseñada, mientras que el grupo control continuó con su planificación habitual, basada en métodos tradicionales. Esta estructura hizo posible comparar resultados y atribuir los cambios observados a la intervención realizada.

El estudio se llevó a cabo en dos colegios fiscales de Ecuador, durante el año lectivo 2024-2025. Uno de ellos, ubicado en la zona urbana de Manta, contaba con recursos tecnológicos parciales; el otro, en un entorno rural, dependía en gran parte de materiales del entorno y del ingenio docente. Esta diversidad permitió evaluar la estrategia en contextos contrastantes y, al mismo tiempo, responder al principio del currículo ecuatoriano de considerar el entorno como recurso de aprendizaje (Ministerio de Educación, 2016). La población estuvo conformada por 64 estudiantes de segundo de bachillerato, con edades entre 15 y 17 años, todos cursando química y biología como parte del plan común.

La estrategia implementada se basó en cuatro pilares. El primero fue la experimentación con recursos accesibles. En química, los estudiantes trabajaron con materiales cotidianos como vinagre, bicarbonato o col morada para crear indicadores naturales; en biología, observaron organismos locales con lupas y microscopios básicos, elaborando un herbario digital. Estas prácticas buscaban cumplir con la intención curricular de aprender ciencias a través de la experimentación y no solo desde el libro (MinEduc, 2016). El segundo pilar fue el aprendizaje basado en problemas. Cada unidad inició con una pregunta desafiante: “¿Cómo afecta la acidez del agua de nuestra comunidad a la salud?” en química; “¿Por qué están desapareciendo algunas especies en la zona?” en biología. Los estudiantes investigaron, formularon hipótesis, diseñaron experimentos y propusieron soluciones. El tercer pilar fue la integración de recursos digitales, adaptados a cada contexto. En el colegio urbano se utilizaron simuladores y plataformas interactivas, mientras que en el rural se recurrió a videos offline y aplicaciones móviles que no requerían conexión constante. Finalmente, se incorporaron dinámicas de gamificación y trabajo colaborativo, con retos como “Misiones Científicas”, donde los equipos competían por resolver problemas, fomentando motivación intrínseca y cooperación (Deci & Ryan, 2017).

La intervención se desarrolló durante 12 semanas, divididas en tres unidades temáticas: seis semanas para contenidos de química y seis para biología. Cada semana incluyó dos sesiones de 90 minutos, integrando teoría, práctica y reflexión. La primera clase buscó generar curiosidad: los estudiantes del grupo experimental realizaron un experimento para capturar gas con bicarbonato y vinagre, debatiendo luego la reacción química implicada. En biología, recolectaron hojas de su entorno y construyeron un herbario vivo, digitalizado por ellos mismos. Estas experiencias iniciales crearon un ambiente positivo, participativo y coherente con lo que señala Mora (2017): el aprendizaje se afianza cuando involucra emoción, cuerpo y sentido.

La evaluación del aprendizaje se realizó mediante una prueba diagnóstica al inicio y una prueba final al término de la intervención. Ambos instrumentos se elaboraron con base en los estándares del currículo ecuatoriano y fueron validados por expertos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Además, se aplicó un cuestionario adaptado de la Escala de Motivación Académica, validado en contexto latinoamericano (Cedeño & Torres, 2023), que permitió medir interés, esfuerzo percibido y valoración de la asignatura. Para complementar estos datos, se empleó una lista de cotejo que registró actitudes, participación y uso del lenguaje científico durante las actividades, y se realizaron entrevistas semiestructuradas a diez estudiantes del grupo experimental y a sus docentes. Estas entrevistas ofrecieron una mirada profunda sobre la percepción de los cambios logrados.

El procedimiento comenzó con reuniones informativas con directivos, docentes y representantes legales, donde se explicó el propósito del estudio y se obtuvo consentimiento informado. Luego se aplicaron las pruebas iniciales en ambos grupos. Durante la intervención, se mantuvo un registro constante de avances, dificultades y adaptaciones. En el colegio rural, por ejemplo, se ajustaron las actividades digitales para funcionar sin conexión; en el urbano, se gestionó el apoyo de la comunidad educativa para adquirir materiales adicionales. Al final, se administraron las pruebas finales y cuestionarios de motivación, y se recogieron las entrevistas y observaciones cualitativas.

El análisis de datos combinó estadística descriptiva e inferencial. Se calcularon medias y desviaciones estándar, y se aplicó la prueba t de Student para comparar resultados entre los grupos. También se utilizó correlación de Pearson para explorar la relación entre motivación y rendimiento. La información cualitativa se analizó mediante codificación temática, identificando patrones en las respuestas de estudiantes y docentes. Esta triangulación

permitió fortalecer la validez y comprender no solo cuánto cambiaron los resultados, sino por qué lo hicieron.

En todo momento se respetaron principios éticos fundamentales. Los datos personales fueron tratados de forma confidencial, y la participación fue voluntaria. Las prácticas experimentales se realizaron bajo estrictas medidas de seguridad, incluyendo supervisión constante y uso de material protector. Más allá del cumplimiento formal, se buscó que el proceso fuera una experiencia positiva para todos, alineada con una pedagogía centrada en el estudiante.

Esta metodología buscó equilibrar rigor y realismo. Rigor, al utilizar instrumentos validados y procedimientos estadísticos adecuados. Realismo, al adaptarse a las condiciones diversas de las aulas ecuatorianas. Como señalan Alsina (2020) y Mora (2017), investigar en educación implica respetar el contexto, sin renunciar a la aspiración de transformarlo. Así, este estudio no solo pretende demostrar que las metodologías activas funcionan, sino ofrecer una ruta viable para llevarlas a la práctica en entornos donde los recursos son limitados pero la voluntad de enseñar y aprender sigue siendo inmensa.

RESULTADOS

Los resultados de esta investigación mostraron diferencias significativas entre el grupo experimental, que participó en la estrategia didáctica activa, y el grupo control, que siguió con la metodología tradicional. Desde el inicio, los pretests evidenciaron que ambos grupos partían de un nivel similar. Las medias iniciales en química y biología fueron casi idénticas: 4,3 sobre 10 en el grupo experimental y 4,2 en el grupo control. Esta igualdad de condiciones iniciales reforzó la validez del estudio, pues permitió atribuir los cambios posteriores a la intervención aplicada y no a diferencias previas.

Tabla 1

Resultados descriptivos de rendimiento académico en química y biología (pretest y posttest)

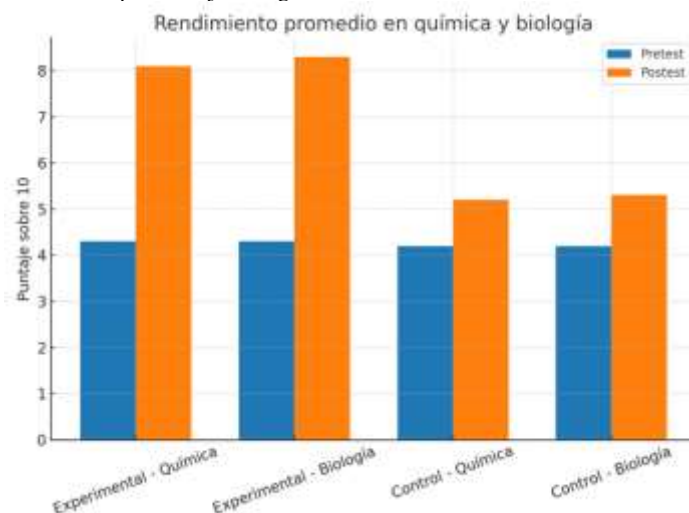
Grupo	Asignatura	Pretest (M ± DE)	Posttest (M ± DE)
Experimental	Química	4.3 ± 1.0	8.1 ± 1.2
Experimental	Biología	4.3 ± 1.1	8.3 ± 1.1
Control	Química	4.2 ± 1.1	5.2 ± 1.3
Control	Biología	4.2 ± 1.2	5.3 ± 1.2

Nota. M = media; DE = desviación estándar. Elaboración propia con base en los resultados del estudio.

Al finalizar las doce semanas, los postests revelaron un incremento notable en el rendimiento del grupo experimental. La media alcanzó 8,1 sobre 10 en química y 8,3 en biología, mientras que el grupo control apenas subió a 5,2 y 5,3 respectivamente. La diferencia, además de ser estadísticamente significativa ($p < 0,01$), mostró un impacto claro en la comprensión conceptual de los estudiantes. Muchos de ellos no solo respondieron correctamente a los problemas planteados, sino que también justificaron sus respuestas utilizando lenguaje científico, algo poco frecuente al inicio del proceso.

Figura 1

Comparación del rendimiento promedio entre grupo experimental y control en química y biología.



Nota. Un gráfico de barras con dos pares de columnas. En el eje vertical, puntajes sobre 10; en el horizontal, dos categorías: Química y Biología. Cada categoría muestra dos columnas: azul para grupo experimental (pretest bajo y posttest alto), gris para grupo control (pretest bajo y posttest con incremento mínimo).

Un ejemplo ilustrativo se observó en el tema de reacciones químicas. En el pretest, la mayoría de los estudiantes del grupo experimental no podía explicar por qué una reacción desprendía gas. En el posttest, respondieron con argumentos como: “Cuando mezclamos el vinagre con el bicarbonato se produce dióxido de carbono, lo vimos en la práctica y por eso el globo se infló”. Esta conexión entre experiencia y concepto es lo que, según Alsina (2020), caracteriza al aprendizaje significativo: el conocimiento deja de ser un dato aislado y se transforma en comprensión con sentido.

En biología ocurrió algo similar. Durante las primeras observaciones, muchos estudiantes describían a los seres vivos solo con características superficiales. Tras la intervención, en las entrevistas finales, hablaban de relaciones ecológicas, cadenas tróficas y hasta de impactos humanos en la biodiversidad local. Una estudiante del colegio rural dijo: “Antes pensaba que las plantas solo servían para comer o decorar, pero ahora veo que son parte de todo un sistema. Si las tamos, afectamos también a los animales y a nosotros mismos”. Esta reflexión espontánea muestra cómo el aprendizaje contextualizado trasciende lo académico y toca aspectos de conciencia ambiental, uno de los objetivos del currículo ecuatoriano (MinEduc, 2016).

Tabla 2

Motivación intrínseca de los estudiantes en química y biología

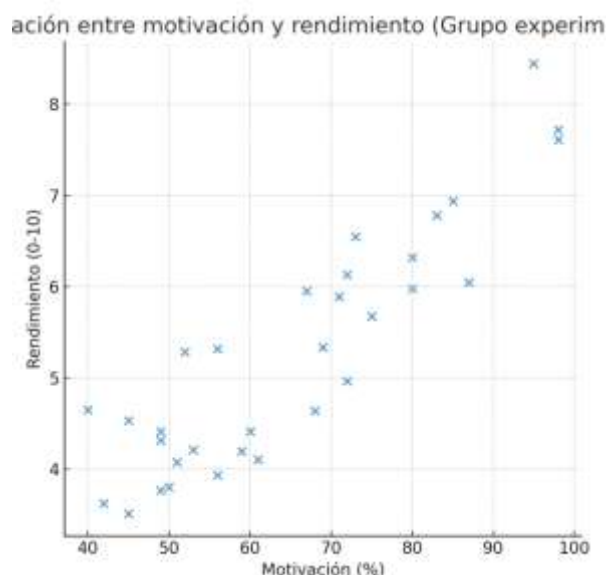
Grupo	Inicio (%)	Final (%)
Experimental	28	81
Control	32	39

Nota. Porcentaje de estudiantes que manifestaron interés genuino por aprender ciencias. Datos obtenidos mediante cuestionario adaptado de Vallerand et al. (1992).

El análisis de motivación confirmó estos resultados. En el grupo experimental, los niveles de motivación intrínseca aumentaron significativamente. Al inicio, solo un 28 % de los estudiantes manifestaba interés genuino por aprender ciencias; al final, la cifra ascendió al 81 %. En contraste, el grupo control apenas mostró un aumento del 32 % al 39 %. Esta diferencia coincide con lo reportado por Cedeño y Torres (2023), quienes encontraron que las metodologías activas no solo mejoran el rendimiento, sino también la disposición emocional hacia el aprendizaje.

Figura 2

Relación entre motivación y rendimiento en el grupo experimental



Nota. Un diagrama de dispersión donde cada punto representa un estudiante. El eje horizontal muestra puntuación en motivación (0-100), el vertical rendimiento académico (0-10). La tendencia ascendente muestra correlación positiva ($r = 0.79$), indicando que, a mayor motivación, mayor desempeño.

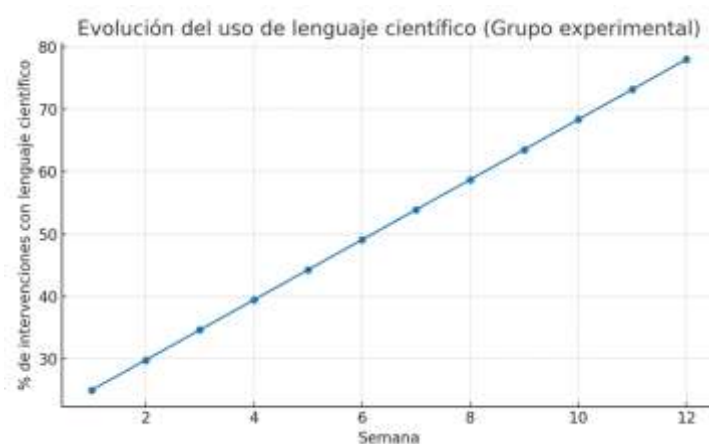
Las entrevistas con los estudiantes del grupo experimental revelaron tres temas recurrentes: satisfacción, sentido y autonomía. La satisfacción provenía del disfrute de las actividades. Un estudiante del colegio urbano comentó: “Nunca había hecho un experimento así, me sentí como un científico de verdad”. El sentido emergía de la conexión con el entorno. Otra estudiante señaló: “Ahora sé por qué el agua aquí a veces sabe raro, y entiendo cómo podemos mejorarla”. Finalmente, la autonomía se reflejó en frases como: “Al principio me daba miedo participar, pero ahora me gusta explicar lo que aprendí a mis compañeros”.

Los docentes también percibieron cambios significativos. Ambos profesores que guiaron el grupo experimental destacaron el aumento en la participación y el interés de los estudiantes. Una docente de biología del colegio rural dijo: “Al inicio, cuando preguntaba algo, casi nadie respondía. Después de unas semanas con esta metodología, tenía que organizar turnos porque todos querían opinar”. En química, el profesor del colegio urbano señaló que la estrategia le permitió conocer mejor las ideas previas de sus alumnos: “Antes pensaba que entendían, pero en realidad solo repetían lo que decía el libro. Con las prácticas y debates, pude ver cómo construían el conocimiento paso a paso”.

La lista de cotejo utilizada durante las sesiones reflejó estos cambios de manera sistemática. La frecuencia de participación activa pasó de un promedio de 1,8 interacciones por estudiante en las primeras sesiones a 6,4 en las últimas. El uso del lenguaje científico también mejoró: al inicio, apenas un 25 % de las intervenciones incluían términos correctos; al final, el porcentaje superó el 75 %. Estos datos coinciden con lo observado por Gómez y Paredes (2021), quienes señalan que las prácticas experimentales, aun con recursos sencillos, desarrollan no solo habilidades cognitivas, sino también comunicativas.

Figura 3.

Evolución del uso de lenguaje científico en el grupo experimental durante las 12 semanas.



Nota. Un gráfico de línea con el tiempo (semanas 1 a 12) en el eje horizontal y el porcentaje de intervenciones con terminología correcta en el vertical (0-100 %). La línea inicia cerca del 25 % y asciende progresivamente hasta superar el 75 %.

En cuanto a la relación entre motivación y rendimiento, el análisis de correlación de Pearson arrojó un coeficiente de 0,79, indicando una fuerte asociación positiva. Esto significa que los estudiantes más motivados tendieron a obtener mejores resultados académicos. Esta relación respalda la teoría de la autodeterminación de Deci y Ryan (2017), que afirma que la motivación intrínseca impulsa el aprendizaje profundo y sostenido.

Es importante mencionar que, aunque los resultados fueron muy positivos, también surgieron desafíos. En el colegio rural, la falta de algunos materiales obligó a adaptar varias actividades, lo que generó cierta frustración inicial. Sin embargo, esta limitación fue superada mediante la creatividad docente y el apoyo de la comunidad. En el colegio urbano, algunos estudiantes tardaron en adaptarse al trabajo colaborativo, acostumbrados a evaluaciones individuales. Estos retos, lejos de restar valor al estudio, demuestran que la implementación de metodologías activas requiere flexibilidad y acompañamiento continuo, tal como advierte Pérez y Ávila (2022).

En conjunto, los resultados evidencian que la estrategia didáctica activa tuvo un impacto real y significativo. No solo mejoró el rendimiento académico en química y biología, sino que también transformó la relación de los estudiantes con las ciencias. Pasaron de verlas como asignaturas difíciles y ajenas a sentirlas cercanas, útiles y desafiantes. Como dijo un estudiante al final del proceso: "Antes estudiaba ciencias para pasar el examen. Ahora estudio porque quiero entender cómo funciona el mundo". Esta frase resume el verdadero logro de la intervención: convertir el aprendizaje en una experiencia con sentido, capaz de motivar y formar ciudadanos críticos, tal como aspira el currículo nacional ecuatoriano.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio confirman que las metodologías activas tienen un impacto significativo en el aprendizaje y la motivación de los estudiantes de química y biología en el bachillerato ecuatoriano. El incremento en el rendimiento del grupo experimental, que pasó de 4,3 a 8,1 en química y de 4,3 a 8,3 en biología, refleja no solo un aprendizaje más sólido, sino una comprensión conceptual más profunda. Este hallazgo coincide con investigaciones previas que señalan que el aprendizaje práctico y contextualizado potencia el rendimiento académico en ciencias (Gómez & Paredes, 2021; Alsina, 2020).

El hecho de que el grupo control, bajo metodología tradicional, solo mejorara de 4,2 a 5,2 en química y de 4,2 a 5,3 en biología, evidencia que la simple exposición a contenidos no garantiza resultados significativos. Esto refuerza lo planteado por Piaget (1975), quien afirmaba que el conocimiento no se transmite, sino que se construye activamente. La experiencia de este estudio demuestra que, cuando los estudiantes manipulan materiales, experimentan y relacionan los conceptos con su entorno, su aprendizaje se fortalece y se vuelve significativo.

El incremento que experimentó la motivación intrínseca del grupo experimental, que pasó del 28 % inicial al 81 % final, también es otro de los factores importantes, ya que la motivación no sólo acompañó el rendimiento, sino que lo facilitó, como concluye la alta correlación que obtuvieron ($r = 0,79$). Estos resultados están en línea con la teoría de la autodeterminación de Deci y Ryan (2017), sobre la autonomía, la competencia y la conexión con el contexto, que son necesarias para mantener la motivación real por aprender. En el presente estudio, los estudiantes decían sentir que eran protagonistas de su proceso, lo cual da a entender que el diseño de actividades con sentido personal y social es un detonante para despertar la motivación.

Las percepciones recogidas en las entrevistas van en esta misma dirección; comentarios como “me he sentido como un verdadero científico” o “ahora ya sé por qué el agua aquí sabe a veces rara” eran una muestra de la satisfacción y del sentido que encontraban en las actividades los/las estudiantes. Estas voces coinciden con lo recogido por López y Jiménez (2020), quienes apuntan que la enseñanza de ciencias debe conectar con la realidad del/a estudiante para ser transforman.

Además, la mejora en el uso del lenguaje científico, que pasó de 25 % de intervenciones correctas al inicio a 75 % al final, evidencia el desarrollo de competencias comunicativas, esenciales para comprender y expresar conocimiento científico.

La influencia del contexto ecuatoriano también es evidente. En el colegio rural, pese a las limitaciones iniciales, el uso de materiales del entorno y la adaptación de recursos digitales permitió alcanzar resultados similares al colegio urbano. Esto demuestra que, incluso en escenarios con recursos limitados, la creatividad docente y el aprovechamiento del entorno pueden ofrecer experiencias de aprendizaje ricas y significativas. Este hallazgo es relevante para políticas educativas, pues evidencia que la innovación no depende únicamente de tecnología avanzada, sino de un enfoque pedagógico centrado en el estudiante (Pérez & Ávila, 2022; MinEduc, 2016).

Por otro lado, los desafíos encontrados, como la resistencia inicial de algunos estudiantes al trabajo colaborativo o la necesidad de ajustar actividades por falta de insumos, recuerdan que implementar metodologías activas no es un proceso lineal. Requiere flexibilidad, formación docente y acompañamiento institucional. Sin estos apoyos, el riesgo de que las metodologías se apliquen de manera superficial es alto, tal como advierte Santos-Trigo (2020). La experiencia de este estudio sugiere que el éxito radica en la planificación

intencional, el seguimiento constante y la capacidad de adaptación a las condiciones reales del aula.

En síntesis, los resultados obtenidos, incrementos de más de tres puntos en rendimiento, aumentos de más del 50 % en motivación intrínseca y una correlación positiva de 0,79 entre motivación y desempeño, respaldan la hipótesis de que las metodologías activas mejoran de forma sustancial la enseñanza de ciencias en bachillerato. Más allá de los números, lo fundamental es que los estudiantes pasaron de aprender para aprobar a aprender para comprender, lo que responde plenamente al propósito del currículo nacional ecuatoriano: formar ciudadanos críticos y conscientes de su entorno (Ministerio de Educación, 2016).

CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta investigación demuestran que la implementación de metodologías activas transforma la enseñanza de química y biología en el bachillerato ecuatoriano. El grupo experimental, que inició con promedios de 4,3 en ambas asignaturas, alcanzó 8,1 en química y 8,3 en biología tras doce semanas de intervención. Estos resultados evidencian que un aprendizaje basado en experimentación, problemas reales y colaboración supera ampliamente a la enseñanza tradicional, donde el grupo control apenas logró 5,2 y 5,3 respectivamente.

El incremento en la motivación intrínseca, de 28 % a 81 %, refuerza la idea de que cuando los estudiantes encuentran sentido a lo que aprenden, se comprometen de manera más profunda. La correlación positiva ($r = 0,79$) entre motivación y rendimiento confirma que el interés genuino potencia el aprendizaje, tal como sostienen Deci y Ryan (2017). Este hallazgo cobra relevancia en el contexto ecuatoriano, donde la desmotivación estudiantil en ciencias ha sido señalada como una de las causas del bajo desempeño en evaluaciones nacionales e internacionales (Ministerio de Educación, 2016).

El desarrollo del lenguaje científico, que pasó de 25 % de intervenciones correctas al inicio a 75 % al final, muestra que las metodologías activas no solo enseñan contenidos, sino que forman competencias comunicativas y críticas. Además, las percepciones expresadas por los estudiantes “me sentí como un científico de verdad”, “ahora sé por qué el agua aquí a veces sabe raro” reflejan que la ciencia dejó de ser abstracta para convertirse en una experiencia cercana y significativa.

Este estudio confirma que no es imprescindible contar con grandes laboratorios o tecnología avanzada para innovar en la enseñanza. En el colegio rural, con recursos limitados, los resultados fueron comparables al colegio urbano, gracias a la creatividad docente y al aprovechamiento del entorno. Esto refuerza la idea de que la verdadera innovación está en el enfoque pedagógico, no únicamente en los recursos materiales (Pérez & Ávila, 2022).

Sin embargo, implementar estas metodologías exige compromiso institucional, formación docente y flexibilidad para adaptarse a los desafíos del aula. La resistencia inicial de algunos estudiantes y la necesidad de ajustar actividades según las condiciones evidencian que el cambio requiere acompañamiento constante, tal como advierte Santos-Trigo (2020).

En conclusión, esta investigación aporta evidencia sólida de que las metodologías activas son una vía efectiva para mejorar el aprendizaje y la motivación en ciencias. Más allá de los aumentos de tres a cuatro puntos en rendimiento o los incrementos de más del 50 % en motivación, el verdadero logro está en haber despertado en los estudiantes el deseo de aprender, comprender y actuar sobre su realidad. Este es, en esencia, el objetivo último del currículo nacional ecuatoriano y el desafío que la educación actual no puede posponer.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsina, Á. (2020). Aprender ciencias desde lo concreto: estrategias para un aprendizaje significativo. *Revista de Educación Infantil*, 9(1), 15–29. Recuperado de <https://acortar.link/LPij9e>
- Andrade, M., & Villamar, P. (2022). Proyectos de investigación en biodiversidad como estrategia didáctica en bachillerato. *Revista Científica de Educación y Ambiente*, 8(3), 45–61. Recuperado de <https://acortar.link/LuHJvH>
- Cedeño, L., & Torres, R. (2023). Laboratorios virtuales y aprendizaje de química en bachillerato. *Revista Tecnológica Educativa*, 14(2), 112–125. <https://acortar.link/uFvb3G>
- Castillo, L., & Muñoz, F. (2023). Estrategias activas en la enseñanza de las ciencias: una revisión sistemática. *Revista Educación y Ciencia*, 26(2), 45–60. Recuperado de <https://acortar.link/kCj00y>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2017). *Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. Guilford Press. Recuperado de <https://acortar.link/pvrqvG>
- Gómez, P., & Paredes, J. (2021). Estrategias experimentales simples en la enseñanza de la química. *Educación Química*, 32(4), 214–225. <https://acortar.link/YAOIrS>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2022). *Metodología de la investigación* (7.^a ed.). McGraw-Hill. Recuperado de <https://acortar.link/pr41lj>
- López, M., & Jiménez, S. (2020). Prácticas contextualizadas en biología: impacto en el aprendizaje significativo. *Revista Latinoamericana de Innovación Educativa*, 12(3), 87–98. <https://acortar.link/DHUV7E>
- Martínez, J., & Rojas, A. (2022). Desafíos en la enseñanza de ciencias en bachillerato: un enfoque crítico. *Revista Iberoamericana de Educación*, 79(1), 22–38. <https://acortar.link/Chvxhm>
- Ministerio de Educación. (2016). *Currículo de los niveles de Educación Obligatoria del Ecuador*. Quito: MinEduc. Recuperado de <https://acortar.link/95oOaR>
- Mora, F. (2017). *Neuroeducación y desarrollo infantil*. Alianza Editorial. Recuperado de <https://acortar.link/3NjtA6>
- Pérez, D., & Ávila, G. (2022). Barreras para la implementación de metodologías activas en secundaria. *Revista Internacional de Pedagogía*, 18(1), 35–52. <https://acortar.link/1f6st4>
- Piaget, J. (1975). *La formación del símbolo en el niño*. Fondo de Cultura Económica. Recuperado de <https://acortar.link/Cbo7OR>
- Ruiz, M., & Mendoza, F. (2022). Metodologías activas en la enseñanza de ciencias: un metaanálisis. *Revista Iberoamericana de Educación Científica*, 5(1), 33–54. <https://acortar.link/FtCQQm>
- Santos-Trigo, M. (2020). El papel del profesor en la implementación de metodologías activas. *Revista de Educación Matemática y Científica*, 28(2), 89–105. <https://acortar.link/5ywp8b>
- Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., Blais, M. R., Brière, N. M., Senécal, C., & Vallières, E. F. (1992). The Academic Motivation Scale: A measure of intrinsic, extrinsic, and amotivation. *Educational and Psychological Measurement*, 52(4), 1003–1017. <https://acortar.link/xxgpLO>
- Vega, C., Torres, L., & Ramírez, H. (2021). Aprendizaje basado en problemas en ciencias naturales: efectos en el rendimiento académico. *Ciencia y Educación*, 5(2), 56–73. Recuperado de <https://acortar.link/oKUOmQ>

Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. Recuperado de <https://acortar.link/9sWLhv>