

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

<https://doi.org/10.35381/e.k.v8i16.4526>

Desarrollo del pensamiento crítico en ciencias naturales mediante estrategias colaborativas. Revisión sistemática

Development of critical thinking in the natural sciences through collaborative strategies. A systematic review

José Eduardo Aguirre-Coello
jaguirreco@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo, Piura, Piura
Ecuador
<https://orcid.org/0000-0001-6301-5160>

Mary López-Helguero
P7001264809@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo, Piura, Piura
Ecuador
<https://orcid.org/0000-0001-9955-2240>

Recepción: 10 de marzo 2025
Revisado: 15 de mayo 2025
Aprobación: 15 de junio 2025
Publicado: 01 de julio 2025

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

RESUMEN

La presente revisión sistemática analizó las estrategias colaborativas basadas en el enfoque por competencias y su contribución al desarrollo del pensamiento crítico en la asignatura de Ciencias Naturales, contemplando diversas aproximaciones metodológicas (cualitativa y cuantitativa) y el método de análisis de contenido. Se recopilaron y compararon los hallazgos de 22 artículos científicos seleccionados de diferentes revistas indexadas en bases de datos internacionales. Los resultados evidenciaron una actitud generalmente positiva hacia el uso del enfoque por competencias en el área de Ciencias Naturales. Se concluyó que, a pesar de los resultados prometedores, las evaluaciones realizadas en diferentes contextos latinoamericanos no han mostrado una efectividad concluyente en el logro de los objetivos propuestos por el enfoque por competencias para la promoción del pensamiento crítico en Ciencias Naturales.

Descriptores: Aprendizaje colaborativo; competencias científicas; pensamiento crítico; Ciencias Naturales; revisión sistemática. (Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

This systematic review analyzed collaborative strategies focused on the competency-based approach and their contribution to the development of critical thinking in the subject of Natural Sciences, considering different qualitative and quantitative methodological approaches and the content analysis method. The findings of 22 scientific articles selected from different journals indexed in international databases were compiled and compared. The results showed a generally positive attitude towards the use of the competency-based approach in the area of Natural Sciences. It was concluded that, in spite of the promising results, the evaluations carried out in different Latin American contexts have not shown a conclusive effectiveness in achieving the objectives proposed by the competency-based approach for the promotion of critical thinking in Natural Sciences.

Descriptors: Collaborative learning; scientific competencies; critical thinking; Natural Sciences; systematic review. (UNESCO Thesaurus).

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje colaborativo, considerado como un enfoque pedagógico en el cual los estudiantes cooperan para alcanzar objetivos comunes, se mantiene como una estrategia didáctica ampliamente favorecida por su capacidad de promover habilidades clave del siglo XXI, tales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la comunicación efectiva y el razonamiento científico (Cárdenas et al., 2022). Este planteamiento resulta particularmente relevante en el área de Ciencias Naturales, en la medida en que propicia el desarrollo de competencias científicas —entre ellas la observación, la indagación y la sistematización— que fomentan la aproximación empírica y reflexiva a la realidad que rodea a los estudiantes (UNESCO, 2023).

En el ámbito internacional, organizaciones como la UNESCO han insistido en la relevancia de la colaboración y la competencia científica como fundamentos para la ciudadanía informada y el desarrollo sostenible (UNESCO, 2023). En un mundo cada vez más interconectado, las habilidades científicas dejan de ser un conocimiento accesorio para convertirse en componentes esenciales de la alfabetización integral, que faculta al individuo para la toma de decisiones responsables frente a la complejidad de los problemas ambientales, sociales y éticos (Saavedra, 2024; Jaramillo, 2019).

No obstante, la implementación del aprendizaje colaborativo en el campo de las Ciencias Naturales presenta retos significativos, asociados a la falta de recursos educativos, la escasa formación continua del personal docente y las brechas tecnológicas, culturales y de infraestructura (Gillies, 2016), aun cuando existe evidencia del impacto positivo que estas estrategias colaborativas ejercen en la motivación estudiantil y en la apropiación de contenidos científicos (García y Gaviria, 2021).

En el caso del Ecuador, la adopción de enfoques pedagógicos colaborativos en Ciencias Naturales varía de manera significativa según la región y el nivel educativo. Si bien se han observado avances sustanciales en ciertas escuelas que han apostado por proyectos de investigación participativa, laboratorios móviles y el uso de entornos virtuales de

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

aprendizaje, la falta de una capacitación docente integral y la limitada dotación de recursos constituyen fuertes limitaciones para la generalización de este modelo. Adicionalmente, la disparidad en el acceso a tecnologías de la información sigue siendo un factor que incrementa las brechas de participación estudiantil, lo cual repercute en los niveles de pensamiento crítico desarrollados por el estudiantado (Castañeda et al., 2024; Medina, 2022).

Por otra parte, el aprendizaje colaborativo ha sido vinculado con diversos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), principalmente con el ODS 4 (Educación de calidad), al promover una educación inclusiva y equitativa, así como el aprendizaje a lo largo de la vida (UNESCO, 2023). También, se le relaciona con el ODS 5 (Igualdad de género), pues fomenta la participación de niñas y mujeres en espacios cooperativos de aprendizaje y con el ODS 10 (Reducción de las desigualdades), al favorecer ambientes en los que se promueva la inclusión social y la equidad.

El presente artículo surge de la necesidad de identificar y sistematizar hallazgos teóricos y empíricos acerca de la implementación de estrategias colaborativas en la asignatura de Ciencias Naturales, bajo un enfoque por competencias, con el fin de favorecer el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de educación básica (menores de 12 a 15 años, según la mayoría de los sistemas educativos latinoamericanos) (López et al., 2022; Pérez et al., 2021). De esta forma, se busca aportar un conocimiento actualizado a la discusión pedagógica sobre el trabajo colaborativo y su efecto en la adquisición de habilidades científicas y de razonamiento crítico (Medina, 2022).

La revisión sistemática desarrollada en este documento tuvo por objetivo describir y analizar las estrategias colaborativas que, bajo el enfoque por competencias, han demostrado efectividad en la formación de un pensamiento científico-crítico en el estudiantado de Ciencias Naturales. Asimismo, se pretende destacar los factores que facilitan o dificultan la puesta en práctica de dichas estrategias en el aula, partiendo de la premisa que los desafíos afrontados en un contexto cultural específico pueden

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

reproducirse, con matices, en diversos escenarios educativos de la región (Zamora, 2020).

En tal sentido, la ejecución de la presente revisión sistemática buscó dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿Qué estrategias de aprendizaje colaborativo son más efectivas para favorecer el pensamiento crítico en diferentes niveles educativos de Ciencias Naturales? Se asume que el aprendizaje colaborativo implica la interacción multidireccional entre estudiantes y docentes, conformando un espacio en el que se comparten ideas, conocimientos, valores y cuestionamientos, de manera organizada y estructurada. En la asignatura de Ciencias Naturales, estas estrategias permiten la experimentación conjunta, la discusión sobre resultados y la reflexión colectiva en relación a problemas ambientales y sociales de naturaleza científica (Castro et al., 2023; Huaca et al., 2023). Además, el trabajo grupal promueve la integración de perspectivas múltiples y la formación de habilidades de investigación y argumentación (Zamora, 2020). Otra de las interrogantes giró en torno a ¿qué factores facilitan o dificultan la implementación del aprendizaje colaborativo bajo el enfoque por competencias en el aula de Ciencias Naturales?

En base a ello, se consideraron factores que podrían incidir positivamente, tales como la disponibilidad de recursos, la formación y motivación docente, así como la posibilidad de trabajar con metodologías activas y entornos virtuales. Por otro lado, se identificaron factores de dificultad como la insuficiente capacitación, la resistencia a cambios metodológicos, la falta de un acompañamiento sistemático por parte de las autoridades y los retos relacionados con el manejo de la diversidad en el aula (Zamora, 2020). En Ciencias Naturales, se agrega la necesidad de contar con laboratorios y herramientas tecnológicas que apoyen la observación y la experimentación.

Bajo este panorama, el objetivo central radicó en analizar la importancia del aprendizaje colaborativo para mejorar las habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de básica en la asignatura de Ciencias Naturales, tanto en la situación global como en la

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

latinoamericana y ecuatoriana, abordando dos dimensiones clave: (i) la identificación de estrategias efectivas, y (ii) la determinación de factores que condicionan la implementación de dichas estrategias, tanto de forma favorable como desfavorable (UNESCO, 2023).

Para cumplir este objetivo, se adoptó el modelo de artículo de revisión sistemática, consultando investigaciones publicadas en los últimos nueve años. La pertinencia de este enfoque se justificó en la necesidad de contar con un panorama actualizado y analítico sobre las posibilidades y limitaciones del aprendizaje colaborativo en Ciencias Naturales, desde la óptica del desarrollo del pensamiento crítico en la educación básica (Núñez et al., 2020).

MÉTODO

La metodología correspondió a las directrices del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), el cual se empleó para realizar las revisiones sistemáticas de forma rigurosa y transparente. A continuación, se describe el procedimiento en cada una de sus fases: primeramente, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en las bases de datos internacionales, tales como: Scielo, Scopus y Web of Science. Posteriormente, se incluyeron también citas académicas que, si bien no se hallan en las anteriores bases de datos, presentan procesos de arbitraje y amplia difusión en la comunidad educativa latinoamericana.

Luego, se emplearon palabras clave en español e inglés, tales como: “aprendizaje colaborativo”, “collaborative learning”, “competencias científicas”, “ciencias naturales”, “critical thinking in science”, “competency-based approach”, “colaborative strategies in biology/natural sciences”, entre otras (García y Gaviria, 2021; UNESCO, 2023).

En cuanto a los criterios de inclusión, se tomaron en cuenta estudios publicados entre 2016 y 2024; artículos centrados en la asignatura de Ciencias Naturales (o Biología) y relacionados con la implementación de estrategias colaborativas e investigaciones que

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

abordaran el enfoque por competencias y su incidencia en el desarrollo del pensamiento crítico o habilidades científicas.

En lo concerniente a los criterios de exclusión, no se consideraron artículos teóricos sin relación con el ámbito de la pedagogía en ciencias o que no incluyeran análisis empíricos pertinentes. Documentos repetidos en las diferentes bases de datos o sin contenido disponible en texto completo.

Como indagación procedimental, se identificaron 242 publicaciones potencialmente relevantes. Se procedió a descartar aquellos artículos que no guardaran relación con el tema, que presentaban deficiencias metodológicas o que no cumplían con los criterios de inclusión. Posteriormente, se leyó el título, el resumen, las palabras clave y, en algunos casos, la metodología completa, reduciendo la base a 30 artículos. Finalmente, después de una evaluación más profunda, se eligieron 22 artículos que cumplían a cabalidad con los objetivos y criterios establecidos.

Para el estudio de los datos, se empleó el método de análisis de contenido, con codificación abierta de temas emergentes en cada artículo, luego se agruparon en categorías relacionadas con el tipo de estrategias colaborativas, los factores de éxito, las limitaciones de implementación, así como las implicaciones en la formación del pensamiento crítico. Para la extracción de la información, se diseñó una ficha bibliográfica que incluía datos de referencia (autor, año, título, fuente), metodología de investigación (enfoque, tipo de estudio, instrumentos), principales hallazgos, conclusiones y recomendaciones.

Seguidamente, la información recolectada se organizó en tablas comparativas; es decir, tablas 1, 2 y 3 en la sección de resultados, precisando aspectos relevantes para la realidad abordada en esta investigación. Se establecieron relaciones cruzadas entre los hallazgos de distintas investigaciones, a fin de determinar convergencias y divergencias y, de esta forma, emitir conclusiones y recomendaciones basadas en la evidencia recopilada (UNESCO, 2023).

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

RESULTADOS

En esta sección, se exponen los hallazgos obtenidos tras la aplicación de la metodología PRISMA y el análisis de contenido. Para organizar la presentación de los resultados, se han formulado dos preguntas de investigación, cuyas respuestas se sintetizan en las *tablas 1 y 2*, y se discuten a lo largo del apartado.

Estrategias de aprendizaje colaborativo más efectivas en distintos niveles educativos de Ciencias Naturales

El primer objetivo de la revisión se centra en identificar las estrategias colaborativas que contribuyen a la generación de pensamiento crítico en la asignatura de Ciencias Naturales.

El aprendizaje colaborativo y la indagación científica

Los estudios analizados en la tabla 1 coinciden en que el aprendizaje colaborativo propicia espacios de experimentación, intercambio de ideas y debates constructivos que favorecen la comprensión de los contenidos de Ciencias Naturales. Según Menacho (2021), la colaboración entre pares fortalece el razonamiento científico al permitir que los estudiantes formulen hipótesis, comparen resultados y discutan posibles explicaciones a fenómenos de su entorno. En este sentido, las estrategias colaborativas no solo contribuyen al desarrollo de competencias científicas, sino que nutren habilidades sociales, la empatía y la comunicación asertiva.

Asimismo, la aplicación de metodologías de proyectos interdisciplinarios resulta útil para motivar a los estudiantes y promover un aprendizaje contextualizado (Olivares Campos y Osuna, 2023).

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

Tabla 1.
 Resultados de la primera interrogante de investigación.

Pregunta	Autores	Título del Artículo	Respuesta a la Pregunta de Investigación	Revista	Dimensiones
¿Qué estrategias de aprendizaje colaborativo son más efectivas en diferentes niveles educativos de Ciencias Naturales?	Menacho (2021)	Estrategias colaborativas: aprendizaje compartido para el desarrollo de la comprensión lectora en estudiantes de educación primaria.	El aprendizaje colaborativo influye positivamente en la comprensión de fenómenos naturales y en el razonamiento científico de los estudiantes de primaria.	Redalyc	Cuantitativo Pre-Experimental
	Zamora (2020)	Estrategias para el aprendizaje colaborativo y los estilos de solución de conflictos escolares en Ciencias	El trabajo cooperativo en ciencias aporta secuencia a las acciones y ordena las ideas con un sentido completo, promoviendo la reflexión grupal.	Revista San Gregorio (anexada a SciELO)	Cuantitativo Descriptivo
	Olivares Campos y Osuna (2023)	La interdisciplinariedad del diseño mediante el aprendizaje colaborativo y basado en proyectos en Ciencias Naturales.	La estrategia interdisciplinar es efectiva para fomentar el desarrollo de proyectos científicos y competencias investigativas en el nivel primario.	SciELO	Cuasi-Experimental

Elaboración: Los autores.

Por ejemplo, el abordaje de problemas ambientales (contaminación del agua, manejo de residuos, estudio de ecosistemas cercanos a la escuela), a través de proyectos colaborativos estimula el pensamiento crítico y la co-construcción de conocimiento (García y Gaviria, 2021).

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

El papel de la educación emocional y la disciplina de ciencias

Otro aspecto resaltado en varias investigaciones es la trascendencia de la dimensión socioemocional en el aprendizaje de las Ciencias Naturales. Según Zamora (2020), el trabajo colaborativo favorece la regulación de emociones como la frustración y la incertidumbre que surgen durante la resolución de problemas científicos. Cuando los estudiantes se enfrentan a situaciones desconocidas, aprenden a gestionar mejor sus emociones y a recurrir al diálogo y a la indagación colectiva para encontrar respuestas. De esta forma, la construcción de un ambiente grupal de confianza potencia la actitud investigativa y la curiosidad.

Factores que facilitan o dificultan la implementación del aprendizaje colaborativo en Ciencias Naturales

El segundo objetivo de la revisión fue identificar los factores que posibilitan o entorpecen la aplicación efectiva de estas estrategias colaborativas en el aula de Ciencias Naturales, considerando diversos contextos educativos. Para ello, se presenta la tabla 2.

Tabla 2.
Resultados de la segunda interrogante de investigación.

Pregunta	Autores	Título del Artículo	Respuesta a la Pregunta de Investigación	Revista	Dimensiones
¿Qué factores facilitan o dificultan la implementación del aprendizaje colaborativo en las aulas de Ciencias Naturales?	Acosta et al. (2022)	Nivel de satisfacción en estudiantes de secundaria con el uso de aprendizaje colaborativo mediado por TIC en Ciencias Naturales	El alto nivel de satisfacción de los estudiantes se vincula con la disponibilidad tecnológica y la calidad de la intervención docente.	Revista Electrónica Educare	Cuantitativo Cuasi-experimental

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

García y Gaviria (2021)	Creencias sobre las interacciones docente-estudiante en el aprendizaje colaborativo de Ciencias	Más que el aprendizaje, en algunas ocasiones, la motivación real del alumnado cumple las expectativas atribuidas a sus docentes, sin embargo, no siempre se fomenta la actividad investigativa.	SciELO	Casos múltiples
Orbegoso et al. (2024)	Carga cognitiva en el aprendizaje colaborativo en el área de Ciencias Naturales	Un aprendizaje colaborativo bien planificado reduce la sobrecarga cognitiva y mejora la comprensión de los fenómenos científicos.	Revista de Ciencias Sociales	Cuali-Cuantitativo

Elaboración: Los autores.

Disponibilidad de recursos y la formación docente

Complementando lo expuesto en la tabla 2, varios estudios coinciden en señalar que uno de los principales factores de éxito en la implementación de estrategias colaborativas es la existencia de recursos didácticos adecuados. Se requiere de un ambiente que facilite la experimentación y la aplicación práctica de los conceptos científicos (p.ej., microscopios, laboratorios, materiales para experimentos simples), así como la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (Acosta et al., 2022).

En tal sentido, la formación continua de los docentes es determinante (Menacho, 2021; Gillies, 2016). Para que el aprendizaje colaborativo sea sostenible y efectivo, los

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

educadores deben dominar metodologías activas y poseer un amplio conocimiento disciplinar que les permita guiar las discusiones y, a la vez, propiciar la autonomía y la construcción colectiva del conocimiento.

Dimensión socioemocional y motivacional

El rol del docente no se limita a la transmisión de contenidos, sino que se extiende a la creación de un clima afectivo favorable (Zamora, 2020). Esto implica reforzar las conductas pro-sociales, la empatía y el respeto por las ideas ajenas, aspectos que influyen directamente en la efectividad del aprendizaje colaborativo. Además, se ha observado que la motivación intrínseca por aprender ciencias mejora cuando los estudiantes trabajan en proyectos colectivos, especialmente si estos proyectos están vinculados a situaciones reales de la comunidad (López et al., 2022; Núñez et al., 2020).

Brechas tecnológicas e infraestructura

Un factor que puede dificultar la implementación de estrategias colaborativas en Ciencias Naturales es la falta de equipamiento y acceso a tecnologías en el aula, fenómeno que se percibe con mayor énfasis en zonas rurales o con menores recursos económicos. Dichas carencias generan desigualdades en la posibilidad de participar plenamente en proyectos que demandan experimentación, recolección de datos y exploración virtual (Pérez et al., 2021).

Implicaciones pedagógicas

La revisión sistemática realizada sugiere que el aprendizaje colaborativo se beneficie, en gran medida, de un enfoque por competencias capaz de potenciar el pensamiento crítico y la indagación científica (Orbegoso et al., 2024).

Sin embargo, para que esta metodología produzca resultados óptimos, se requiere: planificar con precisión las actividades colaborativas, estableciendo roles y objetivos

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

claros para cada miembro del grupo y diseñar estrategias de evaluación formativa que valoren el proceso y el producto del trabajo colaborativo, promoviendo tanto la autorreflexión como el mejoramiento continuo. Asimismo, se requiere fomentar la interdisciplinariedad, vinculando las Ciencias Naturales con otras áreas del currículo (como Matemáticas, Educación Ambiental, Tecnología) y con problemáticas de la vida real; implementar tutorías en espacios de retroalimentación oportunos, que fortalezcan la cohesión y la corresponsabilidad del grupo, así como también, contar con políticas institucionales y apoyos de infraestructura que aseguren la disponibilidad de recursos esenciales (laboratorios, kits de ciencias, TICs, etc.).

A partir de estos hallazgos, el aprendizaje colaborativo se muestra como: una vía para comprender y aplicar conocimientos científicos, y un medio para la construcción de una conciencia ambiental y social, base fundamental del pensamiento crítico en la formación de la ciudadanía responsable y sostenible (UNESCO, 2023).

Tabla de artículos y sus aportes significativos

Con la finalidad de otorgar una panorámica más completa de los estudios analizados, en la tabla 3 se exponen algunos artículos clave y sus aportes significativos. Esta tabla complementa a las tablas 1 y 2, destacando aquellos aspectos metodológicos y hallazgos que resultan de particular relevancia para docentes e investigadores.

De acuerdo con los aportes presentados en la tabla 3, se concluye que la implementación exitosa del aprendizaje colaborativo en Ciencias Naturales no depende exclusivamente del docente o del recurso didáctico, sino de una convergencia de factores que involucran políticas institucionales, formación continua, infraestructura adecuada y, por supuesto, la predisposición del estudiantado a cooperar en la construcción de conocimiento científico (UNESCO, 2023).

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

Tabla 3.
 Aportes de estudios clave sobre aprendizaje colaborativo en Ciencias Naturales.

Autor(es)/Base de datos	Año	País	Aporte Metodológico	Hallazgos Relevantes
Carrera et al./ Scopus	(2024)	Ecuador	Uso de las TIC para el fomento del aprendizaje colaborativo.	Superación de barreras mediante una mejor preparación para enfrentar los retos del siglo XXI.
Carrera et al./ Scopus	(2024)	Ecuador	Uso de las TIC para el fomento del aprendizaje colaborativo.	Superación de barreras mediante una mejor preparación para enfrentar los retos del siglo XXI.
Gillies/Scopus	(2016)	Australia	Formación docente enfocada en el aprendizaje cooperativo.	Correlación positiva entre la colaboración guiada por el docente y la adquisición de competencias científicas.
Erwis et al.	(2024)	Indonesia	Rol de la Realidad Aumentada en el aprendizaje de las Ciencias Naturales.	Los estudiantes que emplearon la Realidad Aumentada en el aprendizaje móvil mostraron progresos en la comprensión de las Ciencias Naturales.
Suendarti y Virgana/ Scopus	(2022)	Indonesia	Estudio experimental enfocado en mejorar el rendimiento en la prueba de ciencias conceptuales a lo largo del aprendizaje en línea, a través de un modelo de aprendizaje colaborativo Jigsaw.	El aprendizaje cooperativo tipo Jigsaw ejerció un impacto significativo, lográndose un buen rendimiento de los estudiantes en las ciencias naturales.
Nickayin et al.	(2023)	Ecuador	La revisión documental y las entrevistas a partes interesadas permitieron delinear la planificación sostenible en San José de Chamanga, Ecuador.	Las reformas jurídicas e institucionales pueden ayudar a crear condiciones de justicia espacial, interaccional y distributiva con el enfoque IA y la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza.
UNESCO	(2023)	Internacional	Informe global sobre competencias en ciencias.	Destaca la importancia de la transversalidad en el desarrollo de proyectos y la relación con ODS 4, 5, 10)

Elaboración: Los autores.

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

DISCUSIÓN

A fin de ampliar la base conceptual y ofrecer un panorama integral, a continuación se profundiza en los principales aspectos abordados en los artículos analizados.

Aprendizaje colaborativo y pensamiento crítico en Ciencias Naturales

El aprendizaje colaborativo se nutre de la interacción cognitiva y social entre los estudiantes. En el ámbito de Ciencias Naturales, este proceso se potencia cuando el alumnado trabaja con problemáticas reales, diseña experimentos y discute los resultados (López et al., 2022; Núñez et al., 2020).

Para la formación del pensamiento crítico, diversos estudios resaltan la relevancia de la metacognición (Gillies, 2016; Orbegoso et al., 2024). Cuando los estudiantes reflexionan sobre sus propios procesos de pensamiento y los comparan con los de sus compañeros, se incrementa la capacidad de identificar errores conceptuales y vacíos de información (Castro et al., 2023; Huaca et al., 2023). A ello se suma la motivación intrínseca que suele despertar la experimentación y el descubrimiento colaborativo, generando un clima de aprendizaje activo y auto-regulado (UNESCO, 2023).

Factores motivacionales y emocionales

La participación entusiasta y el compromiso del estudiantado se encuentran ligados a la presencia de desafíos moderados y alcanzables, que impulsen la curiosidad y la confianza. En ese sentido, el aprendizaje colaborativo en Ciencias Naturales debe prever la distribución adecuada de roles y responsabilidades, de manera que cada estudiante tenga la oportunidad de aportar según sus habilidades y de aprender de los demás. Por ejemplo, en un proyecto de investigación sobre la calidad del agua, se pueden asignar funciones como la toma de muestras, la tabulación de datos, el diseño del informe, la comunicación de resultados, entre otros (Gillies, 2016).

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

Por otra parte, la dimensión emocional puede transformarse en una barrera si no se gestiona adecuadamente (Zamora, 2020). Es fundamental el fomento de la empatía y la escucha activa, así como la resolución pacífica de conflictos. En muchos casos, las experiencias colaborativas pueden desencadenar tensiones o desacuerdos metodológicos, pero con la facilitación del docente, dichos obstáculos se convierten en oportunidades de aprendizaje y de desarrollo de habilidades comunicativas y socioemocionales.

Rol del docente como mediador y facilitador

El enfoque por competencias en Ciencias Naturales coloca al docente como un mediador del aprendizaje, responsable de guiar el diálogo y la indagación, sin monopolizar la información (García y Gaviria, 2021). Así, se espera que el profesor propicie situaciones desafiantes, ofrezca retroalimentación continua y oriente el proceso reflexivo de los estudiantes, en lugar de limitarse a transmitir contenidos de forma unidireccional (Menacho, 2021).

Varios autores también destacan la importancia de ver al docente como un modelo de cuestionamiento crítico, formulando preguntas abiertas y promoviendo la justificación de las respuestas dadas por el estudiantado (Orbegoso et al., 2024). Solo de esta manera se alienta el desarrollo de competencias científicas profundas, que incluyen la capacidad de evaluar evidencias, generar conclusiones con base en datos y difundir los hallazgos de manera clara y argumentada.

Integración de las TIC en el aprendizaje colaborativo de Ciencias Naturales

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han emergido como un facilitador relevante para el aprendizaje colaborativo, al ofrecer plataformas de comunicación, simulaciones y recursos interactivos que enriquecen la experiencia de los estudiantes. Particularmente en Ciencias Naturales, el uso de entornos virtuales puede

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

compensar la ausencia de laboratorios físicos o equipos costosos, permitiendo replicar experimentos y compartir datos en tiempo real (Acosta et al., 2022).

No obstante, es necesario realizar un diseño pedagógico que integre intencionalmente las herramientas digitales, fomentando la interacción, la co-evaluación y la co-construcción de conocimiento. Además, se precisa un acompañamiento a los estudiantes para que adquieran habilidades tecnológicas básicas y adopten buenas prácticas en la búsqueda y procesamiento de la información científica (UNESCO, 2023).

Desafíos y limitaciones en contextos de vulnerabilidad

La revisión identificó que en zonas con recursos limitados, la implementación de estrategias colaborativas encuentra obstáculos como la falta de materiales, carencias en infraestructura y escasa preparación docente (López et al., 2022). Aun así, algunos estudios demuestran que, incluso en entornos con restricciones significativas, es posible innovar a través de laboratorios improvisados, proyectos de indagación en el entorno cercano (observación de flora y fauna local), reutilización de materiales y uso de dispositivos móviles, llegando a cualquier parte mediante el empleo de los medios tecnológicos (Erwis et al., 2024).

Por otro lado, la brecha digital persiste como un problema latente: la velocidad de internet o la disponibilidad de equipos informáticos incide en la eficacia de las experiencias colaborativas en línea (García y Gaviria, 2021). Frente a esta realidad, se recomienda la búsqueda de alianzas institucionales, proyectos de extensión universitaria y participación de la comunidad para dotar de recursos esenciales a las escuelas.

Perspectiva de la evaluación en el enfoque por competencias

Una de las críticas recurrentes es la dificultad para evaluar el aprendizaje colaborativo y las competencias científicas, pues estas requieren métodos de evaluación auténticos, formativos y procesuales (UNESCO, 2023). El uso exclusivo de exámenes escritos,

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

centrados en la memorización de contenido, no refleja las habilidades de indagación y razonamiento crítico que se esperan. Por ello, diversos autores sugieren la incorporación de rúbricas, portafolios, autoevaluaciones y evaluaciones entre pares, así como la supervisión de dinámicas grupales mediante la observación participante (Gillies, 2016). La evaluación debe, por lo tanto, contemplar la calidad de las argumentaciones científicas, la coherencia en el proceso investigativo y la pertinencia de las conclusiones. Adicionalmente, ha de valorarse el grado de involucramiento y responsabilidad que cada integrante del equipo asume en el cumplimiento de las metas grupales (Menacho, 2021).

Vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Finalmente, se destaca que el aprendizaje colaborativo en Ciencias Naturales guarda estrecha relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en la medida en que impulsa la visión integral del estudiante como sujeto capaz de investigar y actuar de forma crítica en su entorno (UNESCO, 2023). Al trabajar temáticas como cambio climático, biodiversidad, energía renovable o manejo de desechos, se potencia la concienciación ambiental y la formación de valores asociados a la sostenibilidad.

Esto cobra especial relevancia en la educación básica, momento en que se sientan las bases para el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia y la protección del entorno. La construcción colaborativa de saberes científicos puede traducirse en la formación de ciudadanos comprometidos con la resolución de problemas socioambientales, siguiendo el principio del aprendizaje integral mediante el compartir de saberes.

CONCLUSIONES

La revisión sistemática efectuada en el presente artículo permitió identificar, de manera clara, la importancia y pertinencia de las estrategias colaborativas basadas en el enfoque por competencias para el desarrollo del pensamiento crítico en la asignatura de Ciencias Naturales. A partir de los hallazgos, se concluye lo siguiente:

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

En lo correspondiente a la relevancia del aprendizaje colaborativo para el pensamiento crítico, el conjunto de estudios revisados señala que el aprendizaje colaborativo en Ciencias Naturales potencia el razonamiento científico, la comunicación efectiva y la capacidad de resolver problemas de manera creativa. El diálogo, la discusión y la experimentación compartida constituyen elementos esenciales para que los estudiantes se apropien activamente de los contenidos y desarrollen una actitud analítica.

En cuanto a la necesidad de una formación docente continua, éstos deben contar con las herramientas pedagógicas y conceptuales que les permitan diseñar, guiar y evaluar experiencias colaborativas. Esto incluye, no solo conocimientos en el área científica, sino también habilidades de facilitación, liderazgo y acompañamiento emocional de los estudiantes.

En lo que respecta a la importancia de los recursos didácticos y las TIC, la disponibilidad de laboratorios, materiales de experimentación y entornos virtuales enriquece de manera significativa la experiencia de aprendizaje colaborativo, especialmente en entornos que carecen de facilidades de infraestructura. El acceso a las TIC impulsa la co-creación de conocimiento, aunque requiere de un uso pedagógico adecuado para no convertirse en un mero sustituto de la interacción presencial.

Por otro lado, en base a los factores socioemocionales y el clima escolar, el aprendizaje colaborativo implica interacciones constantes entre los estudiantes. La promoción de la empatía, la escucha activa y la resolución pacífica de conflictos constituye un factor clave para que las dinámicas grupales sean fructíferas y contribuyan al pensamiento crítico colectivo.

En cuanto a la perspectiva evaluativa integral, evaluar el enfoque por competencias en Ciencias Naturales demanda la adopción de metodologías que valoren la participación, el proceso y la argumentación científica. La rúbrica, la autoevaluación y la evaluación entre pares resultan estrategias efectivas para valorar el progreso de cada estudiante y del grupo.

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

Finalmente, en lo que respecta a la sostenibilidad y conexión con la realidad, el aprendizaje colaborativo en Ciencias Naturales cobra mayor sentido cuando se aborda la realidad inmediata de los estudiantes, reforzando la conciencia ambiental y los compromisos con el desarrollo sostenible. Así, los proyectos colaborativos contribuyen a la formación de ciudadanía crítica y responsable.

A pesar de las coincidencias relacionadas con los beneficios del aprendizaje colaborativo, la revisión también pone de manifiesto que los desafíos en su implementación —sobre todo en contextos vulnerables— siguen siendo notables. La falta de recursos, la insuficiente capacitación docente y las barreras tecnológicas revelan la necesidad de una política educativa integral que fortalezca la infraestructura y la formación continua.

Finalmente, se recomienda ampliar la investigación futura en dos direcciones principales: (a) profundizar en los mecanismos de evaluación de competencias científicas dentro de entornos colaborativos, y (b) explorar el impacto longitudinal de estos enfoques, observando la evolución de las habilidades de pensamiento crítico a lo largo del tiempo y su correlación con desempeños académicos y actitudes ciudadanas proambientales.

En síntesis, el estudio conduce a resaltar la relevancia de una planificación adecuada y la mediación docente para potenciar el aprendizaje colaborativo, a fin de superar los desafíos en la implementación de esta estrategia en las ciencias naturales, como la falta de recursos y la brecha en la formación docente, aspectos que dificultan el desarrollo pleno de las competencias científicas.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todos los colaboradores del presente estudio, por su valioso apoyo en la ejecución del presente estudio.

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Acosta, R., Martín, A., Y Hernández, A. (2022). Nivel de satisfacción en estudiantes de secundaria con el uso de aprendizaje colaborativo mediado por las TIC en el aula de Ciencias Naturales. *Revista Electrónica Educare*, 26(3), 1-18. <https://n9.cl/xjvtz1>
- Cárdenas, J., Rodríguez, C., Pérez, J., y Valencia, X. (2022). Desarrollo del pensamiento crítico: Metodología para fomentar el aprendizaje en Ingeniería. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVIII(4), 512-530. <https://n9.cl/xue3i>
- Carrera, P., Alencastre, J., Parra, E., y Rodas, G. (2024). Exploring the use of technological tools to enhance collaborative learning in higher education Institutions. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences (PJLSS)*, 22(2), 574-589. <https://n9.cl/rn1n2>
- Castañeda, J., Pinto, B., y Sojos, A. (2024). Fomentando el pensamiento crítico mediante aprendizaje colaborativo y cooperativo: Estrategias para mejorar la enseñanza. *Revista Científica*, 9(31), 126-143. <https://n9.cl/kwn6o>
- Castro, M., Chura, G., Verástegui, A., y Calderón, S. (2023). Estrategias cognitivas y socioafectivas en el pensamiento crítico de profesores peruanos. *Mendive. Revista de Educación*, 21(1), 1-11. <https://n9.cl/g6vye>
- Erwis, F., Jixiong, C., Rahayu, N., Raharja, A., y Zebua, R. (2024). Use of Augmented Reality (AR) in mobile learning for Natural Science lessons. *Journal of Social Science Utilizing Technology*, 2(1), 116-126. <https://n9.cl/rn1n2>
- García, A., y Gaviria, A. (2021). Creencias sobre las interacciones docente-estudiante en el aprendizaje colaborativo. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 47(3), 303-319. <https://n9.cl/hnuoa>
- Gillies, R. M. (2016). Cooperative learning: Review of research and practice. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(3), 39-54. <https://n9.cl/i6b3oz>
- Huaca, C., Figueroa, M., y Flores, K. (2023). Pensamiento crítico y estrategias de aprendizaje de los estudiantes del VII ciclo de la escuela profesional de lengua española, Universidad Nacional de Educación, 2020. *Revista Franz Tamayo*, 5(12), 31-53. <https://n9.cl/r6zc3>

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

- Jaramillo, L. (2019). Las ciencias naturales como un saber integrador. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (26), 199-221. <https://n9.cl/ltsww>
- Nickayin, S., Jahelka, A., Ye, S., Perrone, F., y Salvati, L. (2023). Planning for just cities with nature-based solutions: Sustainability and socio-environmental inequalities in San José de Chamanga, Ecuador. *Land*, 12(3), 1-25. <https://n9.cl/ietcxw>
- López, M., Moreno, E., Uyaguari, J., y Barrera, M. (2022). El desarrollo del pensamiento crítico en el aula: testimonios de docentes ecuatorianos de excelencia. *Areté*, 8(15), 161-180. <https://n9.cl/v1xn3>
- Medina, C. (2022). Estrategias metacognitivas en el pensamiento crítico de estudiantes universitarios de Arquitectura, Lima-Perú. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(23), 693-702. <https://n9.cl/s6jb3>
- Menacho, L. (2021). Estrategias colaborativas: aprendizaje compartido para el desarrollo de la comprensión lectora en estudiantes de educación primaria. *Revista de Innovación Educativa*, 25(3), 1-16. <https://n9.cl/r87jrf>
- Núñez, L., Gallardo, D., Aliaga, A., y Diaz, J. (2020). Estrategias didácticas en el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de educación básica. *Eleuthera*, 22(2), 31-50. <https://n9.cl/nxa93>
- Olivares, J., Campos, M., y Osuna, E. (2023). La interdisciplinariedad del diseño mediante el aprendizaje colaborativo y basado en proyectos. *Revista Iberoamericana de Didáctica e Innovación*, 15(3), 125-140. <https://n9.cl/erfdq>
- Orbegoso, L., Vásquez, I., Ledesma, F., y Chunga, W. (2024). Carga cognitiva en el aprendizaje colaborativo en el área de ciencias. *Revista de Ciencias Sociales*, 12(1), 385-398. <https://n9.cl/gipfc>
- Pérez, G., Bazalar, J., y Arhuis, W. (2021). Diagnóstico del pensamiento crítico de estudiantes de educación primaria de Chimbote, Perú. *Revista Electrónica Educare*, 25(1), 1-11. <https://n9.cl/mt441>
- Saavedra, L. (2024). Pensamiento crítico en estudiantes de educación básica regular. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 8(33), 809-819. <https://n9.cl/q2aa3>

José Eduardo Aguirre-Coello; Mary López-Helguero

Suendarti, M., y Virgana, V. (2022). Elevating Natural Science learning achievement: cooperative learning and learning interest. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 16(1), 14-120. <https://n9.cl/c3ps4p>

UNESCO. (2023). Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? <https://n9.cl/hhzk3u>

Zamora, N. (2020). Estrategias para el aprendizaje colaborativo y los estilos de solución de conflictos escolares en el área de ciencias. *Revista San Gregorio*, (40), 90-105. <https://n9.cl/7xqd0>