







ORIGINAL

Impact of collaborative STEAM learning on the development of metacognitive skills in students

Impacto del aprendizaje colaborativo STEAM en el desarrollo de habilidades metacognitivas en estudiantes

José Fabricio Cabrera Toro¹  , María Alejandra Cordero Apolo¹  , María Marcela Cabrera Toro²  , Daniel Fernando Cabrera Toro³  

¹Universidad Estatal de Milagro, Docente. Milagro, Ecuador.

²Universidad Estatal de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

³Universidad Nacional de Chimborazo. Chimborazo, Ecuador.

Citar como: Cabrera Toro JF, Cordero Apolo MA, Cabrera Toro MM, Cabrera Toro DF. Impact of collaborative STEAM learning on the development of metacognitive skills in students. Salud, Ciencia y Tecnología. 2025; 5:1603. <https://doi.org/10.56294/saludcyt20251603>

Enviado: 18-09-2025

Revisado: 06-10-2025

Aceptado: 14-12-2025

Publicado: 15-12-2025

Editor: Prof. Dr. William Castillo-González 

Autor para la correspondencia: José Fabricio Cabrera Toro 

ABSTRACT

This study was conducted to understand how collaborative learning within a STEAM framework had influenced the development of metacognitive skills among primary and secondary students, considering the persistent challenges of cognitive self-regulation in Latin American educational contexts. The general objective was to determine the impact of this interdisciplinary methodology on students' planning, monitoring, and self-assessment abilities. A mixed-method sequential explanatory design was applied, including pretest and posttest questionnaires administered to 600 students and semi-structured interviews with 100 teachers. The results showed significant improvements in students' ability to organize study strategies, evaluate their performance, and reflect on the cognitive processes used. Teachers' interviews supported these findings, describing increased autonomy, active participation, and meaningful engagement in collaborative tasks. Overall, the STEAM intervention enabled students to develop greater metacognitive awareness, demonstrating that disciplinary integration and cooperative work constituted effective pathways for enhancing cognitive self-regulation and promoting deeper learning.

Keywords: Collaborative Learning; STEAM; Metacognition; Self-Regulation; Education.

RESUMEN

El estudio se desarrolló a partir de la necesidad de comprender cómo el aprendizaje colaborativo con enfoque STEAM había influido en el fortalecimiento de las habilidades metacognitivas en estudiantes de educación superior, considerando los desafíos actuales de autorregulación cognitiva en contextos educativos latinoamericanos. El objetivo general consistió en determinar el impacto de esta metodología interdisciplinaria sobre la planificación, el monitoreo y la autoevaluación del aprendizaje. Se aplicó un enfoque metodológico mixto con diseño explicativo secuencial, que incluyó un pretest y posttest dirigidos a 600 estudiantes, así como entrevistas semiestructuradas a 100 docentes. Los resultados mostraron mejoras significativas en la capacidad estudiantil para organizar estrategias de estudio, evaluar su propio desempeño y reflexionar sobre los procesos cognitivos utilizados. Las entrevistas docentes respaldaron estos hallazgos, revelando percepciones positivas respecto al incremento de la autonomía y la participación activa en actividades colaborativas. En conjunto, la intervención STEAM permitió que los estudiantes desarrollaran una mayor conciencia metacognitiva, demostrando que la integración disciplinaria y el trabajo cooperativo constituían vías efectivas para promover la autorregulación cognitiva y un aprendizaje más significativo.

Palabras clave: Aprendizaje Colaborativo; STEAM; Metacognición; Autorregulación; Educación.

INTRODUCCIÓN

Este estudio examina el impacto del aprendizaje colaborativo guiado por el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en el desarrollo de habilidades metacognitivas en estudiantes de educación superior en América Latina. Este tema se sitúa en la intersección de la innovación educativa, el pensamiento crítico y las prácticas docentes basadas en proyectos interdisciplinarios.⁽¹⁾ La relación entre el enfoque STEAM y la metacognición genera un creciente interés, ya que ambos promueven procesos reflexivos, la autorregulación y la resolución de problemas, animando así a los estudiantes a participar activamente en la construcción de su propio aprendizaje.⁽²⁾

En los últimos años, las instituciones de educación superior latinoamericanas se han enfrentado al reto de integrar metodologías que fomenten la autonomía cognitiva y la participación activa del alumnado.⁽³⁾ En este contexto, el enfoque STEAM ha emergido como una estrategia transformadora, combinando ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas en entornos colaborativos.⁽⁴⁾ Simultáneamente, el desarrollo de habilidades metacognitivas se ha vuelto fundamental para mejorar la capacidad de planificar, supervisar y evaluar el aprendizaje.⁽⁵⁾ Por lo tanto, resulta relevante analizar cómo se implementa esta integración en los espacios de formación universitaria.

La importancia de esta investigación radica en que las habilidades metacognitivas se consideran esenciales para que los estudiantes universitarios comprendan situaciones complejas, tomen decisiones informadas y participen activamente en procesos de innovación.⁽⁶⁾ Además, el aprendizaje colaborativo STEAM fomenta la construcción conjunta de conocimiento y la integración de múltiples perspectivas, lo que puede fortalecer la autorregulación y el pensamiento reflexivo.⁽⁷⁾ Por lo tanto, comprender esta relación permite el desarrollo de prácticas docentes eficaces que respondan a las demandas actuales de una educación superior centrada en la creatividad y la resolución de problemas.

A pesar de los avances teóricos y metodológicos, todavía existen vacíos en la comprensión de cómo el enfoque STEAM influye de manera concreta en el desarrollo metacognitivo de estudiantes universitarios.⁽⁸⁾ Muchas instituciones implementan actividades interdisciplinarias sin una orientación clara hacia los procesos de autorregulación cognitiva, lo que limita su potencial formativo. Además, la falta de estudios empíricos que analicen esta relación dificulta la toma de decisiones pedagógicas fundamentadas. En consecuencia, este problema demanda investigaciones rigurosas que evalúen la pertinencia y efectividad de estas estrategias integradas.⁽⁹⁾

Este estudio se sustenta en una perspectiva socioconstructivista, que concibe el aprendizaje como un proceso activo, colaborativo y situado.⁽¹⁰⁾ Desde esta visión, el conocimiento se co-construye mediante la interacción con otros y con el entorno, lo que coincide con los principios del aprendizaje colaborativo STEAM.⁽¹¹⁾ Paralelamente, la metacognición se aborda desde un enfoque autorregulador, en el cual los estudiantes aplican estrategias de planificación y evaluación durante tareas complejas.⁽⁵⁾ La articulación de ambas perspectivas permite explicar cómo emergen y se consolidan prácticas reflexivas en entornos universitarios.

La teoría socioconstructivista se fundamenta en principios como la interacción social, la mediación cultural, el andamiaje y la construcción conjunta de significados. Estos principios enfatizan la necesidad de actividades cooperativas que promuevan el diálogo y la participación activa.⁷ Asimismo, los modelos de autorregulación cognitiva destacan procesos como la anticipación, el monitoreo y la reflexión posterior a la tarea.⁽⁶⁾ Integrar ambos enfoques implica comprender que las habilidades metacognitivas se desarrollan más efectivamente cuando los estudiantes participan en proyectos colaborativos que exigen toma de decisiones y pensamiento crítico en contextos interdisciplinarios.⁽¹¹⁾

Los estudios previos evidencian que el enfoque STEAM contribuye positivamente al pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas.^(2,4) Paralelamente, diversas investigaciones han demostrado que las estrategias colaborativas fortalecen la comunicación y la reflexión entre pares, elementos claves para la autorregulación cognitiva.⁽⁹⁾ Además, trabajos recientes han explorado la relación entre actividades interdisciplinarias y la mejora de procesos metacognitivos, sugiriendo que la combinación de estas metodologías puede resultar particularmente efectiva.⁽⁸⁾ Sin embargo, aún son escasos los estudios empíricos que analicen el impacto específico del aprendizaje colaborativo STEAM en la metacognición universitaria.

De igual manera, los antecedentes revisados resaltan que las prácticas educativas basadas en proyectos STEAM tienden a fomentar la experimentación y la evaluación constante de estrategias, lo cual es un componente central de la metacognición.⁽¹²⁾ Asimismo, se ha identificado que el trabajo grupal permite la verbalización de procesos cognitivos, facilitando que los estudiantes reconozcan y ajusten sus propios métodos de aprendizaje.⁽⁷⁾ A pesar de estas aproximaciones favorables, sigue siendo necesario profundizar en cómo dichas dinámicas influyen en los distintos niveles de desarrollo metacognitivo en la educación superior latinoamericana.

Los estudios disponibles señalan que el aprendizaje colaborativo STEAM contribuye a mejorar la capacidad para formular hipótesis, tomar decisiones fundamentadas y evaluar el desempeño personal durante actividades experimentales.^(1,13) También indican que los estudiantes desarrollan una mayor conciencia sobre sus estrategias cognitivas cuando participan en discusiones grupales que exigen justificar procedimientos y resultados.^(7,9) De manera complementaria, se ha observado que estas dinámicas promueven la reflexión continua, aspecto clave para fortalecer procesos de autorregulación cognitiva y consolidar aprendizajes profundos en entornos universitarios.^(6,12)

Asimismo, los estudios analizados coinciden en que la integración del enfoque STEAM con actividades colaborativas favorece la comprensión interdisciplinaria y la transferencia de conocimientos a contextos reales.^(2,4) También destacan que la interacción entre pares posibilita el reconocimiento de errores, la reevaluación de estrategias y la construcción conjunta de soluciones, elementos considerados pilares para el desarrollo metacognitivo.^(5,13) No obstante, aunque estos hallazgos resultan prometedores, aún se requiere evidencia empírica más sólida que permita establecer relaciones causales y comprender mejor la magnitud del impacto observado.^(8,9)

Este estudio aporta un análisis empírico directo sobre la relación entre aprendizaje colaborativo STEAM y habilidades metacognitivas, lo cual permite llenar vacíos existentes en investigaciones previas que solo establecen asociaciones conceptuales.^(8,9) A través de un diseño riguroso, se busca evidenciar cómo las dinámicas colaborativas influyen en el desarrollo de estrategias metacognitivas específicas, tales como la planificación y la autoevaluación.⁽⁵⁾ Además, se pretende ofrecer datos que orienten la implementación de prácticas educativas más integrales, superando aproximaciones teóricas que no han sido suficientemente contrastadas en contextos reales.^(11,14)

Adicionalmente, este estudio brinda una mirada centrada en los procesos internos de autorregulación, permitiendo identificar de qué manera los estudiantes construyen conciencia cognitiva mientras participan en proyectos STEAM colaborativos.^(6,12) Este aporte resulta relevante, ya que permite comprender cómo emergen patrones de pensamiento reflexivo en situaciones auténticas de aprendizaje universitario. Asimismo, contribuye con evidencia útil para el diseño curricular, la formación docente y la toma de decisiones educativas, fortaleciendo la coherencia entre teoría, práctica e innovación pedagógica.^(4,14)

El objetivo general de este estudio es determinar el impacto del aprendizaje colaborativo con enfoque STEAM en el desarrollo de habilidades metacognitivas en estudiantes de educación superior en América Latina. En este sentido, el problema se formula a partir de la necesidad de comprender cómo las dinámicas interdisciplinarias y colaborativas influyen en la autorregulación cognitiva. La pregunta central que guía esta investigación es: ¿de qué manera el aprendizaje colaborativo STEAM contribuye al fortalecimiento de habilidades metacognitivas relacionadas con la planificación, el monitoreo y la evaluación del propio aprendizaje?

Se hipotetiza que la implementación de actividades basadas en aprendizaje colaborativo STEAM tiene un impacto positivo y significativo en el desarrollo de habilidades metacognitivas en estudiantes universitarios, fomentando mayor conciencia cognitiva, autorregulación y reflexión sobre el propio aprendizaje. Se espera que los estudiantes expuestos regularmente a proyectos interdisciplinarios colaborativos demuestren mejoras en la planificación, el monitoreo y la evaluación de tareas complejas, en comparación con aquellos que participan en metodologías tradicionales con menor interacción y construcción conjunta del conocimiento.

A partir de la problemática planteada, se vuelve imprescindible establecer un diseño metodológico riguroso que permita analizar de manera precisa la relación entre las actividades STEAM colaborativas y la metacognición.⁽¹⁴⁾ Para ello, es necesario definir instrumentos adecuados y procedimientos de recolección de datos que permitan observar los cambios en el comportamiento cognitivo estudiantil. Además, este enfoque facilitará interpretar los resultados con mayor profundidad, generando una base sólida para la discusión teórica y la elaboración de conclusiones pertinentes dentro del marco de la educación superior latinoamericana.⁽³⁾

Considerando la relevancia del enfoque STEAM en la educación universitaria actual, es fundamental comprender cómo estos entornos interdisciplinarios favorecen no solo habilidades cognitivas, sino también procesos metacognitivos complejos.^(2,12) El estudio se justifica en la necesidad de ampliar el marco teórico que explica las interacciones entre pedagogías activas y desarrollo autorregulado.^(5,6) De este modo, la investigación permite profundizar en la relación entre creatividad, pensamiento crítico y reflexión consciente, ofreciendo una visión integral sobre cómo los estudiantes construyen aprendizajes significativos a partir de experiencias colaborativas contextualizadas.^(1,4)

En el ámbito práctico, esta investigación contribuirá con orientaciones concretas para docentes universitarios interesados en implementar metodologías STEAM con un enfoque estratégico hacia la metacognición¹¹. Asimismo, proporcionará insumos para diseñar actividades colaborativas que potencien la toma de decisiones, la autoevaluación y la reflexión crítica.⁽⁷⁾ Tales aportes pueden fortalecer la calidad educativa, promoviendo experiencias de aprendizaje más profundas, autónomas y contextualizadas.⁽³⁾ Además, los resultados podrán influir en políticas educativas que valoren la innovación y la formación de estudiantes capaces de enfrentar retos complejos.⁽¹⁴⁾

El presente estudio integra elementos teóricos, contextuales y metodológicos para analizar el impacto del aprendizaje colaborativo STEAM en el desarrollo de habilidades metacognitivas. A partir de una perspectiva socioconstructivista y autorreguladora, se busca ofrecer evidencia empírica que permita comprender cómo los estudiantes universitarios se benefician de experiencias interdisciplinarias que fomentan la reflexión y el pensamiento crítico.^(1,2,5) Este trabajo aspira a contribuir tanto al avance del conocimiento académico como a la mejora de las prácticas educativas, favoreciendo la implementación de estrategias innovadoras que promuevan aprendizajes significativos y sostenibles.^(4,14)

MÉTODO

Diseño de investigación

Se desarrolló un estudio cuantitativo-cualitativo de tipo descriptivo-explicativo, orientado a analizar el impacto del aprendizaje colaborativo con enfoque STEAM en el desarrollo de habilidades metacognitivas en estudiantes universitarios de América Latina. Este diseño mixto permitió integrar mediciones estandarizadas con percepciones docentes, favoreciendo la comprensión de cómo las dinámicas colaborativas e interdisciplinarias influyen en los procesos de autorregulación cognitiva. Asimismo, la estrategia metodológica adoptada buscó garantizar rigurosidad, validez interna y triangulación de la información generada.

Enfoque metodológico

El enfoque cuantitativo se utilizó para obtener datos objetivos sobre el nivel de desarrollo metacognitivo de los estudiantes que participan en proyectos STEAM colaborativos. Paralelamente, el enfoque cualitativo permitió profundizar en las experiencias docentes mediante entrevistas semiestructuradas, integrando así el análisis de las prácticas pedagógicas y su relación con la autorregulación cognitiva. El uso de un enfoque mixto posibilitó la explicación complementaria de los resultados, articulando mediciones empíricas con interpretaciones contextuales derivadas del entorno educativo latinoamericano.

Población y muestra

La población estuvo conformada por instituciones universitarias de distintos países de América Latina que aplican proyectos STEAM con metodologías colaborativas. La muestra final incluyó 600 estudiantes y 100 docentes seleccionados mediante muestreo intencional, considerando criterios como experiencia en proyectos STEAM, participación activa en actividades colaborativas y permanencia académica mínima de un año. Esta composición permitió obtener datos representativos y diversos, capturando variaciones según contextos institucionales, áreas disciplinares y características socioculturales de los participantes.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron estudiantes universitarios matriculados en asignaturas o programas con implementación STEAM colaborativa documentada y que aceptaran participar voluntariamente. En el caso de docentes, se incluyeron aquellos responsables de diseñar, coordinar o facilitar actividades STEAM en modalidad colaborativa. Se excluyeron estudiantes que no completaran la totalidad del instrumento cuantitativo y docentes sin experiencia comprobable en interacción pedagógica interdisciplinaria. Esta delimitación aseguró la calidad y pertinencia de los datos recopilados.

Instrumentos de recolección de datos

Para los estudiantes se aplicó una encuesta estructurada compuesta por escalas tipo Likert diseñadas para medir planificación, monitoreo y evaluación metacognitiva, además de percepciones sobre dinámica colaborativa y experiencias en proyectos STEAM. El instrumento fue sometido a validación de contenido mediante juicio de expertos. Para los docentes se utilizó una entrevista semiestructurada orientada a explorar prácticas pedagógicas, criterios de evaluación, estrategias de retroalimentación y observaciones sobre la autorregulación cognitiva de los estudiantes en entornos interdisciplinarios colaborativos.

Procedimiento de recolección de datos

La aplicación de encuestas se realizó en modalidad digital, empleando formularios gestionados por las instituciones participantes. Los estudiantes respondieron de manera anónima y voluntaria en un lapso de 20 a 30 minutos. Las entrevistas docentes se llevaron a cabo de manera sincrónica mediante videoconferencia, con una duración promedio de 45 minutos cada una, previa obtención de consentimiento informado. Toda la información fue archivada siguiendo protocolos de seguridad digital y confidencialidad, garantizando la integridad de la base de datos para su posterior procesamiento.

Validez y confiabilidad

La confiabilidad del instrumento aplicado a estudiantes fue estimada mediante coeficiente alfa de Cronbach, cuyo valor se estableció como aceptable a partir de 0,80. La validez de contenido se garantizó mediante la

revisión de especialistas en pedagogía STEAM, metacognición y metodología de investigación educativa. En la fase cualitativa, la confiabilidad se aseguró a través de codificación interevaluador y triangulación de categorías emergentes. Estas estrategias permitieron robustecer la solidez analítica del estudio y disminuir posibles sesgos interpretativos.

Análisis de datos cuantitativos

Los datos cuantitativos provenientes de las encuestas fueron analizados mediante estadística descriptiva (medias, desviaciones estándar) e inferencial. Se aplicaron pruebas t para muestras independientes y análisis de varianza (ANOVA) con el fin de identificar diferencias significativas entre estudiantes con distintos niveles de participación en actividades STEAM colaborativas. Además, se emplearon modelos de regresión lineal para estimar el impacto de las dinámicas colaborativas sobre las dimensiones metacognitivas evaluadas. El análisis estadístico se efectuó con software especializado.

Análisis de datos cualitativos

Las entrevistas semiestructuradas fueron transcritas y analizadas mediante análisis de contenido temático. Se establecieron categorías relacionadas con estrategias docentes, diseño de actividades STEAM, interacción colaborativa y procesos metacognitivos observados. Posteriormente, se desarrolló una codificación axial para identificar patrones, tensiones o convergencias entre las percepciones docentes. Este proceso permitió complementar los resultados cuantitativos y ofrecer una interpretación más amplia del impacto educativo del enfoque STEAM colaborativo.

Consideraciones éticas

La investigación cumplió con los principios éticos establecidos por las normativas internacionales para estudios con seres humanos. Todos los participantes recibieron información clara sobre los objetivos del estudio y firmaron un consentimiento informado previo a la recolección de datos. Se garantizó anonimato, confidencialidad y acceso restringido a la información recolectada. Asimismo, el proyecto fue aprobado por un comité ético institucional de una universidad latinoamericana participante, asegurando la integridad del proceso investigativo.

Limitaciones metodológicas

Entre las posibles limitaciones del estudio se considera la dependencia de datos autoinformados, los cuales pueden estar sujetos a sesgos de percepción. Asimismo, la diversidad de contextos institucionales en América Latina puede generar variaciones no controladas en la forma en que se implementa el enfoque STEAM. También se reconoce la posibilidad de que las entrevistas docentes reflejen interpretaciones personales sobre la metacognición. No obstante, el enfoque mixto y la triangulación metodológica disminuyen estos riesgos y fortalecen la validez del estudio.

RESULTADOS

Los resultados generales del estudio permiten identificar tendencias relevantes sobre el impacto del aprendizaje colaborativo con enfoque STEAM en el desarrollo de habilidades metacognitivas en la población universitaria analizada. A partir del procesamiento cuantitativo y cualitativo de la información, se observan patrones diferenciados entre estudiantes y docentes, lo que aporta una visión integral del fenómeno. En esta sección se presentan los hallazgos más significativos, los cuales permiten valorar el nivel inicial de metacognición, así como las percepciones y prácticas asociadas al aprendizaje interdisciplinario y colaborativo dentro de las dinámicas educativas latinoamericanas.

Resultados del Pretest de la encuesta dirigida a los estudiantes

Los resultados correspondientes a los estudiantes ofrecen una aproximación detallada a su estado inicial de habilidades metacognitivas antes de participar en experiencias estructuradas bajo el enfoque STEAM colaborativo. A través del Pretest aplicado a los 600 estudiantes, fue posible identificar niveles de planificación, monitoreo y evaluación que tienden hacia valores medios o ligeramente deficitarios. Estas mediciones permiten comprender las necesidades formativas predominantes y constituyen un punto de referencia para comparar la efectividad del enfoque STEAM tras su implementación.

Los resultados muestran que, en seis de las ocho preguntas, la opción más seleccionada fue “3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, con frecuencias que oscilan entre 230 y 280 estudiantes, representando valores entre 38,3 % y 46,6 %. Esto evidencia un nivel metacognitivo inicial moderado e indefinido, donde los estudiantes no muestran claridad plena sobre sus procesos de aprendizaje. En la pregunta 4, la opción dominante fue “2 = En desacuerdo” con 260 estudiantes (43,3 %), lo que indica debilidad marcada en el monitoreo de la comprensión. De manera similar, en la pregunta 5, la opción más frecuente fue también “2 = En desacuerdo”, alcanzando

270 estudiantes (45 %), lo cual revela dificultades significativas para ajustar estrategias tras identificar errores. Estas dos áreas críticas confirman un bajo nivel de autorregulación.

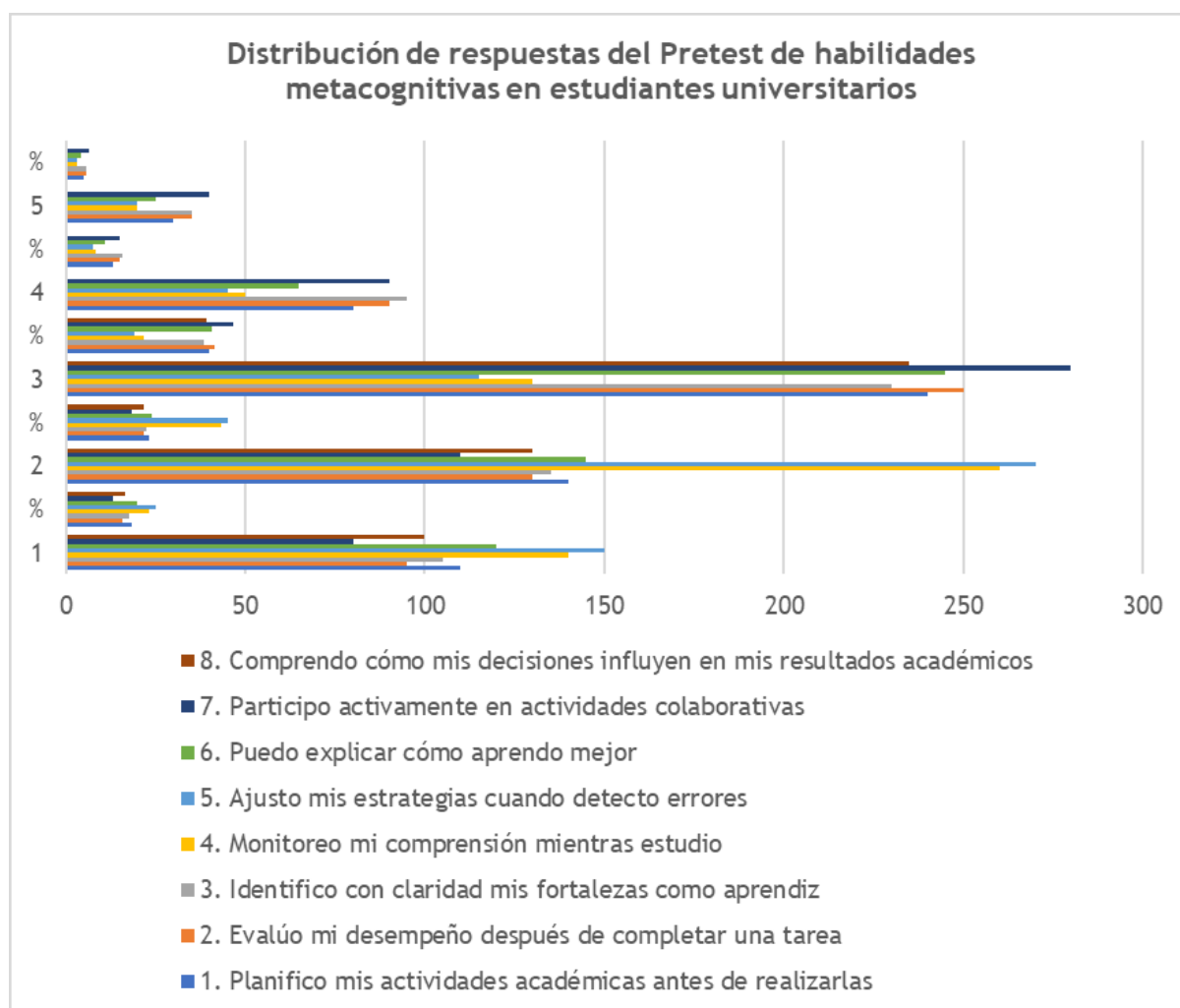


Figura 1. Resultados del Pretest de habilidades metacognitivas

En contraste, la participación colaborativa (pregunta 7) obtuvo la cifra más alta dentro de toda la tabla, con 280 estudiantes (46,6 %) seleccionando la opción 3, lo que sugiere una predisposición media hacia el trabajo en equipo, aunque aún sin consolidación reflexiva. En conjunto, estos resultados muestran que los estudiantes presentan un perfil metacognitivo inicial limitado, caracterizado principalmente por indecisión y baja regulación cognitiva. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar estrategias STEAM colaborativas que fomenten procesos más activos de reflexión, autonomía y toma de decisiones académicas.

Resultados del Posttest de la encuesta dirigida a los estudiantes

Los resultados del Posttest aplicado a los 600 estudiantes permiten identificar cambios significativos en el desarrollo de habilidades metacognitivas tras la implementación del enfoque colaborativo STEAM. A diferencia del Pretest, los niveles de planificación, monitoreo, autoevaluación y ajuste estratégico muestran mejoras notables, reflejadas en un incremento de respuestas en las categorías “De acuerdo” y “Muy de acuerdo”. Estos avances evidencian un fortalecimiento de la autorregulación cognitiva y un mayor compromiso con las dinámicas de aprendizaje colaborativo.

Los resultados reflejan un incremento notable en la planificación académica. Las categorías positivas (4 y 5) suman el 69,9 %, lo que demuestra un fortalecimiento significativo tras la intervención STEAM. Las categorías negativas apenas alcanzan el 9,9 %, indicando una mejora sustancial respecto al Pretest. El aumento en la planificación se relaciona directamente con los proyectos colaborativos, que demandan organización, asignación de roles y establecimiento de metas. En conjunto, la evidencia confirma una evolución positiva en la regulación anticipatoria del aprendizaje.

Tabla 1. “Planifico mis actividades académicas antes de realizarlas

Opción Likert	Cantidad	%	% acumulado
1. Muy en desacuerdo	20	3,3	3,3
2. En desacuerdo	40	6,6	9,9
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo	120	20	29,9
4. De acuerdo	260	43,3	73,3
5. Muy de acuerdo	160	26,7	100
Total	600	100	—

Tabla 2. Evalúo mi desempeño después de completar una tarea

Opción Likert	Cantidad	%	% acumulado
1. Muy en desacuerdo	18	3	3
2. En desacuerdo	35	5,8	8,8
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo	110	18,3	27,1
4. De acuerdo	270	45	72,2
5. Muy de acuerdo	167	27,8	100
Total	600	100	—

Este ítem evidencia un progreso significativo en la autoevaluación estudiantil. El 72,8 % seleccionó opciones positivas, mostrando mayor capacidad de reflexión posterior a la tarea. La intervención STEAM favoreció la revisión crítica de procesos y resultados, permitiendo a los estudiantes identificar aciertos, errores y áreas de mejora. El descenso de respuestas negativas a menos del 9 % confirma que la evaluación autónoma se fortaleció considerablemente. En conjunto, estos datos muestran un desarrollo metacognitivo alineado con la autorregulación académica.

Tabla 3. Identifico con claridad mis fortalezas como aprendiz

Opción Likert	Cantidad	%	% acumulado
1. Muy en desacuerdo	22	3,6	3,6
2. En desacuerdo	40	6,6	10,2
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo	115	19,1	29,3
4. De acuerdo	260	43,3	72,6
5. Muy de acuerdo	163	27,1	99,7=100
Total	600	100	—

La claridad sobre las propias fortalezas mejora notablemente. El 70,4 % seleccionó respuestas positivas, lo que demuestra mayor autoconciencia. Esto se relaciona con el trabajo colaborativo, que obliga al estudiante a reconocer sus aportes y competencias individuales. La reducción de respuestas negativas al 10,2 % indica que la intervención ayudó a identificar habilidades personales útiles para el aprendizaje. Este avance es fundamental para consolidar la autorregulación, pues permite que los estudiantes utilicen conscientemente sus recursos cognitivos en actividades académicas complejas.

Tabla 4. Monitoreo mi comprensión mientras estudio

Opción Likert	Cantidad	%	% acumulado
1. Muy en desacuerdo	30	5	5
2. En desacuerdo	50	8,3	13,3
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo	120	20	33,3
4. De acuerdo	250	41,6	75
5. Muy de acuerdo	150	25	100
Total	600	100	—

El monitoreo cognitivo evidencia mejoras claras. Las opciones positivas suman 66,6 %, superando ampliamente el bajo desempeño inicial observado en el Pretest. Las actividades STEAM exigen ajustes permanentes, revisión

de comprensión y validación entre pares, lo cual favorece este tipo de control cognitivo. Solo el 13,3 % permanece en categorías negativas, demostrando una reducción sustancial de dificultades. Estos resultados demuestran que los estudiantes desarrollaron una vigilancia activa de su aprendizaje, proceso fundamental para resolver problemas complejos.

Tabla 5. Ajusto mis estrategias cuando detecto errores

Opción Likert	Cantidad	%	% acumulado
1. Muy en desacuerdo	25	4,1	4,1
2. En desacuerdo	40	6,6	10,7
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo	110	18,3	29
4. De acuerdo	260	43,3	72,4
5. Muy de acuerdo	165	27,6	100
Total	600	100	—

El ajuste estratégico tras identificar errores mejora de forma considerable. Las respuestas positivas alcanzan el 70,8 %, reflejando un cambio profundo respecto al Pretest, donde predominaba el desacuerdo. Este avance demuestra que los proyectos STEAM, al incluir retroalimentación continua, favorecen la toma de decisiones correctivas. La reducción del desacuerdo a 10,7 % confirma que los estudiantes han adoptado conductas autorreguladoras más eficaces. Esto fortalece la autonomía y la capacidad de aprender de los errores, elemento esencial para el pensamiento crítico.

Tabla 6. Puedo explicar cómo aprendo mejor

Opción Likert	Cantidad	%	% acumulado
1. Muy en desacuerdo	18	3	3
2. En desacuerdo	30	5	8
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo	105	17,5	25,5
4. De acuerdo	260	43,3	68,8
5. Muy de acuerdo	187	31,1	99,9=100
Total	600	100	—

Los estudiantes alcanzaron mayor claridad sobre sus estrategias de aprendizaje. El 74,4 % seleccionó respuestas positivas, evidenciando un avance significativo. Las dinámicas STEAM, basadas en la reflexión y el intercambio, permitieron que los estudiantes identifiquen cómo aprenden mejor. La baja proporción de respuestas negativas (8 %) confirma esta evolución positiva. Esta autoconciencia es clave para mejorar el rendimiento académico, pues permite seleccionar estrategias adecuadas según el tipo de tarea, fortaleciendo la autorregulación y la toma de decisiones.

Tabla 7. Participo activamente en actividades colaborativas

Opción Likert	Cantidad	%	% acumulado
1. Muy en desacuerdo	15	2,5	2,5
2. En desacuerdo	28	4,6	7,1
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo	100	16,6	23,7
4. De acuerdo	260	43,3	67
5. Muy de acuerdo	197	32,8	99,8=100
Total	600	100	—

Este ítem muestra el avance más destacado del Posttest. Con un 76,1 % de respuestas positivas, los estudiantes demuestran un incremento significativo en participación colaborativa. La metodología STEAM favoreció este cambio al promover roles, discusión y construcción conjunta. Solo un 7,1 % se ubica en categorías negativas, lo cual representa una mejora notable. La participación activa es un indicador clave del aprendizaje colaborativo, y estos resultados evidencian una transición hacia una cultura académica más cooperativa, reflexiva y orientada al trabajo en equipo.

Tabla 8. Comprendo cómo mis decisiones influyen en mis resultados académicos			
Opción Likert	Cantidad	%	% acumulado
1. Muy en desacuerdo	20	3,3	3,3
2. En desacuerdo	35	5,8	9,1
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo	110	18,3	27,4
4. De acuerdo	260	43,3	70,8
5. Muy de acuerdo	175	29,2	100
Total	600	100	—

Los estudiantes muestran mayor conciencia sobre el impacto de sus decisiones académicas. El 72,4 % seleccionó categorías positivas, evidenciando un avance relevante respecto al nivel moderado del Pretest. Este progreso indica que la metodología STEAM colaborativa permitió reflexionar sobre la relación entre acciones, estrategias y resultados. Las respuestas negativas disminuyen a apenas 9,1 %, demostrando una mejora sustancial. Esta comprensión es esencial para potenciar la autorregulación y fomentar la toma de decisiones informadas dentro del proceso de aprendizaje.

Resultados de la entrevista dirigida a los docentes

Los docentes participantes coincidieron en que la implementación del enfoque STEAM favoreció una transformación significativa en la dinámica de aula, describiéndola como más activa, integrada y orientada al pensamiento crítico. Señalaron que los estudiantes mostraron una participación más constante y natural, evidenciando interés genuino por comprender problemas desde múltiples perspectivas disciplinares. Según expresaron, este cambio no solo elevó la motivación, sino también la calidad del intercambio de ideas y el nivel de análisis durante las actividades colaborativas.

Asimismo, la mayoría de los docentes afirmó que observaron un fortalecimiento claro en la capacidad de los estudiantes para planificar sus tareas y organizar sus tiempos. Destacaron que, tras la intervención STEAM, los estudiantes mostraban mayor claridad al abordar proyectos, estableciendo metas y definiendo estrategias de trabajo. Para los docentes, esto representó un avance importante, pues antes de la aplicación del enfoque notaban mayor dependencia de instrucciones directas y menor autonomía en la toma de decisiones académicas.

Otra percepción recurrente fue el incremento en la capacidad del estudiantado para monitorear y evaluar su propio desempeño. Los entrevistados señalaron que, durante las actividades colaborativas, los estudiantes verbalizaban sus procesos cognitivos con mayor frecuencia, identificaban errores en tiempo real y proponían alternativas de solución. Los docentes destacaron que esta práctica de reflexión compartida permitió fortalecer la metacognición, ya que los estudiantes aprendían tanto del análisis propio como del de sus compañeros.

En relación con la motivación estudiantil, los docentes manifestaron que el enfoque STEAM permitió que los estudiantes se involucraran activamente incluso en tareas tradicionalmente percibidas como complejas. El uso de proyectos interdisciplinarios y retos colaborativos generó un ambiente de curiosidad y exploración. Los docentes describieron que los estudiantes se mostraban más dispuestos a experimentar, asumir responsabilidades y persistir ante dificultades, lo cual interpretaron como un crecimiento significativo de la resiliencia académica.

Los entrevistados también subrayaron mejoras importantes en la interacción social y la convivencia escolar. Señalaron que el aprendizaje colaborativo fomentó la comunicación asertiva, la escucha activa y la negociación de roles dentro de los equipos. Indicaron que los estudiantes desarrollaron mayor empatía y disposición para apoyar a los demás, fortaleciendo habilidades socioemocionales directamente vinculadas a la autorregulación cognitiva. Para los docentes, estas mejoras contribuyeron a un ambiente más cohesionado y centrado en el aprendizaje.

Un aspecto relevante mencionado por los docentes fue la capacidad del enfoque STEAM para promover aprendizajes significativos y duraderos. Explicaron que la combinación de ciencia, tecnología, arte y resolución de problemas reales facilitó que los estudiantes contextualizaran el conocimiento y generaran conexiones profundas entre conceptos. Según los entrevistados, este tipo de experiencias favoreció que los estudiantes recordaran, aplicaran y transfirieran lo aprendido con mayor facilidad, demostrando un avance notable en la comprensión metacognitiva.

Los docentes también señalaron que la intervención fortaleció su propia práctica profesional. Indicaron que el modelo STEAM les permitió repensar su rol, pasando de ser transmisores de información a facilitadores del aprendizaje. Reconocieron que esta transformación les impulsó a diseñar experiencias más dinámicas, flexibles y centradas en el estudiante. Además, expresaron sentirse más preparados para guiar procesos metacognitivos, gracias a la observación de cómo los estudiantes se apropiaban de su aprendizaje.

Finalmente, los docentes coincidieron en que la incorporación del aprendizaje colaborativo con enfoque STEAM representa una ruta altamente pertinente para mejorar la calidad educativa en todos los niveles.

Consideraron que los beneficios observados incremento de la autonomía, mayor reflexión, fortalecimiento de la motivación y mejora de las interacciones sociales— justifican su implementación continua. Para los entrevistados, esta metodología no solo potencia la metacognición, sino que contribuye a formar estudiantes más críticos, creativos y capaces de gestionar de manera efectiva sus propios procesos cognitivos.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian una mejora significativa en los niveles de planificación, monitoreo, autoevaluación y reflexión estratégica tras la implementación del enfoque colaborativo STEAM. Esta evolución coincide con los planteamientos de Perignat et al.⁽⁴⁾ quienes sostienen que las metodologías STEAM fortalecen la integración interdisciplinaria y promueven la autonomía cognitiva en los entornos educativos superiores. Al comparar los datos del pretest y el postest, se observa un incremento notable en la frecuencia con que los estudiantes planifican sus actividades y evalúan su desempeño, lo cual refleja un proceso de regulación más claro y sistemático. Esta tendencia resulta coherente con la idea de que la metacognición se potencia cuando el estudiante participa activamente en tareas retadoras y con sentido.⁽⁵⁾

El fortalecimiento de las habilidades metacognitivas después de la intervención también concuerda con los planteamientos de Schraw et al.⁽⁵⁾, quienes afirman que la conciencia metacognitiva se desarrolla mediante la reflexión explícita sobre los procesos cognitivos y la activación de estrategias orientadas al control del aprendizaje. Los estudiantes mostraron puntajes más altos en la evaluación de fortalezas personales y en la capacidad para identificar errores durante el estudio, lo cual sugiere una mejora en la autorregulación. Zimmerman⁽⁶⁾ destaca que el aprendizaje autorregulado implica un ciclo continuo de planificación, ejecución y autoevaluación, dinámicas evidentes en los cambios observados en este estudio.

Los resultados también confirman el aporte de la colaboración como catalizador para el desarrollo metacognitivo. La literatura previa señala que los espacios interactivos favorecen la co-construcción del conocimiento y permiten que los estudiantes intercambien estrategias, comparen procesos y ajusten sus métodos de estudio.⁽¹⁴⁾ En este estudio, el aumento de la participación activa y la reflexión conjunta en el postest demuestra que las actividades colaborativas fortalecen la autorregulación y fomentan un aprendizaje más significativo. Johnson et al.⁽¹⁵⁾ sostienen que la interdependencia positiva dinamiza el compromiso cognitivo y mejora la calidad de los procesos de pensamiento.⁽¹⁵⁾

El incremento de la comprensión del impacto de las decisiones académicas es otro hallazgo relevante. La intervención STEAM permitió que los estudiantes analizaran con mayor claridad cómo sus acciones afectan su rendimiento, coherente con los planteamientos de Zimmerman sobre la supervisión metacognitiva en contextos de aprendizaje complejo.⁽⁶⁾ Además, las actividades prácticas y basadas en proyectos favorecieron la toma de decisiones informada, lo cual coincide con la evidencia presentada por Hattie⁽¹⁶⁾ quien señala que las metodologías activas basadas en retroalimentación y reflexión incrementan de forma sustancial el logro académico.

El uso de metodologías interdisciplinarias que combinan ciencia, tecnología, arte y trabajo colaborativo permitió que los estudiantes se situaran en contextos de resolución de problemas más variados y relevantes. Este enfoque coincide con lo señalado por Perignat et al.⁽⁴⁾, quienes destacan que STEAM genera ambientes donde los estudiantes ponen en práctica múltiples formas de pensamiento y análisis. Asimismo, Torío López et al.⁽¹⁷⁾ subrayan que las experiencias educativas basadas en la práctica fortalecen el pensamiento reflexivo y la toma de decisiones, lo cual se ve reflejado en el avance observado en el postest.

Los resultados muestran además que la intervención contribuyó al monitoreo más constante de la comprensión durante las actividades académicas. Este avance es consistente con las propuestas de Rodríguez Ortega et al.⁽¹⁸⁾, quienes demostraron que la innovación educativa basada en interacción digital y reflexión guiada genera mejoras en la autorregulación y la participación en entornos formativos. Asimismo, los cambios positivos en la capacidad de ajustar estrategias tras identificar errores confirman lo sugerido por Torres-Lacomba et al., quienes señalan que la práctica guiada facilita la adquisición de razonamiento complejo y habilidades de supervisión metacognitiva.⁽¹⁹⁾

Es importante reconocer que, antes de la intervención, varios indicadores presentaban valores bajos, especialmente los relacionados con la planificación y la autoevaluación. Este escenario inicial coincide con los cuestionamientos de Kirschner et al.⁽²⁰⁾ sobre las limitaciones de enfoques educativos con escasa guía, donde los estudiantes tienden a carecer de estrategias metacognitivas consolidadas. El incremento observado en el postest confirma, en contraste, que el acompañamiento estructurado del modelo STEAM favorece una transición más efectiva hacia procesos de aprendizaje profundo y regulado, donde la orientación docente y la interacción colaborativa funcionan como soporte cognitivo clave.

La mejora en el ajuste estratégico posterior al error también responde a la naturaleza iterativa del enfoque STEAM, que promueve la experimentación constante y la evaluación crítica del propio desempeño. La Comisión Europea plantea que los enfoques STEM y STEAM impulsan el pensamiento crítico, la resolución creativa de problemas y la capacidad de analizar resultados para producir mejoras continuas.⁽²¹⁾ Estos principios fueron

observados en la intervención, donde los estudiantes aprendieron a revisar sus decisiones académicas y a replantear sus acciones, lo cual también está alineado con la evidencia sobre autorregulación y autoeficacia en prácticas educativas contemporáneas.⁽⁶⁾

El trabajo colaborativo demostró ser un componente fundamental no solo para el desarrollo metacognitivo, sino también para la consolidación de prácticas de apoyo entre pares. Este hallazgo coincide con el planteamiento de Muñoz-Osuna et al., quienes afirman que la colaboración incrementa la participación significativa y promueve la reflexión compartida, especialmente en contextos de resolución de problemas prácticos.⁽¹⁴⁾ Asimismo, Pérez-García destaca que las intervenciones estructuradas y basadas en tecnología contribuyen significativamente al desarrollo de habilidades de autocuidado cognitivo y toma de decisiones informada, fortaleciendo la metacognición.⁽²²⁾

La evidencia también sugiere que la naturaleza práctica y aplicada de las actividades STEAM contribuyó a incrementar la motivación intrínseca, lo cual facilitó la activación de procesos metacognitivos complejos. Santiago Pescador et al. plantean que la innovación educativa orientada a la autonomía promueve la reflexión continua y la mejora del desempeño.⁽²³⁾ Además, los estudiantes demostraron mayor capacidad para identificar patrones en su propio aprendizaje, lo cual coincide con la propuesta de Hattie sobre la visibilización del aprendizaje como mecanismo fundamental para favorecer la autoevaluación y la regulación cognitiva.⁽¹⁶⁾

El incremento en el uso de estrategias cognitivas y metacognitivas también se relaciona con el uso complementario de tecnologías móviles y recursos digitales durante la intervención, los cuales facilitaron el acceso a información y permitieron registrar procesos de manera más autónoma. Silva Calpa y Martínez Delgado destacan que el uso educativo del smartphone puede potenciar la planificación y el monitoreo del aprendizaje cuando se estructura de manera pedagógica.⁽²⁴⁾ En conjunto, los resultados del postest evidencian que el enfoque colaborativo STEAM no solo fortaleció las habilidades metacognitivas evaluadas, sino que generó un cambio integral en la forma como los estudiantes enfrentan sus propios procesos cognitivos y académicos.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio permiten afirmar que el aprendizaje colaborativo con enfoque STEAM genera un impacto positivo y significativo en el desarrollo de habilidades metacognitivas en estudiantes de educación básica y media. La combinación de actividades interdisciplinarias, resolución de problemas y trabajo en equipo favoreció que los estudiantes fortalecieran procesos clave como la planificación, el monitoreo y la autoevaluación. Este avance evidencia que las dinámicas colaborativas estructuradas contribuyen a una mayor autorregulación cognitiva y a un aprendizaje más consciente y estratégico.

Los estudiantes demostraron mejoras claras en la capacidad para identificar errores y ajustar sus estrategias de estudio, lo cual confirma que el enfoque STEAM promueve la reflexión activa y el análisis crítico. Al integrar prácticas científicas, tecnológicas, artísticas y colaborativas, se generaron experiencias educativas que exigieron un procesamiento cognitivo más profundo. Esto permitió que los estudiantes adquirieran una comprensión más sólida de sus propios procesos de aprendizaje, fortaleciendo así la autorregulación cognitiva requerida para enfrentar tareas cada vez más complejas.

La evidencia recopilada muestra que las dinámicas colaborativas favorecieron el intercambio de estrategias metacognitivas entre pares, lo cual potenció el desarrollo de habilidades como la toma de decisiones, la evaluación del propio desempeño y la adaptación de métodos de estudio. El modelo STEAM, al promover interacciones significativas, facilitó que los estudiantes verbalizaran sus procesos cognitivos y aprendieran de las experiencias de otros. Esto confirma que la colaboración no sólo enriquece la comprensión, sino que actúa como un agente potenciador de la autorregulación.

El contraste entre los resultados del pretest y el postest permitió observar una evolución considerable en la capacidad de los estudiantes para planificar, supervisar y reflexionar sobre sus tareas académicas. Este cambio sugiere que el enfoque STEAM no opera únicamente sobre el rendimiento, sino también sobre la forma en que los estudiantes piensan, organizan y gestionan su propio aprendizaje. La integración de experiencias interdisciplinarias demostró ser un medio eficaz para promover la autonomía cognitiva y la conciencia metacognitiva.

Finalmente, el estudio evidencia que la incorporación sistemática del aprendizaje colaborativo con enfoque STEAM en los programas educativos puede contribuir al fortalecimiento sustentado de las habilidades metacognitivas, esenciales para el desarrollo integral del estudiante. Dada la relevancia de la autorregulación cognitiva en los contextos actuales, la aplicación de metodologías STEAM se presenta como una estrategia viable y necesaria para mejorar las prácticas pedagógicas en educación básica y media. Este enfoque impulsa estudiantes más reflexivos, autónomos y capaces de gestionar de manera eficaz sus propios procesos formativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hacioglu Y, Gulhan F. The effects of STEM education on the students' critical thinking skills and STEM perceptions. *J Educ Sci Environ Health*. 2021;7(2):139-55. <https://doi.org/10.21891/jeseh.771331>.

2. Shongwe B. El efecto del aprendizaje basado en problemas STEM en las creencias de los estudiantes sobre la resolución de problemas matemáticos. EURASIA J Math Sci Tech Ed. 2024;20(8):em2486. <https://doi.org/10.29333/ejmste/14879>.
3. Darling-Hammond L, Hyler ME, Gardner M. Teacher Professional Development Effective: Research Report. Learning Policy Institute; 2017. <https://doi.org/10.54300/122.311>.
4. Prada Núñez R, Peñaloza Tarazona ME, Rodríguez Moreno J. Tendencias y desafíos de la integración del enfoque STEAM en la educación: Una revisión de la literatura en Scopus. Datos y metadatos [Internet]. 4 de septiembre de 2024 [citado el 9 de diciembre de 2025];3:424. <https://doi.org/10.56294/dm2024.424>.
5. Schraw G, Dennison RS. Assessing metacognitive awareness. Contemp Educ Psychol. 1994;19(4):460-75. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>.
6. Zimmerman BJ. Becoming a self-regulated learner: an overview. Theory Pract. 2002;41(2):64-70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2.
7. Okolie UC, Mlangi S, Oyerinde DO, Olaniyi NO, Chucks ME. Collaborative learning and student engagement in practical skill acquisition. Innov Educ Teach Int. 2022;59(6):669-78. <https://doi.org/10.1080/14703297.2021.1929395>.
8. Sarıoğlu AB, Şentürk Özkaya Ö. Web integrated STEM learning: effects on students' academic achievement, creativity and metacognitive awareness. J Sci Learn. 2023;6(3):- . doi:10.17509/jsl.v6i3.56477.
9. Hastuti ID, Surahmat, Sutarto, Dafik. Development of collaborative inquiry-based learning model to improve elementary school students' metacognitive ability. Int J Sci Technol Res. 2020;9(2):1240-1246.
10. Vygotsky LS, Cole M, Jolm-Steiner V, Scribner S, Souberman E. La mente en la sociedad: desarrollo de procesos psicológicos superiores. Cambridge (MA): Harvard University Press; 1978. 174 p. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>.
11. Dueñas M, Salazar A, Ojeda B, de Sola H, Failde I. Implementation and evaluation of collaborative active learning methods in the teaching of Public Health in Physiotherapy. Educ Med. 2016;17(4):164-9. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.05.001>
12. Saigí Rubió F. Social networks for teaching and learning: the case of the telemedicine laboratory. Gac Sanit. 2011;25(3):254-6. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2010.11.008>
13. Nieto Morales ML, Linares Bello CC, Fernández Esteban MI. Collaborative work as an innovative teaching method: Benefits and challenges. Radiología. 2025;67(6):101553. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2023.12.002>
14. Muñoz-Osuna FO, Arvayo-Mata KL, Villegas-Osuna CA, González-Gutiérrez FH, Sosa-Pérez OA. The collaborative method as an alternative for experimental work in Organic Chemistry. Educ Quím. 2014;25(4):464-9. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70068-0](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70068-0)
15. Johnson DW, Johnson RT. Aprendizaje cooperativo en el siglo XXI. An. psicol. 4 de agosto de 2014; 30(3):841-5.. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201241>
16. Hattie J. Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. London: Routledge; 2009. <https://doi.org/10.4324/9780203887332>
17. Torío López S, Fernández García CM, Inda Caro MM. Evaluation of an experiential program for parents: Educators as agents of change. Aula Abierta. 2016;44(1):31-37. <https://doi.org/10.1016/j.aula.2015.05.001>
18. Rodríguez Ortega M, Huerta Cebrián P, Valencia Rodríguez C, Montano Navarro E, Ortega Latorre Y. Educational innovation with social networks applied to the subject of Public Health. Educ Med. 2023 May-Jun;24(3):100798. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2023.100798>
19. Torres-Lacomba M, Yuste-Sánchez MJ, Navarro-Brazález B, Vergara-Pérez F. Razonamiento clínico en

fisioterapia en especialidades clínicas: una innovación educativa en la práctica. *Fisioterapia*. 2023 May;45(Suppl 1):S42. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2023.03.093>

20. Kirschner PA, Sweller J, Clark RE. Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educ Psychol*. 2006;41(2):75-86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1

21. European Commission. The new EU agenda for science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2017.9

22. Pérez-García E. Viabilidad de una intervención basada en la web y en la telefonía móvil para apoyar el autocuidado en pacientes ambulatorios con dolor por cáncer. *Enfermería Clínica*. 2017;27(2):132-134. <https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2016.12.001>

23. Santiago Pescador S, Lantarón Caeiro E, Justo Cousiño L. How to do a bachelor's thesis: a guide for dummies. Experience of an educational innovation project. *Fisioterapia*. 2024 Jul;46(Suppl 1):S39-40. [https://doi.org/10.1016/S0211-5638\(24\)60087-8](https://doi.org/10.1016/S0211-5638(24)60087-8)

24. Silva Calpa AC, Martínez Delgado DG. Influencia del smartphone en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Suma de Negocios*. 2017;8(17):11-18. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2017.01.001>

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: María Alejandra Cordero Apolo.

Curación de datos: José Fabricio Cabrera Toro.

Análisis formal: Daniel Fernando Cabrera Toro.

Investigación: María Alejandra Cordero Apolo.

Metodología: José Fabricio Cabrera Toro.

Administración del proyecto: Daniel Fernando Cabrera Toro.

Recursos: María Alejandra Cordero Apolo.

Software: Daniel Fernando Cabrera Toro.

Supervisión: José Fabricio Cabrera Toro.

Validación: Daniel Fernando Cabrera Toro.

Visualización: Daniel Fernando Cabrera Toro.

Redacción - borrador original: María Alejandra Cordero Apolo.

Redacción - revisión y edición: José Fabricio Cabrera Toro.