https://doi.org/10.69639/arandu.v13i4.2700

Integración de STEAM en el currículo nacional: cómo fusionar ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas para resolver problemas ambientales locales en Ecuador

Steam integration in the national curriculum: how to merge science, technology, engineering, art, and mathematics to solve local environmental problems in Ecuador

Sayra Elizabeth Torres Prado
sayra.torres@educacion.gob.ec
https://orcid.org/0009-0004-1854-410X
Investigador Independiente
Ecuador

Lorenso Santiago Arias Sánchez
sarias.cec@gmail.com
https://orcid.org/0009-0009-6507-0601
Investigador Independiente
Ecuador

Jenny del Rocío Macías Móran
jennyr.macias@educacion.gob.ec
https://orcid.org/0009-0006-0962-6159
Investigador Independiente
Ecuador

Transito Dolores Macancela Zhumi
doloresmacancela@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0007-0180-3525
Investigador Independiente
Ecuador

Mónica Judith Jaramillo Aguinda
monicaj.jaramillo@educacion.gob.ec
https://orcid.org/0009-0001-8082-8400
Unidad Educativa
Ecuador

Artículo recibido: 10 septiembre 2026- Aceptado para publicación:16 octubre 2026
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

Esta investigación analizó la integración del enfoque interdisciplinar STEAM en el currículo nacional ecuatoriano mediante la articulación de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas para la resolución participativa de problemas ambientales locales. Se empleó una metodología mixta con diseño descriptivo y de campo de corte transversal, aplicada a una muestra de 57 estudiantes de Educación General Básica Superior. A través de cuestionarios y rúbricas en fases de *pre-test* y *post-test*, se evaluaron conocimientos conceptuales, la incorporación de la dimensión artística y la aplicación práctica de prototipos ecológicos. Los hallazgos mostraron un

incremento del 12,28% al 85,96% en el dominio conceptual de STEAM y un aumento al 91,23% en la valoración del arte como catalizador de concienciación ambiental. Además, el desempeño satisfactorio en el diseño de prototipos funcionales (como filtros de agua) ascendió del 8,77% al 84,21%, registrando una motivación intrínseca del 94,74%. Se concluye que la integración de STEAM contextualizada supera la enseñanza fragmentada, humaniza la innovación técnica a través del arte y desarrolla competencias ingenieriles y un sentido de agencia ciudadana en los educandos para la sostenibilidad de sus comunidades.

*Palabras clave***:** Educación STEAM, Curriculo nacional, Problemas ambientales, Ecuador

ABSTRACT

This study analyzed the integration of the interdisciplinary STEAM approach into the Ecuadorian national curriculum by articulating science, technology, engineering, arts, and mathematics for the participatory resolution of local environmental problems. A mixed-methods methodology with a descriptive, cross-sectional field design was applied to a sample of 57 upper basic education students. Through questionnaires and rubrics in pre-test and post-test phases, conceptual knowledge, the incorporation of the artistic dimension, and the practical application of ecological prototypes were evaluated. The findings showed an increase from 12.28% to 85.96% in the conceptual mastery of STEAM and an increase to 91.23% in the valuation of art as a catalyst for environmental awareness. Furthermore, satisfactory performance in designing functional prototypes (such as water filters) rose from 8.77% to 84.21%, recording an intrinsic motivation of 94.74%. It is concluded that contextualized STEAM integration overcomes fragmented teaching, humanizes technical innovation through art, and develops engineering competencies along with a sense of civic agency in students for the sustainability of their communities.

Keywords: STEAM education, National curriculum, Environmental problems, Ecuador

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Atribution 4.0 International.

INTRODUCCIÓN

En el panorama educativo contemporáneo de América Latina, la transformación de los modelos pedagógicos tradicionales se ha convertido en un requisito imperativo para responder a las complejas dinámicas socioambientales del siglo XXI. La fragmentación del conocimiento en asignaturas aisladas ha demostrado ser insuficiente para preparar a los estudiantes ante desafíos globales que se manifiestan de manera crítica a escala regional y local. En este escenario, la educación con enfoque STEAM acrónimo en inglés que integra las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas emerge como un paradigma integrador y holístico capaz de articular saberes diversos para el desarrollo de competencias transversales. Tal como señalan López y Morales (2022), la adopción de modelos pedagógicos emergentes orientados a la fusión disciplinaria en América Latina no solo dinamiza el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que resitúa la función social de la escuela como un espacio activo de transformación comunitaria e innovación educativa.

En el contexto específico de Ecuador, la heterogeneidad geográfica, biológica y sociocultural plantea la necesidad urgente de contextualizar las propuestas curriculares para alinearlas con la realidad territorial. El Ministerio de Educación del Ecuador (2021) ha impulsado directrices metodológicas encaminadas a la transversalización de la educación activa, reconociendo que el enfoque STEAM posee un valor estratégico dentro del currículo nacional al posibilitar la articulación inter- y transdisciplinar en todos los niveles educativos. No obstante, la implementación efectiva de esta metodología trasciende la mera suma temática de las cinco áreas del saber; requiere una reestructuración de la praxis docente que fomente el aprendizaje basado en indagación, el diseño de soluciones de ingeniería y la expresión creativa. De acuerdo con Ramírez y Cruz (2021), el éxito de la integración de STEAM dentro del diseño curricular ecuatoriano radica en la capacidad de las instituciones educativas para pasar de contenidos abstractos a metodologías vivenciales que conecten los estándares de aprendizaje con la cotidianidad del estudiante.

Uno de los campos donde el enfoque STEAM demuestra un mayor impacto pedagógico y social en el abordaje de la crisis ambiental local. Ecuador, considerado un país megadiverso, enfrenta serias amenazas ecológicas como la contaminación de fuentes hídricas, la inadecuada gestión de residuos sólidos en sectores urbanos y rurales, la pérdida de biodiversidad y la erosión del suelo agrícola. Frente a este panorama, Cevallos y Espinoza (2021) argumentan que la transversalización de la educación ambiental dentro del currículo mediante estrategias interdisciplinarias estimula en los estudiantes una conciencia ecocéntrica sustentada en la evidencia científica y el análisis técnico. La integración sistemática de la ciencia y la tecnología con la concienciación ecológica convierte a los salones de clase en laboratorios vivos, donde los

problemas ambientales dejan de ser conceptos teóricos de un libro de texto para transformarse en desafíos reales que exigen respuestas comunitarias inmediatas.

La fusión de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas provee la infraestructura conceptual y procedimental necesaria para el diagnóstico y la modelación de los fenómenos ambientales en las comunidades ecuatorianas. A través de la aplicación de la metodología científica, los alumnos aprenden a cuantificar variables fisicoquímicas del entorno, mientras que el uso de tecnologías accesibles, como la robótica y la sensorización, facilita el monitoreo ambiental en tiempo real (Sánchez & Pinto, 2020). Complementariamente, la ingeniería introduce el pensamiento de diseño y la creación de prototipos funcionales, permitiendo a los estudiantes iterar soluciones tangibles a problemas de pequeña y mediana escala, como la filtración artesanal de agua potable o la optimización del reciclaje escolar (Muñoz & Narváez, 2022). Las matemáticas, por su parte, estructuran el análisis estadístico y la interpretación de datos cuantitativos, consolidando un pensamiento crítico y analítico indispensable para la toma de decisiones informadas frente al deterioro ambiental.

Un rasgo distintivo y fundamental del modelo STEAM es la incorporación explícita de las Artes y las Humanidades (representadas por la letra "A"), elemento que diferencia este enfoque de las corrientes STEM tradicionales. El arte actúa como un catalizador de la empatía, la sensibilidad estética y la comunicación pública del conocimiento, permitiendo que las soluciones técnicas trasciendan el ámbito académico y resuenen en la identidad de la comunidad. Navarrete y Mendieta (2021) destacan que la dimensión eco-artística dentro de las aulas ecuatorianas humaniza el rigor tecnológico e ingenieril, dotando a los proyectos escolares de una narrativa socialmente persuasiva a través del diseño visual, el teatro, la ilustración científica y el materialismo reciclado. La inclusión artística no solo estimula la divergencia creativa durante la fase de ideación, sino que garantiza que los proyectos de intervención ambiental posean pertinencia cultural, respetando la pluralidad y los saberes ancestrales locales.

A pesar del sustento teórico y normativo favorable, la integración de la metodología STEAM dentro del currículo nacional ecuatoriano enfrenta barreras operativas significativas que limitan su generalización en las aulas. Entre las principales dificultades se encuentran la brecha digital en infraestructuras escolares, la escasez de recursos educativos en zonas rurales y, sobre todo, la persistencia de enfoques de formación docente basados en la especialización estanca y la memorización de contenidos (Paredes & Cárdenas, 2020). La falta de programas continuos de capacitación docente centrados en la co-planificación interdisciplinar dificulta que los educadores diseñen proyectos auténticos que abarquen equilibradamente las cinco dimensiones de STEAM (Díaz & Guerrero, 2023). Por ende, resulta imprescindible analizar minuciosamente los modelos de formación docente e instrumentación curricular que posibiliten superar la enseñanza tradicional y avanzar hacia una verdadera ecología de saberes en las instituciones públicas y privadas del país.

Ante estas condicionantes, la implementación de proyectos integradores basados en problemas ambientales específicos de cada región ecuatoriana se posiciona como el vehículo metodológico ideal para dinamizar el currículo. Investigaciones recientes han demostrado que la aplicación de STEAM en el diseño de huertos escolares comunitarios, la medición de contaminantes en ríos locales y la construcción de sistemas de energía limpia a pequeña escala eleva sustancialmente la motivación intrínseca y la retención del conocimiento en los estudiantes (Quishpe & Tovar, 2022; Valdivieso & Rivas, 2022). Estas experiencias pedagógicas no solo fortalecen el aprendizaje de competencias científicas y matemáticas, sino que desarrollan competencias socioemocionales de trabajo en equipo, liderazgo local y sentido de agencia ciudadana, cualidades indispensables para los líderes del futuro que deberán gestionar la sustentabilidad del país.

Por consiguiente, el presente trabajo aborda la integración del enfoque STEAM en el currículo nacional ecuatoriano desde un análisis holístico, analizando tanto sus bases teórico-metodológicas como sus aplicaciones prácticas orientadas a la mitigación de problemáticas ambientales locales. A través del examen de la normativa educativa vigente, los desafíos de la formación docente y las experiencias exitosas desarrolladas en las distintas regiones del Ecuador, este estudio busca proporcionar un marco conceptual y estratégico que oriente a educadores, directivos y diseñadores de políticas públicas. La meta última reside en demostrar cómo la convergencia concertada entre ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas puede convertir a la educación en el motor determinante para la sostenibilidad ecológica, la innovación social y el desarrollo humano de la nación.

Objetivos

Objetivo general

Analizar el proceso de integración del enfoque interdisciplinar STEAM en el currículo nacional ecuatoriano mediante la articulación de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas, con el propósito de proponer estrategias pedagógicas orientadas a la resolución participativa de problemas ambientales locales.

Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual y los desafíos normativos, metodológicos y de infraestructura en la implementación del enfoque STEAM dentro de las instituciones educativas del Ecuador para la enseñanza de las ciencias ambientales.
- Determinar el aporte de la dimensión artística y comunicativa (A) en la cohesión de las disciplinas STEM tradicionales para potenciar la sensibilidad ecológica, la innovación participativa y la pertinecia cultural en proyectos comunitarios.
- Diseñar un marco orientador de intervención didáctica interdisciplinar adaptado al contexto del currículo ecuatoriano, que permita a docentes y estudiantes abordar situaciones de deterioro ambiental de su entorno inmediato.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo), con un diseño descriptivo y de campo, de corte transversal. El propósito central fue evaluar el impacto de la integración del enfoque interdisciplinar STEAM dentro del currículo nacional ecuatoriano para la resolución de problemáticas ambientales locales. El proceso metodológico se estructuró en correspondencia directa con los objetivos específicos planteados, orientando tanto la recolección como el análisis sistemático de la información.

Población y Muestra

La población de estudio estuvo conformada por los educandos de Educación General Básica Superior de una institución educativa del contexto ecuatoriano. Se trabajó con una muestra no probabilística por conveniencia constituida por **57 estudiantes**, quienes participaron activamente en la ejecución de proyectos integradores STEAM centrados en el diagnóstico y propuesta de soluciones a problemas de contaminación hídrica y gestión de residuos en su entorno inmediato.

Fases de la Investigación

1. **Fase Diagnóstica:** Se indagó el estado inicial de los conocimientos, la percepción normativa y los desafíos metodológicos de la educación ambiental y las áreas STEAM. Para ello, se aplicó un cuestionario diagnóstico de 15 reactivos en escala Likert a los 57 estudiantes, complementado con una lista de cotejo para evaluar el estado de la infraestructura y el nivel de integración curricular previo en el aula.
2. **Fase de Intervención e Integración del Arte:** Se diseñó e implementó una unidad didáctica interdisciplinar que incorporó expresamente la dimensión artística (A) junto a las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Durante esta etapa, los 57 participantes trabajaron en equipos colaborativos para diseñar prototipos de filtración de agua y campañas de sensibilización ecológica mediante infografías interactivas y modelado visual. El seguimiento de esta fase se realizó a través de un diario de campo pedagógico y una rúbrica de evaluación del componente creativo y expresivo.
3. **Fase de Evaluación y Propuesta del Marco Orientador:** Finalizada la intervención, se administró una encuesta final de satisfacción y adquisición de competencias a la totalidad de la muestra (N = 57). Los datos cuantitativos obtenidos se procesaron mediante estadística descriptiva (frecuencias absolutas y porcentajes), mientras que la información cualitativa proveniente de las observaciones y rúbricas se organizó mediante análisis de contenido temático. Los hallazgos consolidados permitieron estructurar un marco orientador de intervención didáctica adapto al currículo ecuatoriano.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras el proceso de investigación aplicado a los 57 estudiantes de Educación General Básica Superior. Los datos reflejan la comparación cuantitativa entre el diagnóstico inicial (*Pre-test*) y la evaluación final (*Post-test*), demostrando la efectividad del enfoque STEAM en la integración curricular, la valoración de la dimensión artística y el desarrollo de competencias para la resolución de problemas ambientales locales en Ecuador.

Diagnóstico de conocimientos previos y desafíos en la educación ambiental y STEAM

Esta dimensión evaluó el grado de comprensión teórica de los estudiantes respecto a la integración de las disciplinas STEAM y su capacidad inicial para identificar causas y consecuencias de las problemáticas ambientales de su entorno local antes y después de la intervención didáctica.

Tabla 1

Nivel de dominio conceptual sobre el enfoque STEAM y problemáticas ambientales locales (N = 57)

Indicador de Evaluación	Nivel de Dominio	Pre-test (%)	Post-test (%)	Variación (%)
Comprende la relación entre Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas	Alto	12,28%	85,96%	+73,68%
	Medio	29,82%	12,28%	-17,54%
	Bajo	57,89%	1,75%	-56,14%
Identifica problemas ambientales de la comunidad con sustento científico	Alto	19,30%	89,47%	+70,17%
	Medio	35,09%	8,77%	-26,32%
	Bajo	45,61%	1,75%	-43,86%

Nota. Elaborado por los autores.

Análisis

Los resultados de la Tabla 1 ponen de manifiesto una transformación sustancial en el nivel de conocimientos de los 57 estudiantes evaluados. En la fase diagnóstica preliminar, el 57,89%

de los alumnos mostraba un nivel bajo de comprensión sobre la interconexión de las áreas STEAM, percibiendo la ciencia y la matemática como asignaturas aisladas sin vinculación con la tecnología o la ingeniería. Asimismo, el 45,61% presentó dificultades para argumentar científicamente las causas del deterioro ambiental en su entorno local. Tras la implementación de la unidad didáctica, el porcentaje de estudiantes en el nivel alto de dominio se incrementó drásticamente, alcanzando el 85,96% en la comprensión conceptual de STEAM y el 89,47% en el reconocimiento fundamentado de los problemas ecológicos locales. Este cambio confirma que el abordaje práctico e interdisciplinar supera la memorización pasiva y fortalece la alfabetización científica y ambiental de los educandos.

Valoración de la dimensión artística (A) en la integración de las disciplinas STEM

Se analizó la percepción de los estudiantes sobre el papel que cumple el Arte y el diseño visual como eje articulador para la comunicación, la sensibilización comunitaria y la humanización de las soluciones tecnológicas e ingenieriles desarrolladas.

Tabla 2

Percepción de los estudiantes sobre el impacto de la dimensión artística en proyectos ambientales (N = 57)

Criterio de Valoración	Escala de Apreciación	Pre-test (%)	Post-test (%)	Variación (%)
El arte facilita la comprensión de conceptos científicos e ingenieriles	Totalmente de acuerdo	15,79%	82,46%	+66,67%
	En desacuerdo / Indeciso	84,21%	17,54%	-66,67%
Las expresiones artísticas ayudan a concientizar a la comunidad sobre el medio ambiente	Totalmente de acuerdo	22,81%	91,23%	+68,42%
	En desacuerdo / Indeciso	77,19%	8,77%	-68,42%

Nota. Elaborado por los autores.

Análisis

El análisis de los datos expuestos en la Tabla 2 evidencia un cambio de paradigma determinante en los 57 participantes sobre la función de las disciplinas artísticas. En el diagnóstico inicial, una abrumadora mayoría de estudiantes (84,21% y 77,19%) relegaba el arte a una

actividad puramente decorativa, desconectada del rigor de la ciencia y la ingeniería. No obstante, al incorporar el diseño eco-artístico, la ilustración científica y la creación de campañas comunicacionales en sus prototipos de filtración y reciclaje, la perspectiva mutó positivamente. En el *Post-test*, el 82,46% reconoció que la expresión artística facilita la asimilación de conceptos abstractos, mientras que el 91,23% afirmó que el arte es un catalizador fundamental para emocionar y movilizar a la comunidad en favor del cuidado ambiental. Esto demuestra que la "A" dentro de STEAM actúa como el puente humanizador que aporta pertinencia cultural, sensibilidad ecológica y empatía social a la innovación técnica.

Aplicación práctica de ingeniería y tecnología en la mitigación de problemas locales

Esta variable midió el progreso de los estudiantes en el desarrollo de competencias procedimentales, tales como el diseño de prototipos funcionales, el uso de herramientas tecnológicas para el monitoreo ambiental y la aplicación del pensamiento de diseño en la resolución de problemas comunitarios.

Tabla 3

Nivel de desempeño en el diseño de prototipos y uso de tecnología para la gestión ambiental (N = 57)

Competencia Técnica / Procedimental	Nivel de Desempeño	Pre-test (%)	Post-test (%)	Variación (%)
Capacidad para diseñar y construir prototipos de solución ambiental (ej. filtros de agua)	Satisfactorio	8,77%	84,21%	+75,44%
	Poco satisfactorio	31,58%	14,04%	-17,54%
	Insatisfactorio	59,65%	1,75%	-57,89%
Uso eficaz de herramientas tecnológicas y matemáticas para medir indicadores ambientales	Satisfactorio	14,04%	87,72%	+73,68%
	Poco satisfactorio	38,60%	10,53%	-28,07%
	Insatisfactorio	47,37%	1,75%	-45,61%

Nota. Elaborado por los autores.

Análisis

Los hallazgos representados en la Tabla 3 reflejan un sustancial avance en las habilidades prácticas e ingenieriles del grupo de 57 estudiantes. Antes de la aplicación del marco STEAM, el

59,65% de los alumnos mostraba un nivel insatisfactorio en la elaboración de propuestas físicas o prototipos tecnológicos, limitándose a soluciones teóricas de poca aplicabilidad. Del mismo modo, el 47,37% evidenciaba vacíos en el procesamiento matemático de datos experimentales. Tras la intervención basada en proyectos, el nivel de desempeño satisfactorio se elevó al 84,21% en la construcción iterativa de prototipos de remediación hídrica y al 87,72% en el uso de instrumentos de medición y cálculos cuantitativos. Estos resultados confirman que el aprendizaje basado en problemas reales capacita a los educandos para pasar de la teorización a la acción concreta, fortaleciendo el pensamiento crítico y la capacidad de invención técnica.

Evaluación del marco orientador didáctico y desarrollo de trabajo colaborativo

En este eje se evaluó la valoración global de la metodología por parte de los alumnos, centrándose en el fomento del trabajo en equipo, la autonomía en el aprendizaje y la percepción de utilidad del marco orientador propuesto para el currículo ecuatoriano.

Tabla 4

Valoración estudiantil sobre el marco orientador didáctico STEAM y el trabajo colaborativo (N = 57)

Dimensión de la Experiencia Didáctica	Criterio de Evaluación	Pre-test (%)	Post-test (%)	Variación (%)
Fomento del trabajo en equipo, liderazgo y responsabilidad ambiental compartida	Excelente	17,54%	92,98%	+75,44%
	Regular	42,11%	7,02%	-35,09%
	Deficiente	40,35%	0,00%	-40,35%
Motivación intrínseca y percepción de utilidad de la metodología para el entorno real	Alta	21,05%	94,74%	+73,69%
	Media	47,37%	5,26%	-42,11%
	Baja	31,58%	0,00%	-31,58%

Nota. Elaborado por los autores.

Análisis

La Tabla 4 consolida la evaluación cualitativa-cuantitativa de la experiencia pedagógica integral. En la evaluación de entrada, el 40,35% de los 57 estudiantes calificaba como deficiente la dinámica de trabajo colaborativo en el aula, atribuible a esquemas tradicionales de trabajo individualizado y competitivo. Asimismo, la motivación por la ciencia registraba niveles predominantemente medios o bajos (78,95% combinado). Al concluir la aplicación del marco orientador STEAM, el 92,98% catalogó como excelente la cohesión de los equipos de trabajo para la resolución de dilemas comunitarios, y un 94,74% expresó una alta motivación intrínseca hacia el aprendizaje. El marco de intervención didáctica demostró no solo ser eficaz para el logro de estándares académicos del currículo ecuatoriano, sino también para cultivar el sentido de agencia ciudadana, el liderazgo ambiental y el compromiso ético de los estudiantes con la sostenibilidad de sus comunidades.

DISCUSIÓN

El análisis integral de los hallazgos obtenidos tras la implementación de la unidad didáctica en los 57 estudiantes de Educación General Básica Superior permite contrastar la evidencia empírica con los postulados teóricos y normativos que respaldan la integración del enfoque STEAM en el Ecuador. Los resultados cuantitativos y cualitativos confirman de manera consistente que la transición desde un modelo de enseñanza fraccionado hacia un enfoque transdisciplinar, centrado en la resolución de problemas ecológicos locales, maximiza tanto la adquisición de conocimientos teóricos como el desarrollo de competencias procedimentales e ingenieriles en el contexto educativo nacional.

En primer lugar, los datos del diagnóstico inicial expuestos en la Tabla 1 revelaron que la mayoría de los estudiantes (57,89%) percibía las disciplinas de ciencia y matemática como materias aisladas y descontextualizadas de su entorno socioambiental. Esta fragmentación coincide con lo expuesto por López y Morales (2022), quienes advierten que la educación tradicional en América Latina ha adolecido históricamente de un sesgo disciplinar estanco que limita la capacidad reflexiva del alumnado ante dilemas complejos. Sin embargo, el incremento del nivel alto de dominio al 85,96% en el *Post-test* demuestra que la contextualización curricular del enfoque STEAM en consonancia con las directrices expresadas por el Ministerio de Educación del Ecuador (2021) y lo formulado por Ramírez y Cruz (2021) resulta determinante para transformar contenidos abstractos en aprendizajes significativos y vivenciales. Al vincular los estándares científicos con problemáticas palpables de la comunidad ecuatoriana, los educandos lograron otorgar un sentido utilitario y ético a la evidencia biológica y química.

En segundo lugar, respecto al impacto del componente artístico dentro del modelo (Objetivo 2), los resultados de la Tabla 2 respaldan con solidez las posturas de Navarrete y Mendieta (2021). Inicialmente, el 84,21% de los participantes relegaba las artes a una función

meramente estética o decorativa. La reorientación metodológica permitió verificar que, al incorporar el diseño eco-artístico y la comunicación visual en la presentación de sus soluciones tecnológicas, el 82,46% de los estudiantes percibió al arte como un vehículo facilitador de la comprensión científica, mientras que un 91,23% lo reconoció como un catalizador clave para la sensibilización de la comunidad. Este hallazgo valida la tesis de Fernández y Martínez (2021), quienes sostienen que la inclusión de la "A" dentro de la estructura STEM tradicional aporta la sensibilidad socioemocional, la empatía y la pertinencia cultural necesarias para que la innovación técnica resuene en la identidad de los actores sociales y no se limite a una simple ejercitación académica.

En tercer lugar, la evolución positiva registrada en la aplicación de la ingeniería y la tecnología para la remediación de problemas ambientales (Tabla 3) concuerda con las investigaciones previas de Muñoz y Narváez (2022) y Sánchez y Pinto (2020). La drástica reducción del desempeño insatisfactorio en la construcción de prototipos (del 59,65% al 1,75%) demuestra que los 57 estudiantes no solo asimilaron la teoría de la contaminación hídrica o la gestión de residuos, sino que desarrollaron pensamiento de diseño al iterar soluciones tangibles como filtros artesanales y sistemas de monitoreo de bajo costo. Tal como señalan Bravo y Forero (2021), la robótica, la sensorización y la formulación de prototipos sencillos permiten materializar el método científico en la escuela básica, habilitando a los jóvenes para asumir un rol activo de inventores y agentes de cambio en lugar de receptores pasivos de información.

Finalmente, los resultados de la Tabla 4 corroboran que la superación de las barreras metodológicas detectadas por Paredes y Cárdenas (2020) y Díaz y Guerrero (2023) exige el diseño de marcos orientadores estructurados que promuevan el trabajo colaborativo y la investigación-acción. El nivel de motivación intrínseca alcanzado por el 94,74% de la muestra evidencia que, cuando el aprendizaje responde a problemas reales del entorno inmediato como la protección de fuentes hídricas o la creación de huertos escolares comunitarios (Quishpe & Tovar, 2022; Valdivieso & Rivas, 2022), se potencia el liderazgo, la autonomía y el sentido de responsabilidad ciudadana. En consecuencia, la evidencia recogida confirma que el marco orientador didáctico propuesto constituye una respuesta pedagógica viable y eficaz para operativizar la educación ambiental y la sostenibilidad dentro del currículo nacional ecuatoriano.

CONCLUSIONES

La investigación evidenció que la enseñanza tradicional de las ciencias y las matemáticas en la educación básica se encuentra caracterizada por una marcada fragmentación disciplinar y por la ausencia de espacios prácticos de experimentación contextualizada. Esta desconexión inicial limitaba la capacidad de los estudiantes para comprender la naturaleza interrelacionada de los fenómenos ecológicos y para fundamentar científicamente el deterioro ambiental de su entorno inmediato. Sin embargo, la evaluación del estado situacional demostró que, al

reestructurar la mediación pedagógica bajo un enfoque integrador y vivencial, se superan las brechas conceptuales de forma drástica, logrando que los educandos reconozcan la convergencia entre la ciencia, la tecnología y el medio ambiente como un campo unificado de conocimiento aplicado a su realidad comunitaria.

La incorporación deliberada del arte y el diseño visual actuó como un elemento catalizador y humanizador dentro de la estructura tecnológica y científica. Más allá de cumplir un rol estético secundario, la dimensión artística facilitó la traducción de conceptos abstractos e ingenieriles en representaciones comprensibles, estimulando la divergencia creativa durante las fases de ideación y diseño de soluciones. Asimismo, las expresiones eco-artísticas y la comunicación gráfica fortalecieron la sensibilidad social y la empatía de los alumnos, permitiéndoles transmitir los hallazgos de sus investigaciones de manera persuasiva y culturalmente pertinente, lo que transformó las propuestas técnicas en mensajes de concienciación capaces de movilizar e involucrar activamente a la comunidad local.

Finalmente, el diseño y la aplicación del marco de intervención didáctica basado en proyectos ambientales demostraron ser altamente eficaces para capacitar a los estudiantes en el desarrollo iterativo de prototipos funcionales y en el manejo de herramientas de medición cualitativa y cuantitativa. La resolución directa de problemáticas reales, como la contaminación hídrica y la gestión ineficiente de desechos, incrementó sustancialmente la motivación intrínseca, el pensamiento crítico y la capacidad de invención técnica de los participantes. Este abordaje metodológico adaptado al contexto educativo ecuatoriano se consolidó como un modelo operativo sostenible que no solo garantiza el cumplimiento de los estándares curriculares nacionales, sino que también fomenta el trabajo colaborativo, la autonomía y un sentido perdurable de responsabilidad y agencia ciudadana frente a la sostenibilidad del planeta.

REFERENCIAS

Acosta, M. P., & Ramos, J. C. (2022). Metodología STEAM y su impacto en el aprendizaje del área de ciencias naturales en la educación general básica. *Revista San Gregorio*, (50), 45-61.

Andrade, V. H., & Paredes, M. L. (2021). Aprendizaje basado en problemas para la concientización ambiental mediante el enfoque STEAM. *Revista Educación*, 45(2), 112-128.

Aranda, C., & Torres, L. (2020). La interdisciplinariedad de las artes en el enfoque STEAM para la educación ambiental. *Aporía Visual*, 12(1), 34-52.

Barreto, E. R., & Mendoza, K. J. (2023). Integración de la educación STEAM en la educación superior del Ecuador: Retos y oportunidades. *Revista Cátedra*, 6(1), 89-105.

Bravo, F. A., & Forero, A. (2021). Robótica educativa y educación STEAM: Un enfoque para la resolución de problemas locales. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, (28), 75-84.

Castro, L. M., & Salazar, P. (2022). Educación para el desarrollo sostenible mediante la metodología STEAM en la educación básica. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, (18), 115-130.

Cevallos, G. A., & Espinoza, R. M. (2021). Transversalización de la educación ambiental a través del enfoque STEAM en el currículo ecuatoriano. *Rehuuso: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 6(3), 67-78.

Delgado, J. A., & Molina, C. E. (2020). El enfoque STEAM en la enseñanza de las matemáticas aplicadas a problemas de contaminación en ríos locales. *Revista Científica Domain*, 6(4), 210-229.

Díaz, C. F., & Guerrero, B. S. (2023). Formación docente en STEAM para la enseñanza contextualizada de las ciencias en Ecuador. *Revista Electrónica de Formación del Profesorado*, 26(1), 140-156.

Espinoza, E. E., & Campuzano, J. A. (2019). La interdisciplinariedad en la formación inicial docente en Ecuador. *Revista Atenas*, 4(48), 18-34.

Fernández, M. A., & Martínez, R. (2021). *El arte como articulador del enfoque STEAM: Experiencias prácticas de concienciación ecológica*. Editorial Educación Siglo XXI.

Gómez, H. D., & Ruiz, P. F. (2022). Pensamiento computacional y resolución de problemas ambientales en comunidades rurales ecuatorianas. *Ecuadorian Science Journal*, 6(2), 55-70.

Gutama, F. J., & Romero, N. P. (2023). Aplicación del enfoque STEAM en la solución de problemáticas de gestión de residuos sólidos escolares. *Revista Praxis Educativa*, 27(2), 1-18.

Herrera, L. V., & Silva, C. A. (2020). Estrategias metodológicas STEAM para el fortalecimiento del currículo de ciencias naturales en el Ecuador. *Revista Internacional de Educación Científica*, 8(1), 99-114.

Jaramillo, M. S., & Viteri, K. T. (2021). Proyectos STEAM para la conservación de la biodiversidad en la región Andina. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(3), 160-173.

López, A. R., & Morales, G. H. (2022). *Modelos pedagógicos emergentes: La fusión STEAM en América Latina*. Ediciones Universidad Central del Ecuador.

Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). *Orientaciones pedagógicas para la implementación del enfoque STEAM en el Sistema Nacional de Educación*. MINEDUC.

Morales, P. E., & Benavides, F. J. (2020). Aprendizaje basado en proyectos (ABP) y STEAM para la remediación ambiental en la Amazonía ecuatoriana. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 9(2), 101-118.

Muñoz, E. M., & Narváez, D. F. (2022). Pensamiento crítico e ingeniería en la escuela: Experiencias de filtración de agua mediante educación STEAM. *Revista de Innovación Educativa*, 14(1), 88-103.

Navarrete, G. A., & Mendieta, L. R. (2021). La dimensión de las artes (A) dentro del modelo STEM: Un enfoque eco-artístico en Ecuador. *Revista Arte y Sociedad*, 11(2), 45-60.

Ortiz, C. K., & Guaman, S. T. (2023). Evaluación de competencias STEAM a través de proyectos ambientales en educación media. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 17(1), 120-135.

Paredes, R. F., & Cárdenas, M. I. (2020). Desafíos de la educación STEAM en las escuelas públicas del Ecuador. *Revista Publicando*, 7(25), 14-25.

Quishpe, H. M., & Tovar, J. E. (2022). Diseño de huertos escolares comunitarios bajo la metodología STEAM para mitigar el cambio climático. *Revista de Agroecología y Educación*, 5(2), 30-47.

Ramírez, S. B., & Cruz, D. M. (2021). El currículo nacional ecuatoriano y las metodologías activas: Hacia una integración efectiva de STEAM. *Revista Ciencia y Docencia*, 3(2), 200-218.

Rios, F. O., & Zabala, E. P. (2022). *Innovación educativa y sostenibilidad: Guía práctica para proyectos STEAM en el aula*. Editorial Grudeco.

Rodríguez, K. A., & Vaca, J. C. (2023). La tecnología y el arte en la resolución de dilemas ambientales en la costa ecuatoriana. *Revista Mar y Ciencia*, 4(1), 15-31.

Sánchez, L. C., & Pinto, M. E. (2020). Robótica y sensores de bajo costo para la medición de la calidad del aire en proyectos escolares STEAM. *Revista de Tecnología y Sociedad*, 10(18), 89-104.

Torres, P. M., & Albán, R. G. (2021). La interdisciplinariedad en la educación ambiental: Un estudio de caso desde la metodología STEAM. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(Especial), 1-16.

Valdivieso, E. J., & Rivas, A. C. (2022). Didáctica de la física y las matemáticas aplicadas a energías renovables desde el enfoque STEAM. *Revista Ecuatoriana de Pedagogía*, 3(1), 77-93.

Zamora, N. S., & Vera, R. B. (2023). Educación STEAM en la educación básica superior: Experiencias de conservación ambiental en Galápagos. *Revista de Estudios Ecológicos y Educativos*, 6(1), 40-58.