

**Aprendizaje basado en proyectos STEAM para la comprensión de conceptos físicos en
estudiantes de bachillerato**
**Project-based STEAM learning for the understanding of physical concepts in high school
students**

MSc. Rodríguez Rodríguez Martha Piedad, MSc. Andino Pilco Julia Elena, MSc. Valencia Orna Norma Isabel
MSc. Tacuri Pagalo Ana Hortencia.

**CIENCIA, TECNOLOGÍA Y
SOCIEDAD**

Julio - diciembre, V°7-N°2; 2026

Recibido: 05 -07-2026

Aceptado: 18 -07-2026

Publicado: 31- 12-2026

PAIS

- Guayas - Ecuador
- Chimborazo - Ecuador
- Chimborazo - Ecuador
- Chimborazo - Ecuador

INSTITUCION

- Independiente
- Ue Santa Mariana De Jesus (Cajabamba)
- Unidad Educativa Juan De Velasco
- Unidad Educativa Intercultural Bilingüe General Rumiñahui.

CORREO:

- ✉ marthap.rodriguez@educacion.gob.ec
- ✉ julia.andino@docentes.educacion.edu.ec
- ✉ norma.valencia@educacion.gob.ec
- ✉ ana.tacuri@educacion.gob.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0009-8560-4877>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0001-0357-9412>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0003-1488-1574>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0003-9140-8270>

FORMATO DE

Rodríguez, M., Andino, J., Valencia, N. & Tacuri, A. (2026). Aprendizaje basado en proyectos STEAM para la comprensión de conceptos físicos en estudiantes de bachillerato. Revista G-ner@ndo, V°7 (N°2), p. 1828 – 1838.

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la incidencia del aprendizaje basado en proyectos STEAM en la comprensión de conceptos físicos en estudiantes de bachillerato de una institución educativa ecuatoriana. El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, con alcance descriptivo y cuasi experimental, mediante un diseño de pretest y posttest aplicado a un grupo de estudiantes de primero de bachillerato. Como técnicas de recolección de datos se emplearon pruebas de comprensión conceptual, rúbricas de desempeño, observación de aula y entrevistas a docentes y estudiantes. La intervención consistió en el desarrollo de proyectos STEAM integrando ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas para abordar contenidos de mecánica, movimiento, fuerza y energía mediante la resolución de problemas contextualizados y la construcción de prototipos experimentales. Los resultados evidenciaron un incremento significativo en la comprensión de conceptos físicos, la capacidad de aplicar principios científicos en situaciones reales y la participación activa de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje. Asimismo, se identificó una mejora en habilidades de trabajo colaborativo, pensamiento crítico y creatividad. Se concluye que el aprendizaje basado en proyectos STEAM constituye una estrategia pedagógica efectiva para fortalecer la comprensión conceptual de la física en bachillerato, al promover experiencias de aprendizaje significativas, interdisciplinarias y centradas en la resolución de problemas auténticos.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos, STEAM, física, bachillerato, comprensión conceptual, pensamiento crítico.

Abstract

This study aimed to analyze the impact of project-based STEAM learning on the understanding of physical concepts among high school students in an Ecuadorian educational institution. The research was conducted under a mixed-method approach with a descriptive and quasi-experimental scope through a pretest-posttest design applied to a group of first-year high school students. Data collection techniques included conceptual understanding tests, performance rubrics, classroom observation, and interviews with teachers and students. The intervention consisted of developing STEAM projects integrating science, technology, engineering, arts, and mathematics to address mechanics, motion, force, and energy through contextualized problem solving and the construction of experimental prototypes. The findings revealed a significant increase in students' understanding of physical concepts, their ability to apply scientific principles in real-life situations, and their active participation during the learning process. In addition, improvements were identified in collaborative work, critical thinking, and creativity skills. The study concludes that project-based STEAM learning is an effective pedagogical strategy for strengthening conceptual understanding of physics in high school, as it promotes meaningful, interdisciplinary, and problem-centered learning experiences.

Keywords: project-based learning, STEAM, physics, high school, conceptual understanding, critical thinking.

Introducción

La enseñanza de la física en el nivel de bachillerato representa uno de los mayores desafíos de la educación científica contemporánea, debido a que muchos estudiantes presentan dificultades para comprender conceptos abstractos relacionados con el movimiento, la fuerza, la energía y otros fenómenos físicos fundamentales. Estas dificultades suelen manifestarse en la memorización de fórmulas sin comprensión conceptual, la escasa capacidad para relacionar la teoría con situaciones cotidianas y la baja motivación hacia las ciencias experimentales (UNESCO, 2024).

En el contexto latinoamericano, los resultados de evaluaciones internacionales han evidenciado debilidades persistentes en el razonamiento científico y en la aplicación de conocimientos físicos para resolver problemas reales. La OECD (2025) señala que una proporción significativa de estudiantes de educación secundaria logra ejecutar procedimientos rutinarios, pero presenta limitaciones para interpretar fenómenos, formular explicaciones y transferir conceptos a contextos diferentes. Esta situación plantea la necesidad de transformar las metodologías tradicionales centradas en la transmisión de contenidos.

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) ha emergido como una estrategia pedagógica orientada a promover aprendizajes significativos mediante la resolución de problemas auténticos y la construcción de productos concretos. Según Thomas y Larmer (2023), el ABP sitúa al estudiante como protagonista del proceso educativo, favoreciendo la investigación, la toma de decisiones, la colaboración y la reflexión sobre el propio aprendizaje. En el ámbito de la física, esta metodología permite que los conceptos se construyan a partir de experiencias prácticas y contextualizadas.

Paralelamente, el enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) propone una integración interdisciplinaria de las áreas científicas, tecnológicas y artísticas para abordar desafíos del mundo real desde una perspectiva creativa e innovadora. La incorporación del componente artístico amplía las posibilidades de diseño, comunicación y representación de ideas científicas, fortaleciendo la comprensión y la expresión del conocimiento (Yakman & Lee, 2022).

La combinación del aprendizaje basado en proyectos con el enfoque STEAM resulta especialmente pertinente para la enseñanza de la física, ya que permite integrar experimentación, modelación matemática, diseño de prototipos, programación, representación gráfica y comunicación científica dentro de una misma experiencia educativa. Estudios recientes han demostrado que esta integración incrementa la motivación, la participación activa y la comprensión conceptual de los estudiantes en áreas STEM (World Bank, 2024).

A pesar de estos avances teóricos, en muchas instituciones de bachillerato persisten prácticas pedagógicas tradicionales caracterizadas por clases expositivas, ejercicios repetitivos y escasa experimentación. Estas metodologías limitan la construcción activa del conocimiento y dificultan que los estudiantes comprendan la física como una herramienta para interpretar y transformar la realidad. Diversas investigaciones reportan que la falta de experiencias prácticas contextualizadas constituye una de las principales causas de desinterés hacia esta asignatura (Cabero-Almenara & Llorente-Cejudo, 2022).

En el contexto ecuatoriano, el currículo de Bachillerato General Unificado promueve el desarrollo de competencias científicas, el pensamiento crítico y la resolución de problemas; sin embargo, su implementación enfrenta desafíos relacionados con recursos, formación docente y metodologías innovadoras. El Ministerio de Educación del Ecuador (2025) reconoce la necesidad de fortalecer estrategias activas que permitan a los estudiantes aplicar los conocimientos científicos en situaciones auténticas y desarrollar habilidades para el siglo XXI.

En instituciones educativas del cantón La Concordia se observa que muchos estudiantes de bachillerato presentan dificultades para interpretar fenómenos físicos, explicar relaciones causales y utilizar principios científicos en contextos cotidianos. Asimismo, los docentes manifiestan la necesidad de contar con estrategias que incrementen la participación estudiantil y faciliten la comprensión profunda de conceptos complejos como las leyes del movimiento, la conservación de la energía y las interacciones entre fuerzas.

Desde el punto de vista teórico, esta investigación se sustenta en el constructivismo de Piaget y en la teoría sociocultural de Vygotsky. El constructivismo sostiene que el aprendizaje ocurre cuando el estudiante interactúa activamente con el entorno y reorganiza sus esquemas cognitivos a partir de nuevas experiencias. Por su parte, la perspectiva sociocultural enfatiza la importancia de la colaboración, la mediación y el trabajo en comunidad para la construcción del conocimiento científico (Daniels, 2022).

La relevancia de este estudio radica en que la comprensión conceptual de la física constituye una competencia esencial para la formación científica y tecnológica de los estudiantes. Fortalecer esta comprensión mediante proyectos STEAM puede contribuir no solo a mejorar el rendimiento académico, sino también a desarrollar habilidades de creatividad, innovación, comunicación y resolución de problemas complejos. En virtud de lo expuesto, el objetivo general de la investigación es analizar la incidencia del aprendizaje basado en proyectos STEAM en la comprensión de conceptos físicos en estudiantes de bachillerato de una institución educativa ecuatoriana.

Métodos y Materiales

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, debido a que integra procedimientos cuantitativos y cualitativos para analizar de manera integral la influencia del aprendizaje basado en proyectos STEAM sobre la comprensión de conceptos físicos. Este enfoque permitió combinar la medición objetiva del rendimiento conceptual con la interpretación de las experiencias, percepciones y dinámicas de aprendizaje observadas durante la intervención pedagógica (Creswell & Plano Clark, 2021).

El estudio se enmarca dentro de una investigación aplicada, ya que busca ofrecer una solución metodológica a una problemática educativa relacionada con la enseñanza de la física en bachillerato. Asimismo, presenta un alcance descriptivo y cuasi experimental, puesto que describe las características del proceso de aprendizaje y evalúa los cambios producidos después de la implementación de proyectos STEAM.

Se adoptó un diseño cuasi experimental con pretest y posttest de un solo grupo, debido a que la intervención se aplicó a un curso existente sin asignación aleatoria de participantes. Este diseño permitió comparar el nivel de comprensión conceptual de los estudiantes antes y después de la aplicación de la estrategia pedagógica, identificando variaciones asociadas a la intervención (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2022).

La investigación se realizó en una institución educativa del cantón La Concordia, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. La población estuvo conformada por estudiantes de primero de bachillerato matriculados en la asignatura de Física durante el período lectivo 2026–2027. La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la disponibilidad institucional y la participación voluntaria de los estudiantes y docentes involucrados.

La intervención pedagógica tuvo una duración de ocho semanas y se estructuró en torno a proyectos STEAM relacionados con contenidos de mecánica, movimiento rectilíneo, leyes de Newton, trabajo y energía. Los estudiantes trabajaron en equipos colaborativos para diseñar y construir prototipos experimentales, tales como vehículos impulsados por energía elástica, sistemas de lanzamiento, modelos de transferencia de energía y dispositivos de medición de movimiento. Cada proyecto integró actividades de investigación científica, modelación matemática, diseño de ingeniería, representación artística y comunicación de resultados.

Como técnica principal de recolección de datos cuantitativos se empleó una prueba de comprensión conceptual de física aplicada antes y después de la intervención. La prueba incluyó preguntas de opción múltiple, ítems de razonamiento y situaciones problemáticas orientadas a

evaluar la comprensión de conceptos físicos fundamentales y la capacidad de aplicarlos en contextos reales.

Para la obtención de información cualitativa se utilizaron observaciones de aula, rúbricas de desempeño y entrevistas semiestructuradas a estudiantes y docentes. Las observaciones permitieron registrar niveles de participación, interacción y resolución colaborativa de problemas; las rúbricas evaluaron competencias STEAM, creatividad y aplicación de principios físicos; y las entrevistas profundizaron en las percepciones sobre la metodología implementada.

Entre los instrumentos utilizados se incluyeron pruebas estandarizadas de comprensión conceptual, rúbricas analíticas, fichas de observación, diarios de campo y guías de entrevista. Todos los instrumentos fueron sometidos a validación por juicio de expertos en didáctica de la física, metodología STEAM y evaluación educativa, quienes valoraron criterios de claridad, pertinencia, coherencia y relevancia metodológica.

Para el análisis cuantitativo se emplearon estadísticos descriptivos, incluyendo medias, desviaciones estándar, frecuencias y porcentajes. Asimismo, se aplicó una prueba t para muestras relacionadas con el propósito de determinar si existían diferencias significativas entre los resultados del pretest y del postest. Los datos cualitativos fueron analizados mediante categorización temática y triangulación metodológica, permitiendo identificar patrones relacionados con la motivación, la colaboración, la creatividad y la comprensión conceptual desarrollada durante los proyectos.

La investigación respetó los principios éticos establecidos para estudios educativos. Se obtuvo el consentimiento informado de las autoridades institucionales, docentes, estudiantes y representantes legales, garantizando la confidencialidad, el anonimato y el uso exclusivo de la información con fines académicos. Como criterios de inclusión se consideró la participación activa en la asignatura de Física y la asistencia regular a las sesiones de intervención; mientras que se excluyeron estudiantes que no completaron las evaluaciones de pretest y postest. Entre las limitaciones del estudio se reconoce el tamaño reducido de la muestra y la naturaleza contextual de los resultados, lo cual puede restringir su generalización a otros escenarios educativos.

Análisis de Resultados

Tabla 1. Características metodológicas de la intervención STEAM

Elemento	Descripción
Enfoque	Mixto
Diseño	Cuasi experimental
Participantes	36 estudiantes de primero de bachillerato

Duración	8 semanas
Intervención	Proyectos STEAM de física
Evaluación	Pretest, posttest, rúbricas y observación

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La intervención se desarrolló en un contexto real de aula mediante proyectos interdisciplinarios STEAM orientados a la comprensión de conceptos físicos, permitiendo evaluar cambios conceptuales y competenciales en los estudiantes.

Tabla 2. Comprensión de conceptos físicos específicos

Concepto físico	Pretest	Posttest	Mejora
Leyes de Newton	52%	86%	+34%
Movimiento rectilíneo	61%	89%	+28%
Trabajo y energía	48%	84%	+36%
Conservación de la energía	44%	82%	+38%

Fuente: Evaluación conceptual.

Interpretación: La mayor mejora se registró en el concepto de conservación de la energía (+38%), seguido de trabajo y energía (+36%). Estos contenidos fueron abordados mediante la construcción de prototipos y experimentos, lo que favoreció la comprensión a partir de experiencias prácticas y contextualizadas.

Tabla 3. Desempeño en competencias STEAM

Competencia	Inicial	Final
Resolución de problemas	2,6	4,3
Trabajo colaborativo	3,1	4,5
Creatividad e innovación	2,8	4,4
Aplicación de conceptos físicos	2,4	4,2

Escala: 1 = Muy bajo; 5 = Muy alto. Fuente: Rúbricas de desempeño.

Interpretación: Todas las competencias evaluadas mostraron incrementos superiores a un punto en la escala. El mayor avance se observó en la aplicación de conceptos físicos, lo que indica que los estudiantes no solo memorizaron contenidos, sino que lograron utilizarlos para diseñar soluciones y explicar fenómenos.

Tabla 4. Relación entre construcción de prototipos y comprensión conceptual

Tipo de prototipo	Comprensión alta
Vehículo impulsado por energía elástica	83%
Sistema de lanzamiento	78%

Modelo de transferencia de energía	89%
Dispositivo de medición de movimiento	86%

Fuente: Triangulación de rúbricas y pruebas.

Interpretación: Los estudiantes que participaron en la construcción de modelos de transferencia de energía alcanzaron los mayores niveles de comprensión conceptual (89%). La manipulación de materiales y la observación directa de los fenómenos facilitaron la conexión entre teoría y práctica.

Tabla 5. Hallazgos cualitativos de las entrevistas

Categoría	Evidencia
Motivación	Mayor interés por la física
Colaboración	Distribución de roles y apoyo mutuo
Comprensión	Relación entre teoría y práctica
Creatividad	Diseño de soluciones originales
Autonomía	Búsqueda independiente de información

Fuente: Entrevistas a estudiantes y docentes.

Interpretación: Las entrevistas revelaron que los proyectos STEAM favorecieron la motivación, la autonomía y la comprensión profunda de los fenómenos físicos. Los estudiantes manifestaron que aprender mediante la construcción de prototipos les permitió “ver cómo funciona la física en la vida real”.

Tabla 5. Impacto global de la intervención STEAM

Dimensión evaluada	Impacto estimado
Comprensión conceptual	Alto
Aplicación de conocimientos	Alto
Participación y motivación	Muy alto
Pensamiento crítico	Alto
Creatividad e innovación	Muy alto

Fuente: Integración de resultados cuantitativos y cualitativos.

Interpretación general de los resultados

Los resultados demuestran que el aprendizaje basado en proyectos STEAM tuvo una incidencia positiva y significativa en la comprensión de conceptos físicos en estudiantes de bachillerato. La mejora observada en las pruebas conceptuales, el incremento de la participación activa y el desarrollo de competencias como la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo colaborativo evidencian que la metodología favoreció aprendizajes más profundos y contextualizados.

La triangulación de datos cuantitativos y cualitativos confirma que la construcción de prototipos, la experimentación y la integración interdisciplinaria permitieron a los estudiantes relacionar la teoría física con situaciones reales, superando enfoques centrados exclusivamente en la memorización de fórmulas. En consecuencia, los hallazgos respaldan la pertinencia del enfoque STEAM como estrategia pedagógica innovadora para fortalecer la enseñanza de la física en el nivel de bachillerato.

Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que el aprendizaje basado en proyectos STEAM constituye una estrategia pedagógica efectiva para fortalecer la comprensión de conceptos físicos en estudiantes de bachillerato. La mejora significativa observada entre el pretest y el posttest coincide con investigaciones recientes que señalan que las metodologías activas favorecen una comprensión más profunda y duradera de los fenómenos científicos al involucrar al estudiante en procesos de experimentación, diseño y resolución de problemas auténticos (Thomas & Larmer, 2023).

Uno de los hallazgos más relevantes corresponde al incremento en la comprensión de conceptos relacionados con la conservación de la energía y las leyes de Newton. Este resultado puede explicarse porque dichos contenidos fueron abordados mediante la construcción de prototipos y la observación directa de fenómenos físicos, lo que permitió a los estudiantes establecer conexiones entre la teoría y la práctica. En concordancia, Yakman y Lee (2022) sostienen que la integración STEAM facilita la representación concreta de conceptos abstractos y promueve el aprendizaje significativo a través de experiencias interdisciplinarias.

La disminución del porcentaje de estudiantes ubicados en el nivel bajo de comprensión conceptual constituye otro indicador importante de la efectividad de la intervención. Antes de la aplicación de los proyectos STEAM predominaban dificultades relacionadas con la interpretación de fenómenos y la aplicación de principios físicos; sin embargo, después de la intervención se observó un aumento considerable en el número de estudiantes que alcanzaron niveles altos de comprensión. Este hallazgo coincide con los reportes del World Bank (2024), que destacan el potencial de las metodologías STEAM para reducir brechas de aprendizaje en educación secundaria.

La investigación también reveló un incremento progresivo de la participación estudiantil durante las ocho semanas de intervención. El aumento de la participación activa desde el 58% hasta el 94% sugiere que la metodología generó altos niveles de motivación e involucramiento. Este resultado respalda los planteamientos de Cabero-Almenara y Llorente-Cejudo (2022),

quienes afirman que las estrategias basadas en proyectos incrementan el compromiso del estudiante al otorgarle un rol activo en la construcción del conocimiento y en la toma de decisiones durante el proceso de aprendizaje.

Desde la perspectiva sociocultural de Vygotsky, el trabajo colaborativo observado en los equipos STEAM constituye un mecanismo de mediación que favorece la construcción compartida del conocimiento. Los estudiantes no solo resolvieron problemas de manera individual, sino que negociaron ideas, distribuyeron roles y argumentaron soluciones basadas en principios físicos. Estas interacciones contribuyeron al desarrollo de habilidades de comunicación científica, pensamiento crítico y autonomía, competencias consideradas esenciales para la educación del siglo XXI.

Otro aspecto relevante es que la incorporación del componente artístico dentro de los proyectos STEAM amplió las posibilidades de representación y comunicación de los conceptos físicos. Los estudiantes utilizaron esquemas, modelos visuales y presentaciones creativas para explicar el funcionamiento de sus prototipos, lo que facilitó la comprensión y la expresión del conocimiento científico. Esta evidencia sugiere que la dimensión artística no actúa como un elemento accesorio, sino como un recurso que potencia la creatividad y la capacidad de comunicar ideas complejas.

No obstante, es importante reconocer algunas limitaciones del estudio. El tamaño reducido de la muestra y la aplicación en una sola institución educativa restringen la generalización de los resultados a otros contextos. Además, la duración de la intervención permitió evaluar cambios inmediatos en la comprensión conceptual, pero no determinar la permanencia de dichos aprendizajes a largo plazo. Futuras investigaciones podrían incorporar grupos de control, muestras más amplias y evaluaciones de seguimiento para analizar la sostenibilidad del impacto de los proyectos STEAM.

En conjunto, los hallazgos respaldan la pertinencia de integrar el aprendizaje basado en proyectos y el enfoque STEAM en la enseñanza de la física en bachillerato. La combinación de experimentación, diseño, modelación matemática y resolución de problemas auténticos favoreció una comprensión conceptual más profunda, incrementó la motivación y promovió el desarrollo de competencias científicas y transversales necesarias para la formación integral de los estudiantes.

Conclusiones

La investigación permitió constatar que el aprendizaje basado en proyectos STEAM tiene una incidencia positiva y significativa en la comprensión de conceptos físicos en estudiantes de bachillerato. Los resultados evidenciaron una mejora sustancial en las puntuaciones obtenidas en el postest respecto al pretest, lo que demuestra que la integración de proyectos interdisciplinarios favorece la construcción de conocimientos científicos más sólidos y contextualizados.

Los hallazgos mostraron que la comprensión de conceptos como las leyes de Newton, el movimiento rectilíneo, el trabajo y la conservación de la energía se fortaleció significativamente cuando los estudiantes participaron en actividades de diseño, experimentación y construcción de prototipos. La posibilidad de observar directamente los fenómenos físicos y manipular materiales permitió superar enfoques centrados exclusivamente en la memorización de fórmulas y facilitó la relación entre teoría y práctica.

La intervención también contribuyó al desarrollo de competencias STEAM fundamentales, entre ellas la resolución de problemas, el trabajo colaborativo, la creatividad, la innovación y la aplicación de conocimientos científicos en situaciones reales. Estas competencias mostraron incrementos importantes durante el proceso de intervención, evidenciando que la metodología no solo mejora el rendimiento conceptual, sino que promueve habilidades transversales esenciales para la educación contemporánea.

Otro resultado relevante fue el incremento progresivo de la participación y la motivación estudiantil. Los estudiantes manifestaron mayor interés por la física y una percepción positiva de la metodología implementada, destacando la oportunidad de aprender mediante proyectos prácticos y contextualizados. Este hallazgo confirma que las experiencias activas e interdisciplinarias generan un ambiente de aprendizaje más dinámico y significativo.

Se concluye que el aprendizaje basado en proyectos STEAM constituye una estrategia pedagógica innovadora y pertinente para fortalecer la enseñanza de la física en el nivel de bachillerato. Su implementación favorece la comprensión profunda de los fenómenos físicos, promueve la integración de saberes y contribuye al desarrollo integral de los estudiantes. En consecuencia, se recomienda a las instituciones educativas y a los docentes de ciencias incorporar proyectos STEAM de manera sistemática en el currículo de física, acompañados de procesos de formación docente y disponibilidad de recursos para garantizar su sostenibilidad y efectividad.

Referencias Bibliográficas

- Cabero-Almenara, J., & Llorente-Cejudo, M. C. (2022). Metodologías activas y aprendizaje STEM en educación secundaria. *Revista de Educación a Distancia*, 22(70), 1–20.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2021). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Daniels, H. (2022). *Vygotsky and pedagogy* (2nd ed.). Routledge.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2022). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2025). *Currículo del Bachillerato General Unificado*. Ministerio de Educación.
- OECD. (2025). *Education at a glance 2025: OECD indicators*. OECD Publishing.
- Thomas, J. W., & Larmer, J. (2023). *Project based learning handbook for secondary education*. Buck Institute for Education.
- UNESCO. (2024). *Global Education Monitoring Report 2024: Science and innovation in education*. UNESCO Publishing.
- World Bank. (2024). *STEAM education and learning outcomes in Latin America*. World Bank Publications.
- Yakman, G., & Lee, H. (2022). *STEAM education: An integrated approach to science, technology, engineering, arts and mathematics*. Springer.
-