



Doi: <https://doi.org/10.70577/asce.v5i1.631>

Recibido: 2025-12-30

Aceptado: 2026-01-13

Publicado: 2026-02-13

Efecto de la aplicación de metodologías Steam en el rendimiento académico y las competencias tecnológicas de estudiantes de Educación Básica

Effect of the application of STEAM methodologies on the academic performance and technological skills of students in Basic Education

Autores

Washington Rosalino Zapata Suango¹

Dirección de Posgrado y Educación Continua, Maestría en Educación Básica, Campus Académico "Alpachaca"

washington.zapata.ueb.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-0535-7933>

Universidad Estatal de Bolívar

Guaranda, Ecuador

Marco Jacinto Paredes Vallejos²

Facultad de Ciencias de la Educación, Sociales, Filosóficas y Humanísticas, Campus Académico "Alpachaca"

maparedes@ueb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4925-5050>

Universidad Estatal de Bolívar

Guaranda, Ecuador

Cómo citar

Zapata Suango, W. R., & Paredes Vallejos, M. J. (2026). Efecto de la aplicación de metodologías Steam en el rendimiento académico y las competencias tecnológicas de estudiantes de Educación Básica. *ASCE MAGAZINE*, 5(1), 1056–1068.



Resumen

La fragmentación epistemológica del conocimiento en las ciencias exactas y la persistente brecha digital en la educación básica ecuatoriana constituyen desafíos estructurales para el rendimiento académico. Este estudio evaluó el impacto de un programa de intervención basado en la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en el desempeño académico y en el desarrollo de competencias tecnológicas de 60 estudiantes de la Institución Educativa “Humberto Mata Martínez”. Se aplicó un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental, conformando un grupo experimental ($n = 30$) y un grupo de control ($n = 30$). La intervención consistió en talleres de robótica educativa mediante hardware abierto (Arduino) y modelado 3D. Los resultados, validados mediante la prueba t de Student ($p < 0,05$), evidenciaron incrementos estadísticamente significativos en matemáticas (de 7,12 a 8,95) y ciencias naturales (de 7,35 a 9,20). Asimismo, el grupo experimental alcanzó niveles del 85% en resolución de problemas técnicos y del 78% en alfabetización digital, conforme al marco DigComp. Se concluye que el modelo STEAM constituye una estrategia pedagógica eficaz para articular el conocimiento, fortalecer el pensamiento computacional y promover competencias clave del siglo XXI.

Palabras clave: Metodología STEAM, rendimiento académico, competencias tecnológicas, innovación pedagógica, alfabetización digital.



Abstract

Abstract Translation the epistemological fragmentation of knowledge in exact sciences and the persistent digital divide in Ecuadorian basic education constitute structural challenges for academic performance. This study evaluated the impact of an intervention program based on the STEAM methodology (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) on the academic performance and development of technological competencies of 60 students at the "Humberto Mata Martínez" Educational Institution. A quantitative approach with a quasi-experimental design was applied, establishing an experimental group ($n = 30$) and a control group ($n = 30$). The intervention consisted of educational robotics workshops using open-source hardware (Arduino) and 3D modeling. The results, validated through Student's t-test ($p < 0.05$), showed statistically significant increases in mathematics (from 7.12 to 8.95) and natural sciences (from 7.35 to 9.20). Furthermore, the experimental group achieved levels of 85% in technical problem-solving and 78% in digital literacy, according to the DigComp framework. It is concluded that the STEAM model constitutes an effective pedagogical strategy to articulate knowledge, strengthen computational thinking, and promote key 21st-century competencies.

Keywords: STEAM methodology, academic performance, technological competencies, pedagogical innovation, digital literacy.



Introducción

A nivel internacional, la educación ha experimentado una transición hacia modelos interdisciplinarios que responden a las demandas del siglo XXI. El enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) se ha consolidado como un paradigma global que elimina la fragmentación del conocimiento. En regiones como América del Norte y Europa, la integración de las artes en las disciplinas STEM no solo mejora el rendimiento académico, sino que también promueve un desarrollo cognitivo equilibrado y estimula la creatividad y la innovación (Sullivan & Bers, 2021).

Sin embargo, en América Latina, la implementación de estos modelos enfrenta barreras estructurales y pedagógicas que limitan el acceso a una alfabetización digital integral, especialmente en contextos rurales. En Ecuador, la educación primaria refleja una persistente brecha digital. A pesar de los esfuerzos del Ministerio de Educación por integrar estándares de competencia digital, múltiples instituciones mantienen prácticas educativas tradicionales.

En la Institución Educativa de Educación Básica “Humberto Mata Martínez”, se observa un estancamiento en los logros de aprendizaje, con especial énfasis en las áreas de matemática y ciencias naturales. El alumnado percibe los conceptos científicos como abstracciones carentes de aplicación práctica, factor que deriva en desmotivación y en un bajo nivel de resolución de problemas técnicos. Esta desconexión entre el currículo y la realidad tecnológica actual genera un obstáculo para el desarrollo futuro de los estudiantes.

Estudios recientes han destacado la eficacia del modelo STEAM como solución. López-García y Martínez-Cervantes (2024) sostienen que este enfoque facilita la comprensión de conceptos complejos a través de aplicaciones experimentales. Por otro lado, Peiró-Rodríguez y San Martín (2023) destacan que el componente artístico (“A”) actúa como un puente cognitivo que equilibra la lógica técnica con la creatividad.

La importancia de este estudio radica en su capacidad de ofrecer un referente empírico sobre la innovación educativa como medio de equidad social. Al convertir el aula en un laboratorio experimental, el objetivo no es sólo mejorar las notas, sino también dar autonomía técnica al alumno. Por lo que surge la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida la aplicación del método STEAM afecta el rendimiento académico y el desarrollo de competencias tecnológicas de los estudiantes de la Institución Educativa “Humberto Mata Martínez”?

El objetivo general de este estudio es evaluar el impacto de un programa de intervención basado en el método STEAM sobre el rendimiento académico en ciencias exactas y el nivel de habilidades digitales de los estudiantes de educación primaria de la mencionada institución. Se proponen las siguientes hipótesis para guiar este análisis:

Hipótesis de investigación (H1): El uso del método STEAM proporciona una mejora significativa en el rendimiento académico y el desarrollo de habilidades tecnológicas respecto al método de enseñanza tradicional.

Hipótesis nula (H0): No existen diferencias significativas en el rendimiento académico o habilidades tecnológicas tras la aplicación del método STEAM.

Materiales y Métodos

El presente estudio se basó en un enfoque cuantitativo con un diseño cuasiexperimental transversal. El estudio intentó esclarecer la relación causal entre la aplicación del método STEAM (variable independiente) y el rendimiento académico y el desarrollo de habilidades tecnológicas (variables dependientes).

2.1. Población y muestra

La población estuvo conformada por los estudiantes de la jornada matutina de la Institución Educativa “Humberto Mata Martínez”. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia (Otzen y Manterola, 2017), seleccionando una muestra de 60 estudiantes de nivel primaria. Los participantes se distribuyeron equitativamente en dos grupos: un grupo experimental ($n=30$), que participó en la intervención basada en el enfoque STEAM, y un grupo de control ($n=30$), que mantuvo el modelo educativo tradicional. Se verificó la homogeneidad inicial de ambos grupos para garantizar la comparabilidad de los resultados (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

2.2. Herramientas de recopilación de datos

Prueba de conocimientos: Se diseñó un cuestionario estructurado alineado con los estándares del Ministerio de Educación del Ecuador. El instrumento se fundamentó en la Taxonomía de Bloom revisada (Anderson y Krathwohl, 2001), priorizando las dimensiones cognitivas de aplicación, análisis y creación. Para garantizar la fiabilidad, se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0,82, lo que representa una "consistencia interna alta" según los criterios de George y Mallery (2003).

Instrumento de evaluación de competencias digitales: Se empleó una rúbrica adaptada del Marco Europeo de Competencias Digitales (DigComp 2.2) (Vuorikari et al., 2022). Esta

herramienta permitió medir de forma técnica y estandarizada las habilidades de resolución de problemas y creación de contenidos digitales en los estudiantes.

Registros académicos oficiales: Se utilizaron los expedientes institucionales para el análisis del rendimiento. Se contrastaron las calificaciones del primer trimestre (pretest) con las obtenidas tras la intervención (postest). Este enfoque de medidas repetidas permitió realizar una comparación del progreso longitudinal y determinar el impacto de la variable independiente (Creswell y Creswell, 2018).

2.3. Procedimiento y fases del método STEAM

La intervención se estructuró técnicamente en cuatro etapas operativas:

- Planificación interdisciplinar. Desarrollar una microplanificación que articule objetivos de aprendizaje de matemáticas y ciencias con ejes interdisciplinarios de arte y tecnología.
- Talleres de implementación tecnológica: El grupo experimental realizó proyectos prácticos de robots educativos utilizando hardware abierto (kits Arduino) y sensores ultrasónicos complementados con software de modelado 3D para la fase estética y estructural.
- Fase de resolución de desafíos: Los estudiantes aplicaron el ciclo de diseño de ingeniería para resolver tareas técnicas, tales como el ensamblaje de circuitos en serie y paralelo. Esta actividad se orientó al desarrollo del pensamiento computacional a través de la resolución de problemas prácticos.
- Evaluación y contraste: Tras la intervención de 12 semanas, se recolectaron los datos finales de los grupos control y experimental mediante un seguimiento estandarizado. El análisis comparativo de medias permitió determinar la efectividad del modelo STEAM frente al tradicional. Los resultados indicaron que el grupo experimental alcanzó el dominio técnico en la creación de prototipos con Arduino y un incremento significativo en los promedios de matemáticas (8,95) y ciencias (9,20), a diferencia del grupo de control, que no presentó variaciones sustanciales.

5. 2.4. Análisis de datos.

El procesamiento estadístico se efectuó con el software IBM SPSS Statistics (v.26). Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión (media y desviación estándar) para el análisis descriptivo. Para la estadística inferencial, se aplicó la prueba t de Student para

muestras independientes y relacionadas, permitiendo la comparación entre grupos y momentos de evaluación (pretest/posttest). La distribución de los datos se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, empleando un nivel de significancia = 0,05 y un intervalo de confianza del 95%.

Resultados y Discusión

Rendimiento Académico: Ciencias y Matemáticas

El análisis comparativo de los promedios académicos obtenidos a partir del expediente institucional reveló diferencias sustanciales entre el grupo experimental y el grupo de control tras la intervención pedagógica basada en la metodología STEAM.

Tabla 1. Comparativa de promedios académicos en el grupo experimental y de control

Área de Estudio	Grupo de Control (n=30) Pre/Post	Grupo Experimental (n=30) Pre/Post	Diferencia de medias	p-valor	Significancia
Matemáticas	7,12 / 7,25	7,10 / 8,95	1,83	0,003	Significativa
Ciencias Naturales	7,35 / 7,48	7,30 / 9,20	1,85	0,001	Significativa

Los resultados evidencian que el grupo experimental logró un incremento promedio de 1,85 puntos en matemáticas y 1,90 puntos en ciencias naturales, mientras que el grupo de control mostró variaciones mínimas que no superaron los 0,15 puntos. La prueba t de Student para muestras independientes confirmó que estas diferencias son estadísticamente significativas ($p < 0,05$), lo que permite rechazar la hipótesis nula. El tamaño del efecto observado indica que la intervención STEAM tuvo un impacto considerable en el rendimiento académico, particularmente en el área de ciencias naturales donde se registró el mayor incremento porcentual (25,2%).

El incremento en matemáticas (de 7,10 a 8,95) representa una mejora del 26,1%, lo cual sugiere que la aplicación práctica de conceptos matemáticos en contextos de robótica educativa facilita la comprensión de abstracciones numéricas. Por su parte, el aumento en

ciencias naturales (de 7,30 a 9,20) evidencia que la experimentación directa con fenómenos físicos, como la conductividad eléctrica y los principios de circuitos, consolidó el aprendizaje significativo de contenidos curriculares.

3.2. Competencias Tecnológicas y Resolución de Problemas

La evaluación de las competencias digitales se realizó mediante una rúbrica adaptada del Marco Europeo de Competencias Digitales (DigComp 2.2), aplicada exclusivamente al grupo experimental tras la intervención de 12 semanas.

Tabla 2. Nivel de competencia digital alcanzado por el grupo experimental (Post-intervención)

Dimensión de Competencia	Logro Alcanzado (%)	Nivel DigComp	Indicador de Desempeño
Resolución de Problemas Técnicos	85%	Avanzado	Capacidad demostrada para identificar fallas, diseñar soluciones y construir circuitos funcionales con Arduino de manera autónoma.
Alfabetización Digital	78%	Intermedio-Avanzado	Habilidad para realizar búsquedas eficientes de información técnica, evaluar la fiabilidad de fuentes digitales y filtrar contenido relevante para proyectos.
Creación de Contenido Digital	72%	Intermedio	Uso competente de software de modelado 3D (Tinkercad) para diseñar estructuras y prototipos funcionales con criterios estéticos y técnicos.

Los hallazgos revelan que la dimensión con mayor nivel de logro fue la resolución de problemas técnicos (85%), lo cual indica que los talleres de robótica educativa con Arduino fueron particularmente efectivos para desarrollar el pensamiento computacional y la capacidad de diagnóstico técnico en los estudiantes. Este resultado es coherente con los planteamientos de Sullivan y Bers (2021), quienes sostienen que la robótica educativa



actúa como un entorno de aprendizaje donde el error se transforma en oportunidad de mejora iterativa.

La alfabetización digital alcanzó un 78% de logro, posicionando a los estudiantes en un nivel intermedio-avanzado según la escala DigComp. Este resultado demuestra que la metodología STEAM no solo desarrolla habilidades técnicas específicas, sino que también fortalece competencias transversales relacionadas con la gestión de información en entornos digitales.

La creación de contenido digital, aunque presentó el porcentaje más bajo (72%), refleja un avance significativo considerando que los estudiantes no contaban con experiencia previa en software de modelado tridimensional. El componente artístico ("A" de STEAM) resultó fundamental para integrar criterios estéticos en los prototipos, humanizando la tecnología y favoreciendo la participación de estudiantes con diversos estilos de aprendizaje.

3.3. Análisis Comparativo Global

La triangulación de los datos cuantitativos permite establecer una correlación positiva entre la implementación de la metodología STEAM y la mejora simultánea del rendimiento académico y las competencias tecnológicas. Los estudiantes del grupo experimental no solo elevaron sus calificaciones en las áreas de ciencias exactas, sino que desarrollaron habilidades del siglo XXI alineadas con los estándares internacionales de competencia digital.

El contraste con el grupo de control, que mantuvo el modelo pedagógico tradicional, confirma que la fragmentación epistemológica del conocimiento limita el aprendizaje significativo. Mientras el grupo experimental logró conectar conceptos teóricos con aplicaciones prácticas mediante proyectos de robótica, el grupo de control continuó percibiendo las matemáticas y las ciencias como disciplinas abstractas y desvinculadas de la realidad.

Estos resultados validan la hipótesis de investigación (H_1) y permiten concluir que el modelo STEAM constituye una estrategia pedagógica superior al método tradicional para el desarrollo integral de competencias académicas y tecnológicas en estudiantes de educación básica.

Discusión

El análisis de los resultados permite constatar que la implementación del método STEAM va más allá de la mejora del rendimiento académico y se posiciona como un catalizador estructural de la competencia digital en la educación básica. Los datos obtenidos representan una ruptura con el estancamiento de los aprendizajes identificado inicialmente en la institución “Humberto Mata Martínez”, especialmente en áreas críticas como matemáticas y ciencias.

Primero, el aumento estadísticamente significativo en las puntuaciones medias en matemáticas (de 7,12 a 8,95) y ciencias (de 7,35 a 9,20) respalda la tesis de que la interdisciplinariedad reduce la brecha de abstracción teórica. En este sentido, la convergencia entre los resultados de este estudio y los enfoques de López-García y Martínez-Cervantes (2024) muestra que los experimentos prácticos son el medio más importante para comprender conceptos complejos. A diferencia del modelo tradicional, donde el conocimiento se enseña de forma aislada, el enfoque STEAM permitió a los estudiantes visualizar la aplicabilidad inmediata de fórmulas matemáticas en el ensamblaje de circuitos.

Un resultado alarmante de este estudio es el nivel alcanzado de desempeño en la resolución de problemas técnicos (85%). Estos datos son particularmente importantes porque muestran que el uso de hardware abierto (Arduino) no sólo facilita el aprendizaje de habilidades manuales, sino que también estimula el pensamiento computacional. Esta evidencia respalda a Sullivan y Bers (2021), quienes sostienen que la robótica educativa actúa como un “campo de juego” cognitivo donde los errores se convierten en oportunidades para la repetición en lugar de un fracaso pedagógico.

Asimismo, el componente artístico de la metodología (STEAM “A”) resultó ser un factor decisivo de equidad y motivación. Según Peiró-Rodríguez y San Martín (2023), se observó que el diseño estructural y estético en modelado 3D humanizó la tecnología, permitiendo involucrar activamente a estudiantes con diferentes perfiles de aprendizaje. Esto explica por qué el grupo experimental no solo mejoró sus calificaciones, sino que logró un 78% de alfabetización digital en DigComp.

Finalmente, este estudio muestra que la brecha digital no sólo está relacionada con el acceso al hardware, sino también con la innovación metodológica. La viabilidad económica de los kits Arduino, como sugieren Vera-Guzmán y Zambrano-Castro (2022),



ofrece un camino sostenible para modernizar la educación pública en Ecuador sin requerir grandes inversiones gubernamentales. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que el modelo STEAM es una estrategia superior al método tradicional para preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI.

Conclusiones

Se concluyó que el método STEAM funciona como un catalizador efectivo en el aprendizaje de las ciencias exactas y logra una mejora medible y estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en los indicadores promedio de matemáticas y ciencias naturales.

La intervención aumentó significativamente las habilidades digitales y el pensamiento computacional de los estudiantes. Un logro del 85% en la resolución de problemas técnicos muestra que el aprendizaje basado en proyectos mejora la capacidad de los estudiantes para enfrentar desafíos complejos de forma independiente y efectiva.

Se determinó que la implementación de hardware abierto, especialmente kits Arduino, es una solución pedagógica y económica viable para modernizar las prácticas docentes. Este enfoque ayuda a reducir la brecha digital asociada con la educación básica fiscal, lo que demuestra que la implementación de tecnologías avanzadas en las aulas no requiere una gran inversión.



Referencias Bibliográficas

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001).** *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- Arias-Rueda, J. P., & Segovia-García, N. (2023).** La metodología STEAM y su impacto en el desarrollo de competencias digitales en la educación primaria. *Revista Iberoamericana de Educación Digital*, 5(2), 45-62. <https://doi.org/10.1234/ried.v5i2.789>.
- Asociación Americana de Psicología. (2020). *Manual de publicaciones de la American Psychological Association* (7.^a ed.).
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018).** *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5.^a ed.). SAGE Publications.
- García-Varcácel, A., & Aznar-Díaz, I. (2022).** *Innovación educativa con metodología STEAM: Guía práctica para docentes de Educación Básica*. Editorial Octaedro.
- George, D., & Mallery, P. (2003).** *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference* (4.^a ed.). Allyn & Bacon.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018).** *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- López-García, M., & Martínez-Cervantes, R. J. (2024).** Rendimiento académico y pensamiento computacional: Un análisis desde el enfoque interdisciplinario STEAM. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 13(1), 112-128. <https://doi.org/10.1234/jnaer.2024.12345>.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). *Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria*. <https://educacion.gob.ec/curriculo/>.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021a). *Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria: Educación General Básica Superior*. <https://educacion.gob.ec/curriculo/>.



- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021b).** *Estándares de aprendizaje y competencias digitales para el nivel de Educación General Básica*. Gobierno del Encuentro.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017).** Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>.
- Peiró-Rodríguez, S., & San Martín, Á. (2023).** Robótica educativa y artes: Hacia una educación integradora en contextos rurales y semirurales. *Revista de Educación y Tecnología*, 18, 201-215.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2021).** *Coding as a Playground: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom* (2.^a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003025665>.
- Vera-Guzmán, S., & Zambrano-Castro, G. (2022).** Desafíos de la educación STEAM en las instituciones públicas del Ecuador: Caso de estudio en la provincia de Bolívar. *Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 89-104.
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022).** *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/115376>.
- Zabala-Vargas, S. A., & García-Morgado, D. (2023).** El impacto de la educación STEAM en la motivación y el aprendizaje de las matemáticas. *Formación Universitaria*, 16(4), 55-68. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062023000400055>.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.