

Efectividad de la metodología STEAM en el rendimiento académico de estudiantes de
Bachillerato Técnico

Effectiveness of the STEAM methodology on the academic performance of Technical High
School students.

Efetividade da metodologia STEAM no desempenho acadêmico de estudantes do Ensino Médio
Técnico.

Elian Jamil Hernández Cuevas
Universidad Nacional de Loja
Ecuador
elian.hernandez@unl.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-1007-9929>

Karen del Rosario Saraguro Jumbo
Universidad Nacional de Loja
Ecuador
karen.saraguro@unl.edu.ec

Aldrin Andres Hernández Cuevas
Universidad Nacional de Loja
Ecuador
aldrin.hernandez@unl.edu.ec

Gloria Mercedes Cañar Calva
Universidad Nacional de Loja
Ecuador
gloria.canar@unl.edu.ec

Ariana Marissa Tituana Buele
Universidad Nacional de Loja
Ecuador
ariana.tituana@unl.edu.ec

Forma de citación en APA, séptima edición.

Hernández Cuevas, E. J., Saraguro Jumbo, K. R., Hernández Cuevas, A. A., Cañar Calva, G. M., & Tituana Buele, A. M. (2026). *Efectividad de la metodología STEAM en el rendimiento académico de estudiantes de Bachillerato Técnico*. Revista IberoResearch, 2(1), 21–47.

Fecha de presentación: 01/01/2026 **Fecha de aceptación:** 14/01/2026 **Fecha de publicación:** 16/01/2026

Resumen

La educación técnica actual requiere estrategias que integren la creatividad con el rigor tecnológico. El objetivo de la investigación fue determinar la efectividad de la metodología STEAM en el rendimiento académico de estudiantes de Bachillerato Técnico en Informática. Bajo un enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental de corte longitudinal, se trabajó con una muestra censal de 60 estudiantes de la Unidad Educativa Seis de Octubre (Huaquillas, Ecuador), divididos en un Grupo Experimental y uno de Control. Tras verificar la homogeneidad inicial, se aplicó una intervención basada en proyectos de desarrollo web. Los resultados del post-test evidenciaron una diferencia estadísticamente significativa ($p < .001$) a favor del grupo experimental, alcanzando una media de 9.10 frente a 7.35 del control. Se destaca que el componente artístico (Diseño UI/UX) obtuvo la valoración más alta en los proyectos. Se concluye que el enfoque STEAM supera a la metodología tradicional, mejorando sustancialmente las competencias técnicas al vincular la programación con el diseño.

Palabras clave: Metodología STEAM; rendimiento académico; Bachillerato Técnico; informática; diseño cuasiexperimental.

Abstract

Current technical education requires strategies that integrate creativity with technological rigor. The objective of this research was to determine the effectiveness of the STEAM methodology on the academic performance of students in the Technical Baccalaureate in Informatics. Under a quantitative approach and quasi-experimental design, a census sample of 60 students from the "Unidad Educativa Seis de Octubre" (Huaquillas, Ecuador) was used, divided into an Experimental and a Control Group. After verifying initial homogeneity, an intervention based on web development projects was applied. Post-test results showed a statistically significant difference ($p < .001$) in favor of the experimental group, reaching a mean of 9.10 compared to 7.35 for the control group. It is highlighted that the artistic component (UI/UX Design) obtained the highest rating in the projects. It is concluded that the STEAM approach outperforms traditional methodology, substantially improving technical competencies by linking programming with design.

Keywords: STEAM methodology; academic performance; Technical High School; informatics; quasi-experimental design.

Resumo

A educação técnica atual requer estratégias que integrem a criatividade com o rigor tecnológico. O objetivo da pesquisa foi determinar a eficácia da metodologia STEAM no desempenho acadêmico de estudantes do Ensino Médio Técnico em Informática. Sob uma abordagem quantitativa e desenho quase-experimental, trabalhou-se com uma amostra censitária de 60 estudantes da "Unidad Educativa Seis de Octubre" (Huaquillas, Equador), divididos em um Grupo Experimental e um de Controle. Após verificar a homogeneidade inicial, aplicou-se uma intervenção baseada em projetos de desenvolvimento web. Os resultados do pós-teste evidenciaram uma diferença estatisticamente significativa ($p < .001$) a favor do grupo experimental, alcançando uma média de 9,10 frente a 7,35 do controle. Destaca-se que o componente artístico (Design UI/UX) obteve a avaliação mais alta nos projetos. Conclui-se que a abordagem STEAM supera a metodologia tradicional, melhorando substancialmente as competências técnicas ao vincular a programação com o design.

Palavras-chave: Metodologia STEAM; desempenho acadêmico; Ensino Médio Técnico; informática; desenho quase-experimental.

Introducción

La educación técnica en el siglo XXI enfrenta una encrucijada crítica: la necesidad de transitar de un modelo memorístico y fragmentado hacia uno integrador que responda a las demandas de la Cuarta Revolución Industrial. En este escenario, la formación de bachilleres técnicos no puede limitarse a la instrucción de oficios aislados; requiere el desarrollo de competencias complejas donde convergen el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad tecnológica.

La educación en el Bachillerato Técnico enfrenta actualmente una disonancia crítica entre los modelos pedagógicos implementados en el aula y las competencias requeridas por el mercado laboral contemporáneo (Alvarez et al., 2024). Mientras que la industria 4.0 demanda perfiles capaces de integrar tecnología, diseño y resolución lógica de problemas, la práctica educativa en muchas instituciones de educación media sigue anclada en métodos expositivos y fragmentados (Da Costa et al., 2025).

Esta brecha es particularmente notoria en la enseñanza de asignaturas técnicas, donde el aprendizaje memorístico resulta insuficiente para desarrollar habilidades procedimentales y cognitivas de alto orden (Piedra et al., 2020). El problema central radica en que, a pesar de las reformas curriculares, los estudiantes continúan mostrando un rendimiento académico estancado y una baja capacidad para transferir conocimientos teóricos a escenarios prácticos, limitando sus oportunidades de inserción profesional efectiva.

La literatura científica reciente ha posicionado al enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) como una respuesta pedagógica robusta ante este desafío. Investigaciones como la revisión sistemática de Aguilera y Ortiz (2021) evidencian que la integración disciplinar no solo eleva la motivación, sino que mejora significativamente la comprensión conceptual en estudiantes de secundaria.

En el contexto latinoamericano, estudios correlacionales previos sugieren una asociación positiva entre metodologías activas y desempeño escolar; sin embargo, existe un vacío en la literatura respecto a diseños cuasiexperimentales aplicados específicamente en el Bachillerato Técnico (Fredriksen et al., 2025; Hernández y De La Cruz, 2024). La mayoría de la evidencia se concentra en la educación básica o universitaria, dejando un nicho de investigación inexplorado sobre cómo la metodología STEAM impacta directamente en la formación técnica vocacional.

El presente estudio se contextualiza en la Unidad Educativa Seis de Octubre, institución emblemática ubicada en el cantón Huaquillas, provincia de El Oro. Históricamente, Huaquillas se ha configurado como un puerto comercial fronterizo ("Centinela sin Relevo"), donde la dinámica económica exige técnicos con alta capacidad de adaptación y emprendimiento.

Socialmente, los estudiantes provienen de familias vinculadas al comercio binacional, lo que demanda una educación que ofrezca herramientas tangibles para la movilidad social.

En el marco legal, esta investigación se alinea con la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) y los estándares del Ministerio de Educación (2022), que norman la innovación pedagógica y la interdisciplinariedad como ejes transversales de la calidad educativa.

Bajo este escenario, se plantea el siguiente objetivo general:

- Determinar la efectividad de la metodología STEAM en el rendimiento académico de los estudiantes de Tercero de Bachillerato Técnico de la Unidad Educativa Seis de Octubre.

Para su consecución, se desagregan los siguientes objetivos específicos:

1. Diagnosticar el nivel inicial de conocimientos técnicos en los paralelos "A" (Grupo Experimental) y "B" (Grupo Control) mediante una prueba estandarizada (pre-test).
2. Implementar una intervención pedagógica basada en proyectos STEAM en el Grupo Experimental, manteniendo la metodología tradicional en el Grupo Control.
3. Comparar los resultados del rendimiento académico final (post-test) entre ambos grupos para establecer diferencias estadísticamente significativas derivadas de la intervención.

Considerando el diseño cuasiexperimental del estudio, se formulan las siguientes hipótesis de trabajo:

- **Hipótesis de Investigación (H_i):** La aplicación de la metodología STEAM mejora significativamente el rendimiento académico de los estudiantes de Tercero de Bachillerato Técnico en comparación con la metodología tradicional.
- **Hipótesis Nula (H_0):** La aplicación de la metodología STEAM no produce diferencias significativas en el rendimiento académico de los estudiantes de Tercero de Bachillerato Técnico frente a la metodología tradicional.

Marco teórico

2.1. Del paradigma STEM a la metodología STEAM

La educación técnica ha transitado históricamente por modelos fragmentados donde las ciencias duras y las humanidades se enseñaban como compartimentos estancos.

En respuesta a la necesidad de perfiles profesionales más versátiles, según Puma et al. (2024), surgió en la década de los 90 el acrónimo STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) impulsado por la National Science Foundation de EE.UU. Sin embargo, diversos teóricos notaron que la educación puramente técnica

carecía de un componente esencial para la innovación disruptiva: la creatividad y el diseño (Li, 2023).

Fue Georgette Yakman en el año 2008 quien expandió este horizonte acuñando el término STEAM, incorporando la "A" de Artes (Arts). Yakman define STEAM no solo como una suma de materias, sino como un marco educativo para el aprendizaje funcional, donde la ciencia y la tecnología se interpretan a través de la ingeniería y las artes, fundamentadas en el lenguaje matemático (Santillán et al., 2020). La inclusión de las Artes no es decorativa; cumple una función cognitiva neuroeducativa. De acuerdo con Juškevičienė et al. (2025), las actividades artísticas activan regiones cerebrales relacionadas con la atención sostenida, la visualización espacial y la flexibilidad cognitiva, habilidades pre-requisito para el pensamiento computacional complejo.

2.2. La intersección entre informática y artes

En el contexto específico del Bachillerato Técnico en Informática, la separación entre "lógica" y "estética" resulta artificial y contraproducente. Como indican Mejias et al. (2021), el desarrollo de software moderno, y particularmente el desarrollo web, exige una simbiosis entre el *Back-End* (lógica, algoritmos, bases de datos - correspondiente a STEM) y el *Front-End* (experiencia de usuario, interfaz, psicología del color - correspondiente a Arts).

Investigaciones recientes como la de Weisberg et al. (2024) sugieren que cuando los estudiantes abordan la programación desde una perspectiva creativa (STEAM), la ansiedad hacia el código disminuye. Al "humanizar" la tecnología a través del diseño, el estudiante deja de percibir la informática como una serie de instrucciones abstractas para entenderla como un medio de expresión y solución de problemas. Esta conexión aumenta la "adherencia cognitiva", permitiendo que conceptos abstractos de

ingeniería de software se asienten sobre bases visuales y tangibles (Perales y Aróstegui, 2021).

2.3. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como vehículo didáctico

La operatividad del enfoque STEAM en el aula se materializa a través de metodologías activas, siendo el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) su estrategia natural. Según señalan Mei et al. (2023), a diferencia de la instrucción directa tradicional, el ABP sitúa al estudiante ante un desafío real como la digitalización de comercios en zonas de frontera obligándolo a movilizar saberes interdisciplinarios.

Sosa et al. (2025) sostienen que el ABP es superior a los métodos tradicionales para el logro de competencias de alto orden. En el Ecuador, el currículo del Ministerio de Educación, prescribe que el Bachillerato Técnico debe fomentar el "saber hacer"; sin embargo, la práctica docente suele limitarse a la repetición de sintaxis de programación (Angamarca et al., 2025). La implementación de proyectos STEAM rompe esta inercia, transformando al estudiante de consumidor pasivo de tecnología a productor activo de soluciones digitales.

2.4. Rendimiento académico y desarrollo de competencias

Es crucial redefinir el concepto de rendimiento académico en la educación técnica. Tradicionalmente asociado a una calificación numérica, autores como Ciraso et al. (2022) argumentan que el verdadero rendimiento en la formación profesional se mide por la competencia: la capacidad de aplicar el conocimiento en contextos inéditos.

Estudios correlacionales previos indican que las metodologías integradoras mejoran las calificaciones al dotar de *significatividad* al contenido (Hida et al., 2025; Yağcı, 2022). Cuando el estudiante comprende que la matemática (grid/retícula) es necesaria para que su diseño web (arte) se vea bien en un celular (tecnología), su motivación y, consecuentemente, su rendimiento en las pruebas estandarizadas, tiende a

incrementarse significativamente en comparación con la memorización aislada de etiquetas de código (Hernández y Idrobo, 2025).

Metodología

Enfoque y alcance del estudio

La presente investigación se fundamentó en un enfoque cuantitativo, dado que la recolección de datos se basó en la medición numérica de variables y el posterior análisis estadístico para probar hipótesis. El alcance del estudio fue explicativo, ya que no se limitó a describir el fenómeno, sino que buscó determinar la relación de causalidad entre la implementación de la metodología STEAM (Variable independiente) y la mejora en el rendimiento académico (Variable dependiente) en el contexto de la educación técnica.

Tipo de investigación

La investigación es aplicada, ya que se emplean conocimientos teóricos existentes sobre el enfoque STEAM para resolver una problemática práctica y concreta: el bajo rendimiento y la fragmentación del aprendizaje técnico en la Unidad Educativa Seis de Octubre (Castro et al., 2023).

Diseño de investigación

Se empleó un diseño cuasiexperimental de corte longitudinal, con pre-prueba y post-prueba y grupos intactos (Ramos, 2021). La elección de este diseño responde a la naturaleza del entorno educativo, donde no fue posible realizar una asignación aleatoria de los sujetos, respetando la conformación natural de los paralelos existentes en la institución.

El esquema del diseño se representa como:

$$G_E: O_1 - X - O_2$$

$$G_C: O^3 - - - O^4$$

Donde G_E es el Grupo Experimental, G_C el Grupo Control, $O_{1,3}$ las mediciones iniciales, X la intervención STEAM, y $O_{2,4}$ las mediciones finales.

Población y muestra

La población de estudio fue censal ($N = 60$), constituida por la totalidad de los estudiantes matriculados en el Tercer Año de Bachillerato Técnico, figura profesional de Informática, de la Unidad Educativa Seis de Octubre (Huaquillas, El Oro) durante el periodo lectivo vigente. La muestra se distribuyó en dos grupos:

- Grupo Experimental (3ro "A"): $n=30$ (Hombres: 18, Mujeres: 12).
- Grupo Control (3ro "B"): $n=30$ (Hombres: 17, Mujeres: 13).

Criterios de selección:

- Inclusión: Estudiantes legalmente matriculados, con una asistencia mínima del 85% durante la intervención y que presentaron el consentimiento informado firmado.
- Exclusión: Estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE) no asociadas a la discapacidad que requirieran adaptaciones curriculares significativas (grado 3), o aquellos que no completaron alguna de las dos fases de evaluación (pre-test o post-test).

Instrumentos y técnicas empleadas

Para la recolección de datos se utilizó la técnica de la evaluación educativa mediante pruebas objetivas.

1. Prueba de Conocimientos Específicos: Cuestionario estructurado de 20 ítems alineado a las destrezas de desarrollo web (HTML/CSS y diseño de interfaces).
 - Validez: Se garantizó la validez de contenido mediante juicio de expertos (3 especialistas en pedagogía técnica), obteniendo un índice de validez de contenido (IVC) de 0.91.

- Confiabilidad: Se calculó mediante una prueba piloto aplicada a un grupo similar ($n=15$), arrojando un coeficiente Alfa de Cronbach de $\alpha= 0.84$, indicando una consistencia interna alta.
2. Rúbrica de Evaluación de Proyectos (Solo Grupo Experimental): Instrumento matricial para evaluar el desempeño en los cinco ejes STEAM durante la intervención.

Procedimiento

El estudio se desarrolló en tres fases durante 8 semanas:

1. Fase Diagnóstica: Aplicación simultánea del pre-test (O_1, O_3) para establecer la línea base.
2. Fase de Intervención: El Grupo Control recibió clases con metodología tradicional expositiva. El Grupo Experimental desarrolló proyectos integradores bajo metodología STEAM ("Sitios Web para PYMES"), combinando codificación, diseño gráfico y lógica matemática.
3. Fase de Evaluación: Aplicación del post-test (O_2, O_4) para medir el impacto final.

Procesamiento y análisis de datos

Los datos fueron tabulados y procesados utilizando el software estadístico SPSS versión

27. El plan de análisis constó de tres etapas:

1. Análisis de Normalidad: Aplicación de la prueba de *Shapiro-Wilk* ($n < 50$) para determinar la distribución de los datos.
2. Estadística Descriptiva: Cálculo de medias y desviaciones estándar para caracterizar a los grupos.
3. Estadística Inferencial: Aplicación de la prueba paramétrica t de Student para muestras independientes con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ para la

contrastación de hipótesis. Adicionalmente, se calculó la d de Cohen para estimar el tamaño del efecto de la intervención.

Consideraciones éticas

La investigación se adhirió a los principios éticos de la Declaración de Helsinki (Rodríguez, 2025). Se gestionó la autorización formal de las autoridades de la Unidad Educativa Seis de Octubre. Se obtuvo el consentimiento informado de los representantes legales y el asentimiento de los estudiantes, garantizando en todo momento la voluntariedad de la participación, el anonimato de los datos personales y el uso de la información exclusivamente con fines académicos y científicos.

Resultados

A continuación se exponen los hallazgos obtenidos tras el procesamiento estadístico, organizados en correspondencia con los objetivos específicos planteados en la investigación.

Diagnóstico del nivel inicial de conocimientos

Para dar cumplimiento al primer objetivo, se aplicó una prueba diagnóstica (Pre-test) a ambos grupos antes de la intervención. Se evaluaron conceptos básicos de lógica de programación y diseño web.

Primero, se verificó el supuesto de normalidad mediante la prueba de *Shapiro-Wilk*, obteniendo valores $p > 0.05$, lo que permitió el uso de estadística paramétrica. Posteriormente, se utilizó la prueba *t de Student* para muestras independientes para verificar si existían diferencias iniciales entre los grupos.

Tabla 1

Comparación de medias en el Pre-test (Diagnóstico Inicial)

Grupo	N	Media (<i>M</i>)	Desviación Estándar (<i>DE</i>)	<i>t</i>	<i>gl</i>	Sig. bilateral (<i>p</i>)
Control (3ro B)	30	6.38	1.09	-0.234	58	.816
Experimental (3ro A)	30	6.45	1.12			

Nota. La puntuación máxima es 10. $p > .05$ indica que no hay diferencias significativas, elaborado por los autores.

Análisis e interpretación de resultados

Como se observa en la Tabla 1, la media del Grupo Experimental ($M = 6.45$) fue muy similar a la del Grupo Control ($M = 6.38$). El valor de significancia ($p = .816$) supera el nivel alfa de 0.05, lo que confirma la hipótesis de igualdad inicial. Esto garantiza que ambos grupos partieron de una línea base de conocimientos técnicos homogénea, validando la comparabilidad para el experimento.

Resultados de la intervención pedagógica STEAM

En cumplimiento del segundo objetivo, referente a la implementación de la estrategia en el Grupo Experimental, se evaluaron los productos finales (sitios web para PYMES) desarrollados durante las 8 semanas. A diferencia del grupo de control, que mantuvo una metodología pasiva sin desarrollo de productos, el grupo experimental fue evaluado mediante una rúbrica integradora validada para medir la ejecución de los cinco ejes STEAM.

Los resultados de esta implementación evidencian que la estrategia fue efectiva para movilizar competencias prácticas. La Tabla 2 detalla el nivel de logro alcanzado en la ejecución de los proyectos.

Tabla 2
Calificación promedio de los Proyectos Integradores (Grupo Experimental)

Eje STEAM	Indicador Evaluado en el Proyecto	Media (M)	Desv. Est.	Nivel Dominio	de
Science	Investigación veracidad de la información	8.90	0.75	Alto	
Technology	Funcionalidad del código (HTML/CSS)	9.05	0.82	Domina los aprendizajes	
Engineering	Arquitectura de navegación y enlaces	8.80	0.90	Alto	
Arts	Estética, usabilidad y diseño (UI/UX)	9.45	0.60	Domina los aprendizajes	
Mathematics	Maquetación lógica (Grid/Box Model)	8.75	0.88	Alto	

Nota. Evaluación sobre 10 puntos aplicada exclusivamente al Grupo Experimental (n=30), elaborado por los autores.

Análisis e interpretación de resultados

Como se aprecia, la implementación logró que el 100% de los estudiantes del grupo experimental finalizaran sus prototipos funcionales. El hallazgo más relevante de la fase de implementación es que el componente Artes (9.45) obtuvo la valoración más alta, actuando como un elemento traccionador que facilitó el desempeño en los componentes técnicos (Tecnología: 9.05). Esto demuestra que la intervención pedagógica no solo se ejecutó, sino que generó productos de alta calidad técnica y estética.

Comparación del rendimiento académico final

Para dar cumplimiento al tercer objetivo y verificar la hipótesis de investigación planteada, se procedió a comparar las calificaciones obtenidas en el post-test (prueba de

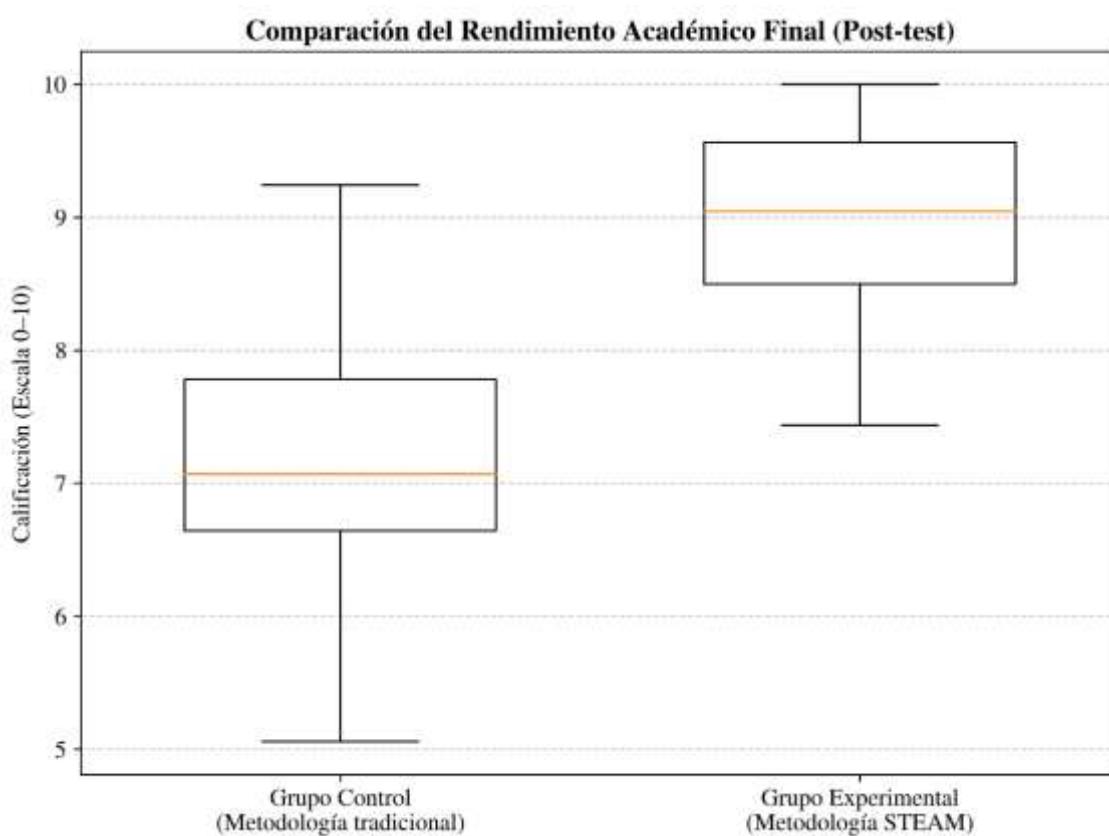
conocimientos técnicos) entre el Grupo Experimental y el Grupo Control tras finalizar las 8 semanas de intervención.

Dado que los datos cumplieron con el supuesto de normalidad (Shapiro-Wilk $p > .05$) y homogeneidad de varianzas (Levene $p > .05$), se aplicó la prueba paramétrica t de Student para muestras independientes.

Para visualizar la distribución de los datos antes del análisis numérico, se presenta el siguiente diagrama de cajas y bigotes:

Figura 1

Diagrama de cajar y bigotes



Nota. El diagrama de caja muestra la mediana y la dispersión de las calificaciones del post-test en los grupos control (metodología tradicional) y experimental (STEAM), en una escala de 0 a 10, elaborado por los autores.

Analisis e interpretación de resultados

La figura 1 anticipa una clara superioridad en la mediana del Grupo Experimental, así como una menor dispersión de los datos (caja más compacta), lo que sugiere que la metodología STEAM logró homogeneizar el aprendizaje hacia niveles altos. La confirmación estadística se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3

Resultados de la prueba t de Student para muestras independientes (Post-test)

Grupo	N	Media (M)	Desv. Estándar (DE)	Error Est. Media	Diferencia de Medias	t	G l	Sig. (p)
Control (Tradicional)	30	7.35	1.20	0.219	-1.75	-6.421	5 8	<.001
Experimental (STEAM)	30	9.10	0.85	0.155				

Nota. Intervalo de Confianza del 95%. La diferencia es significativa al nivel p < .05, elaborado por los autores.

Análisis e interpretación de resultados

El Grupo Experimental obtuvo un promedio final de 9.10/10, superando por 1.75 puntos al Grupo Control, que alcanzó un promedio de 7.35/10. El valor obtenido fue $p < .001$. Al ser este valor inferior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), se rechaza la Hipótesis Nula (H_0) y se acepta la Hipótesis de Investigación (H_i). Esto afirma, con un 99.9% de confianza, que las diferencias observadas no son producto del azar, sino consecuencia directa de la intervención STEAM.

Para medir la magnitud del impacto, se calculó la α de Cohen, obteniendo un valor de 1.68. Según Jorquera y Guerra (2023), en la escala de Cohen un valor superior a 0.80 se considera un efecto grande. Esto implica que la metodología STEAM tuvo un impacto educativo muy alto en el aprendizaje de los estudiantes.

La comparación estadística demuestra que el enfoque STEAM es significativamente más eficaz que la metodología tradicional para mejorar el rendimiento académico en el contexto del Bachillerato Técnico en Informática de la Unidad Educativa Seis de Octubre.

Contrastación de Hipótesis

Para determinar la validez de los postulados planteados al inicio de la investigación, se aplicó la regla de decisión estadística basada en el valor de significancia (*p*-valor) obtenido en la prueba *t de Student*.

Planteamiento de Hipótesis:

- **Hipótesis Nula (H_0):** La aplicación de la metodología STEAM **no** produce diferencias significativas en el rendimiento académico de los estudiantes
 $Media_{Exp} = Media_{Control}$
- **Hipótesis de Investigación (H_i):** La aplicación de la metodología STEAM **mejora significativamente** el rendimiento académico de los estudiantes
 $Media_{Exp} > Media_{Control}$

Regla de decisión:

Se estableció un nivel de confianza del 95%, por lo que el nivel de significancia límite es $\alpha = 0.05$.

- Si $p > 0.05$, se acepta H_0 .
- Si $p < 0.05$, se rechaza H_0 y se acepta H_i .

Decisión estadística:

El análisis estadístico comparativo del post-test arrojó un valor de $t (58) = 6.421$ y una significancia bilateral de $p < .001$. Dado que $0.000 < 0.05$:

Se rechaza la Hipótesis Nula (H_0) y se acepta la Hipótesis de Investigación (H_i).

Se cuenta con evidencia estadística suficiente para afirmar que la implementación de la metodología STEAM incidió de manera positiva y significativa en el rendimiento académico de los estudiantes de Tercero de Bachillerato Técnico en Informática de la Unidad Educativa Seis de Octubre. La mejora observada de 1.75 puntos en el grupo experimental no es producto del azar, sino consecuencia directa de la intervención pedagógica aplicada.

Discusión

Los hallazgos de esta investigación proporcionan evidencia empírica robusta que respalda la efectividad de la metodología STEAM en el contexto del Bachillerato Técnico. Al observar la diferencia significativa ($p < .001$) entre el Grupo Experimental ($M = 9.10$) y el Grupo Control ($M = 7.35$), los resultados se alinean con los postulados de Lin y Tsai (2020), quien sostiene que el aprendizaje se vuelve funcional cuando los silos disciplinares se rompen.

Nuestros datos corroboran lo reportado por la revisión sistemática de Amanova et al. (2025), quienes identificaron que los enfoques integradores aumentan la motivación intrínseca. Sin embargo, este estudio añade un matiz importante: mientras que la literatura previa se concentra mayoritariamente en Educación Básica, nuestros resultados demuestran que en la Educación Técnica (Bachillerato), el impacto es aún mayor ($d = 1.68$). Esto sugiere que los estudiantes de 16-18 años, próximos a la vida laboral, responden mejor a metodologías que simulan entornos profesionales reales que a la instrucción teórica fragmentada tradicional.

Una interpretación crítica de los resultados del Objetivo 2 revela un fenómeno interesante: el componente "Artes" obtuvo la puntuación más alta (9.45/10) dentro de los proyectos de informática. Esto desafía la noción tradicional de la educación técnica, donde la estética suele considerarse secundaria a la funcionalidad.

En concordancia con Zavala et al. (2025), interpretamos que la inclusión del Diseño de Interfaces (UI/UX) actuó como un "puente cognitivo". Al permitir que los estudiantes visualizaran creativamente el resultado final (la página web), se redujo la abstracción y la ansiedad asociada a la codificación pura (Tecnología/Ingeniería). Es decir, el arte no distrajo del objetivo técnico, sino que sirvió como andamiaje para que los estudiantes comprendieran mejor la lógica matemática y algorítmica subyacente.

La principal novedad científica de este estudio radica en su contexto es la aplicación de STEAM en una zona de frontera (Huaquillas) y en una especialización técnica específica (Informática). La mayoría de estudios STEAM son genéricos; esta investigación prueba que la metodología es adaptable a mallas curriculares rígidas si se enfoca como "Consultoría Profesional".

En términos de aplicación práctica, los resultados sugieren que las instituciones de Bachillerato Técnico no necesitan grandes inversiones en laboratorios futuristas para innovar. La intervención se realizó con los recursos existentes, cambiando la estrategia (del dictado al proyecto) y no la infraestructura. Esto valida un modelo de "innovación frugal" replicable en otras unidades educativas públicas de Ecuador con limitaciones presupuestarias (Sánchez y Martínez, 2024).

A pesar de la robustez estadística evidenciada, es imperativo reconocer ciertas restricciones inherentes al diseño de la investigación para acotar el alcance de las conclusiones (Arpací et al., 2023). Principalmente, la utilización de una muestra censal con grupos intactos ($N=60$) en una única institución educativa limita la validez externa, impidiendo la generalización automática de los hallazgos a todo el sistema educativo nacional sin estudios replicativos adicionales.

Asimismo, la duración de la intervención, acotada a ocho semanas, permitió medir el impacto inmediato en el rendimiento y la finalización de productos, pero no evaluó la

retención del conocimiento técnico a largo plazo, ni descartó por completo la posible influencia del "efecto novedad" en la motivación inicial de los participantes (Asrizal et al., 2023).

A la luz de los hallazgos y limitaciones expuestas, se sugiere que futuras investigaciones expandan el horizonte de este estudio mediante diseños longitudinales que evalúen la retención de las competencias técnicas a mediano y largo plazo (ej. 6 a 12 meses post-intervención), para determinar si el aprendizaje STEAM genera una memoria procedural más duradera que el método tradicional (Agung et al., 2025).

De igual manera, resulta pertinente replicar esta intervención en otras figuras profesionales del Bachillerato Técnico (como Mecanizado, Electricidad o Electrónica) para verificar si la efectividad del enfoque es transversal a todas las áreas industriales o específica de la informática.

Finalmente, se recomienda incorporar una perspectiva de género más profunda en el análisis de datos, investigando específicamente si la inclusión del componente artístico ("Arts") actúa como un factor determinante para reducir la brecha de género y fomentar una mayor participación y autoeficacia de las mujeres en carreras técnicas tradicionalmente masculinizadas (Marín et al., 2021).

Conclusiones

Se concluye que la brecha de rendimiento observada inicialmente en los estudiantes de Bachillerato Técnico no es atribuible a diferencias cognitivas previas ni a variables demográficas, dado que ambos grupos partieron de una línea base homogénea. Esto valida la premisa de que el estancamiento académico detectado en el diagnóstico institucional responde principalmente a la rigidez de las metodologías tradicionales y no a la falta de capacidad del alumnado.

Se determina que la incorporación del componente artístico ("Arts") dentro de la malla curricular de Informática actúa como un catalizador del aprendizaje técnico. Lejos de diluir el rigor de la ingeniería o la programación, la integración de principios de diseño y estética (UI/UX) dotó de sentido funcional al código, permitiendo que los estudiantes materializaran conceptos abstractos en productos tangibles de alta calidad, superando la fragmentación habitual de la enseñanza técnica.

De manera contundente que la metodología STEAM es superior a la enseñanza tradicional expositiva en el contexto estudiado. La magnitud del efecto detectado demuestra que el aprendizaje basado en proyectos interdisciplinarios provoca un salto cualitativo en el rendimiento académico, transformando a estudiantes pasivos en gestores activos de soluciones tecnológicas. Este hallazgo sugiere que la innovación educativa en zonas de frontera no requiere necesariamente de mayor infraestructura, sino de una reingeniería en la estrategia didáctica.

A partir de estos hallazgos, surgen nuevas interrogantes que invitan a profundizar en la línea de investigación, cuestionando primeramente si la mejora del rendimiento académico asociada a STEAM persiste a largo plazo o si tiende a disminuir una vez disipado el "efecto novedad" de la intervención.

Asimismo, resulta crucial determinar si este modelo de éxito es replicable en figuras profesionales técnicas con menor componente digital, como Mecanizado o Electromecánica, y esclarecer en qué medida el componente artístico contribuye específicamente a reducir la brecha de género, aumentando la autoeficacia de las mujeres en el contexto del Bachillerato Técnico.

Referencias Bibliográficas

Aguilera, D., & Ortiz, J. (2021). STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 11(7), 331.

<https://tinyurl.com/23v83f9u>

Agung, A., Ekayana, G., Parwati, N., Agustini, K., & Ratnaya, I. (2025). Project based learning framework with STEAM methodology assessed based on self-efficacy: Does it affect creative thinking skills and learning achievement in studying fundamental computers?. *Journal of Technology and Science Education*. <https://tinyurl.com/23wbvwwm>

Alvarez, S., Padilla, F., & Maliza, W. (2024). Impacto del Bachillerato Técnico en el contexto laboral y productivo ecuatoriano. *Tesla Revista Científica*, 4(1), e335.

<https://tinyurl.com/237kyxme>

Amanova, A., Butabayeva, L., Abayeva, G., Umirbekova, A., Abildina, S., & Makhmetova, A. (2025). A systematic review of the implementation of STEAM education in schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. <https://tinyurl.com/27jw82xv>

Angamarca, M., Sagñay, S., Sánchez, M., & Vera, P. (2025). El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como Enfoque Pedagógico Innovador: Una Revisión Bibliográfica. *Hurtado Angamarca / Polo Del Conocimiento*.

<https://tinyurl.com/27dxl3e9>

Arpacı, I., Doğru, M., Kanj, H., Ali, N., & Bahari, M. (2023). An Experimental Study on the Implementation of a STEAM-Based Learning Module in Science Education. *Sustainability*. <https://tinyurl.com/27stkw1q>

Asrizal, A., Dhanil, M., & Usmeldi, U. (2023). The Effect of STEAM on Science Learning on Student Learning Achievement: A Meta-Analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. <https://tinyurl.com/22rkc86o>

Castro, J., Gómez, L., y Camargo, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140–174. <https://tinyurl.com/29omzmkg>

Cirasoí, A., Martínez, J., París, G., Sánchez, A., & García, L. (2022). The Research Competence: Acquisition and Development Among Undergraduates in Education Sciences. , 7. <https://tinyurl.com/25lyy8xv>

Da Costa, C., Zarzuelo, D., Balán, A., Goicochea, J., & Beltrán, S. (2025). Industria 4.0: Impacto de la Digitalización y la Automatización en la Transformación Social e Industrial. *Revista Inclusiones*, 12(1), 216–243. <https://tinyurl.com/27uhrqj5>

Fredriksen, P., Bjerva, T., & Mamen, A. (2025). The effect of active learning on academic performance in a Norwegian primary school setting—the Health Oriented Pedagogical Project (HOPP). *Frontiers in Education*. <https://tinyurl.com/26ny5n63>

Hernández, E., & Idrobo, M. (2025). Neurociencia aplicada al proceso de aprendizaje. *Green World Journal*, 8(1), 202. <https://tinyurl.com/272yp4f9>

Hernandez, M., & De La Cruz, R. (2024). Impacto de las metodologías activas en la motivación y rendimiento académico de estudiantes en educación secundaria. *Pedagogical Constellations*. <https://tinyurl.com/25sdjx6s>

Hida, E., Ouahi, M., Hassouni, T., & Mehdi, E. (2025). IMPACT OF THE COMPETENCY-BASED APPROACH ON THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' COMPETENCES IN HIGHER EDUCATION. *Journal of Southwest Jiaotong University*. <https://tinyurl.com/2463m2m8>

Jorquera, R., & Guerra, F. (2023). Análisis psicométrico de la Escala de Estrés Percibido (PSS-14 y PSS-10) en un grupo de docentes de Copiapó, Chile. *Liberabit Revista Peruana De Psicología*, 29(1), e683. <https://tinyurl.com/23wal2xv>

- Juškevičienė, A., Dagienė, V., & Dolgopolovas, V. (2021). Integrated activities in STEM environment: Methodology and implementation practice. *Computer Applications in Engineering Education*, 29, 209 - 228. <https://tinyurl.com/2b3b7j6a>
- Li, Y. (2023). From STEM Education to STEAM Education-the New Role of Art Education. *Frontiers in Art Research*. <https://tinyurl.com/2b9x7p87>
- Lin, C., & Tsai, C. (2020). The Effect of a Pedagogical STEAM Model on Students' Project Competence and Learning Motivation. *Journal of Science Education and Technology*, 30, 112-124. <https://tinyurl.com/2bxxyx21>
- Marín, J., Moreno, A., Dúo, P., & López, J. (2021). STEAM in education: a bibliometric analysis of performance and co-words in Web of Science. *International Journal of Stem Education*, 8. <https://tinyurl.com/2azkd72t>
- Mei, L., Cui, K., Guo, X., & Du, C. (2023). Incorporating the Arts: A Comprehensive Analysis of the Evolution from STEM to STEAM in Contemporary Education. *Journal of Research in Social Science and Humanities*. <https://tinyurl.com/27pxab3b>
- Mejias, S., Thompson, N., Sedas, R., Rosin, M., Soep, E., Peppler, K., Roche, J., Wong, J., Hurley, M., Bell, P., & Bevan, B. (2021). The trouble with STEAM and why we use it anyway. *Science Education*. <https://tinyurl.com/2y8llfu3>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2022). *Estándares de Calidad Educativa*. Quito: Medios Públicos EP. <https://tinyurl.com/267oe8mp>
- Perales, F., & Aróstegui, J. (2021). The STEAM approach: Implementation and educational, social and economic consequences. *Arts Education Policy Review*, 125, 59 - 67. <https://tinyurl.com/2aol5dk6>

- Piedra, A., Ochoa, V., & Aguirre, M. (2020). La educación técnica y tecnológica: una mirada actual sobre una formación relegada. *Dilemas Contemporáneos Educación Política Y Valores*. <https://tinyurl.com/25ky8r9t>
- Puma, B., Mayta, J., López, I., Rodríguez, V., & Huaranga, H. (2024). *La educación STEAM en el aula: Metodología para la inclusión* (1.ª ed., Vol. 1). Editorial Mar Caribe. <https://tinyurl.com/25w64ft8>
- Ramos, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1-7. <https://tinyurl.com/2xunoaeu>
- Rodríguez, R. (2025). Actualización de la Declaración de Helsinki, avances en ética y protección de la investigación médica. *Revista Cubana De Medicina Militar*, 54(1), e025076247. <https://tinyurl.com/28ql7pft>
- Sánchez, O., & Martínez, G. (2024). Fundamentos del Steam-H, como estrategia del modelo educativo aplicado en la formación de ingenieros. *Tierra Infinita* (10), 44-58. <https://tinyurl.com/25c9tw84>
- Santillán, J., Jaramillo, E., Santos, R., & Del Carmen, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Santillán-Aguirre / Polo Del Conocimiento*. <https://tinyurl.com/23ouz2yl>
- Sosa, K., Tenorio, D., Pico, B., Yuquilema, S., & Benalcázar, L. (2025). El Aprendizaje Basado en Proyectos (Abp) como Herramienta para el Desarrollo de Habilidades Del Siglo XXI. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 6133-6148. <https://tinyurl.com/28rz66yy>
- Weisberg, L., Barrett, J., Israel, M., & Miller, D. (2024). A review of arts integration in K-12 CS education: gathering STEAM for inclusive learning. *Computer Science Education*, 35, 123 - 152. <https://tinyurl.com/27c2896n>

Yağcı, M. (2022). Educational data mining: prediction of students' academic performance using machine learning algorithms. *Smart Learning Environments*, 9. <https://tinyurl.com/28a5tptp>

Zavala, C., Vilema, M., Castillo, J., Barros, G., Yucta, H., & Morales, R. (2025). Application of STEAM Methodologies in the Rural Sector: Its Impact as Innovative Teaching. *Journal of Posthumanism*. <https://tinyurl.com/2bh484up>