

v.3, n.1, 2026 - JANEIRO

REVISTA O UNIVERSO OBSERVÁVEL

EFFECTIVIDAD DE UNA INTERVENCIÓN BASADA EN ESTRATEGIAS NEURODIDÁCTICAS Y ENFOQUE STEAM EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO TÉCNICO

Elian Jamil Hernández Cueva¹
Carlos Eduardo Rojas Pérez²
Heidy Jamileth Barrionuevo Diaz³
María Fernanda Rodríguez Jaramillo⁴
Karla Lizbeth Gonzalez Cabrera⁵
Gretty Marisela Macas Armijos⁶

Revista O Universo Observável

DOI: 10.69720/29660599.2025.000260

[ISSN: 2966-0599](https://doi.org/10.69720/29660599.2025.000260)

¹Licenciado en Ciencias de la Educación Básica por la Universidad Nacional de Loja; Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones por la Universidad Nacional de Loja; Licenciado en Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros por la Universidad Estatal de Milagro; Diplomado en Neurociencia y Neuroeducación por la Universidad Complutense de Madrid; Diplomado en Inteligencia Artificial para la Educación por la Universidad Casa Grande; y Maestrante en Docencia e Investigación en Educación Superior por la Universidad Nacional de Loja.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1007-9929>

CORREO: elian.hernandez@unl.edu.ec

²Licenciado en Pedagogía del Idioma Inglés por la Universidad Estatal de Milagro; Ingeniero en Sistemas Informáticos y Computación por la Universidad Técnica Particular de Loja; Máster Universitario en Educación Especial por la Universidad Internacional de La Rioja; Magister en Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros, mención en Enseñanza del Idioma Inglés, por la Universidad Casa Grande; Máster Universitario en Tecnología Educativa y Competencias Digitales por la Universidad Internacional de La Rioja; Diplomado en TIC y Discapacidad por la Universidad Politécnica Salesiana; y Doctorando en Educación por la Universidad Católica de Santa Fe.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3452-1807>

CORREO: carlosetorjas@educacion.gob.ec

³Licenciada en Ciencias de la Educación Básica por la Universidad Nacional de Loja.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1523-9593>

CORREO: heidy.barrionuevo@unl.edu.ec

⁴Licenciada en Ciencias de la Educación Básica por la Universidad Nacional de Loja.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7740-6032>

CORREO: maria.f.rodriguez.j@unl.edu.ec

⁵Licenciada en Ciencias de la Educación Básica por la Universidad Nacional de Loja; Magister en Educación Básica por la Universidad Estatal de Milagro.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6303-4633>

CORREO: kgonzalezc12@unemi.edu.ec

⁶ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2119-4516>

CORREO: gretty.macas@unl.edu.ec



v.3, n.1, 2026 - JANEIRO

EFFECTIVIDAD DE UNA INTERVENCIÓN BASADA EN ESTRATEGIAS NEURODIDÁCTICAS Y ENFOQUE STEAM EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO TÉCNICO

Elian Jamil Hernández Cueva, Carlos Eduardo Rojas Pérez, Heidy Jamileth Barrionuevo Diaz, María Fernanda Rodríguez Jaramillo, Karla Lizbeth Gonzalez Cabrera e Gretty Marisela Macas Armijos



PERIÓDICO CIENTÍFICO INDEXADO INTERNACIONALMENTE

ISSN
International Standard Serial Number
2966-0599

www.ouniversoobservavel.com.br

Editora e Revista
O Universo Observável
CNPJ: 57.199.688/0001-06
Naviraí – Mato Grosso do Sul
Rua: Botocudos, 365 – Centro
CEP: 79950-000

RESUMEN

El presente estudio analiza la efectividad de una intervención pedagógica basada en estrategias neurodidácticas y el enfoque STEAM en el aprendizaje de estudiantes de Bachillerato Técnico, especialidad Informática. Se adoptó un enfoque cuantitativo con un diseño cuasi-experimental de tipo pretest–postest con grupo de control. La muestra estuvo conformada por 60 estudiantes de Tercero de Bachillerato Técnico de la Unidad Educativa Seis de Octubre ubicada en la ciudad de Huaquillas, Ecuador, distribuidos en un grupo de control ($n = 30$) y un grupo experimental ($n = 30$). La intervención se aplicó exclusivamente al grupo experimental, mientras que el grupo de control mantuvo la metodología de enseñanza convencional. La recolección de datos se realizó mediante una prueba objetiva de conocimientos y una escala de observación estructurada. Los resultados evidenciaron ausencia de diferencias significativas entre los grupos en la medición inicial; sin embargo, tras la intervención, el grupo experimental obtuvo un rendimiento académico significativamente superior ($p < 0,05$), con un tamaño del efecto grande. Asimismo, se identificaron mejoras sustanciales en la aplicación práctica del conocimiento, la resolución de problemas y el compromiso académico. Se concluye que la integración de estrategias neurodidácticas y el enfoque STEAM constituye una propuesta pedagógica efectiva para fortalecer el aprendizaje en el Bachillerato Técnico.

Palabras claves: Neurodidáctica; educación STEAM; Bachillerato Técnico; resultados de aprendizaje; diseño cuasi-experimental.

ABSTRACT

This study analyzes the effectiveness of a pedagogical intervention based on neurodidactic strategies and the STEAM approach on the learning outcomes of Technical High School students specializing in Informatics. A quantitative approach was adopted using a quasi-experimental pretest–posttest design with a control group. The sample consisted of 60 third-year Technical High School students from the Unidad Educativa Seis de Octubre, located in the city of Huaquillas, Ecuador, distributed into a control group ($n = 30$) and an experimental group ($n = 30$). The intervention was implemented exclusively in the experimental group, while the control group continued with conventional teaching practices. Data collection was conducted using an objective knowledge test and a structured observation scale. The results showed no significant differences between groups in the initial measurement; however, after the intervention, the experimental group achieved significantly higher academic performance ($p < 0.05$), with a large effect size. In addition, substantial improvements were identified in practical knowledge application, problem-solving skills, and academic engagement. The findings indicate that integrating neurodidactic strategies with the STEAM approach constitutes an effective pedagogical proposal for strengthening learning in Technical High School education.

Keywords: Neurodidactics; STEAM education; Technical High School education; Learning outcomes; Quasi-experimental design.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la educación en bachillerato técnico enfrenta el desafío de responder a contextos sociales, tecnológicos y productivos cada vez más dinámicos. A nivel global, diversos sistemas educativos han incorporado enfoques pedagógicos orientados a la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas (STEAM),

junto con aportes de la neurociencia aplicada a la educación, con el propósito de favorecer aprendizajes más significativos, funcionales y transferibles (Ozkan & Topsyakal, 2020). Sin embargo, la evidencia empírica sobre la efectividad real de estas propuestas, especialmente en contextos escolares formales y con diseños experimentales rigurosos, aún es limitada.

Desde una perspectiva internacional, estudios recientes señalan que las estrategias neurodidácticas centradas en la atención, la motivación, la emoción y la consolidación de la memoria pueden potenciar el rendimiento académico cuando se aplican de manera sistemática y contextualizada (Carrasco, 2024). No obstante, gran parte de estas investigaciones se desarrollan en entornos controlados, con muestras reducidas o sin grupos de comparación, lo que dificulta la generalización de sus resultados, particularmente en el nivel de Bachillerato Técnico, donde el aprendizaje combina componentes teóricos y prácticos.

En el contexto latinoamericano, la implementación del enfoque STEAM ha avanzado de forma desigual. Aunque existen iniciativas innovadoras, persisten prácticas pedagógicas tradicionales que priorizan la transmisión de contenidos por encima del desarrollo de habilidades cognitivas, técnicas y socioemocionales (Hernández et al., 2025). Esta situación se acentúa en la educación técnica, donde frecuentemente se observa una desconexión entre los contenidos curriculares, las demandas del entorno tecnológico y las características cognitivas de los estudiantes adolescentes.

A nivel nacional, el Bachillerato Técnico en Ecuador tiene como propósito formar estudiantes con competencias específicas para la continuidad académica y la inserción laboral (Ministerio de Educación, 2022a). Sin embargo, diversos diagnósticos institucionales y resultados académicos evidencian dificultades relacionadas con la comprensión de contenidos, la aplicación práctica de conocimientos, la atención sostenida y la motivación hacia el aprendizaje, especialmente en áreas vinculadas a la informática (INEVAL, 2025). Estas limitaciones sugieren la necesidad de explorar intervenciones pedagógicas fundamentadas en evidencia científica que respondan a las características neurocognitivas de los estudiantes y a las exigencias del perfil de egreso.

En el contexto local e institucional, los estudiantes de Tercero de Bachillerato Técnico en la especialidad de Informática de la Unidad Educativa Seis de Octubre en la ciudad de

Huaquillas, presentan diferencias en el rendimiento académico y en el nivel de participación activa durante las clases. Las prácticas pedagógicas predominantes tienden a centrarse en metodologías expositivas y evaluaciones tradicionales, lo que puede limitar el desarrollo de habilidades como el razonamiento lógico, la resolución de problemas y la transferencia de conocimientos a situaciones reales. Frente a este escenario, resulta pertinente analizar la efectividad de una intervención educativa que integre estrategias neurodidácticas y el enfoque STEAM, aplicada de manera estructurada y evaluada mediante un diseño experimental con grupo de control.

En este marco, la presente investigación se orienta a generar evidencia empírica sobre el impacto de una intervención pedagógica basada en estrategias neurodidácticas y enfoque STEAM en estudiantes de Bachillerato Técnico, contribuyendo a la toma de decisiones informadas en el ámbito educativo y al fortalecimiento de prácticas pedagógicas contextualizadas.

Pon ende, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida una intervención basada en estrategias neurodidácticas y el enfoque STEAM influye en el aprendizaje de los estudiantes de Tercero de Bachillerato Técnico, especialidad Informática, de la Unidad Educativa Seis de Octubre, en comparación con un grupo que recibe enseñanza convencional?

Así mismo, el estudio se orienta por los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la efectividad de una intervención pedagógica basada en estrategias neurodidácticas y el enfoque STEAM en el aprendizaje de los estudiantes de Tercero de Bachillerato Técnico, especialidad Informática, de la Unidad Educativa Seis de Octubre, mediante un diseño experimental con grupo de control.

Objetivos específicos

1. Comparar los resultados de aprendizaje entre el grupo experimental y el grupo de control antes y después de la intervención pedagógica.

2. Analizar los cambios en habilidades cognitivas asociadas a la atención, la resolución de problemas y la aplicación práctica de conocimientos en los estudiantes que participan en la intervención.
3. Evaluar el efecto de la intervención neurodidáctica con enfoque STEAM en el nivel de participación y compromiso académico de los estudiantes del grupo experimental.

MARCO TEÓRICO

Neurodidáctica y aprendizaje en Bachillerato

La neurodidáctica surge como un campo interdisciplinario que articula aportes de la neurociencia, la psicología cognitiva y la pedagogía, con el propósito de comprender cómo aprende el cerebro y cómo este conocimiento puede orientar la práctica educativa (Hernández & Idrobo, 2025). Desde esta perspectiva, el aprendizaje no se concibe únicamente como la adquisición de información, sino como un proceso dinámico que involucra funciones cognitivas, emocionales y sociales.

Diversas investigaciones como la de Lin y Tsai (2020), coinciden en que procesos como la atención, la motivación, la emoción y la memoria desempeñan un papel determinante en la consolidación del aprendizaje. En el nivel de Bachillerato, etapa caracterizada por cambios neurobiológicos y socioemocionales significativos, la selección de estrategias pedagógicas resulta especialmente relevante. Según Hernández et al. (2024), la neurodidáctica plantea que el aprendizaje se potencia cuando las experiencias educativas despiertan interés, plantean retos cognitivos adecuados y promueven la participación activa del estudiante.

En el contexto de la educación técnica, donde se requiere integrar conocimientos teóricos con habilidades prácticas, la aplicación de estrategias neurodidácticas permite diseñar actividades que favorecen la comprensión profunda, la transferencia del conocimiento y la resolución de problemas reales (Ministerio de Educación, 2022b). Esto implica pasar de prácticas centradas en la repetición de

contenidos a propuestas que estimulen la exploración, el análisis y la toma de decisiones.

Estrategias neurodidácticas en el aula

Las estrategias neurodidácticas se fundamentan en principios relacionados con el funcionamiento cerebral y buscan crear condiciones favorables para el aprendizaje (Zhumabayeva et al. 2025). Entre las más relevantes se encuentran aquellas orientadas a captar y sostener la atención, generar emoción positiva, promover la interacción social y facilitar la consolidación de la memoria a largo plazo (Hernández et al. 2024b).

La atención constituye un requisito previo para cualquier proceso de aprendizaje. Estrategias como el uso de problemas contextualizados, el trabajo colaborativo y la variación de actividades permiten evitar la monotonía y mantener el interés del estudiante (Anthonysamy, 2021). Asimismo, la emoción actúa como un modulador del aprendizaje, ya que las experiencias emocionalmente significativas tienden a recordarse con mayor facilidad (Stanton et al., 2021).

Otra estrategia clave es el aprendizaje activo, que implica la participación directa del estudiante en la construcción del conocimiento. Desde la neurodidáctica, se reconoce que el cerebro aprende de manera más eficiente cuando el estudiante manipula información, formula hipótesis, comete errores y reflexiona sobre sus resultados (Daugirdiene et al., 2024). En este sentido, las metodologías que integran proyectos, retos y experiencias prácticas resultan coherentes con los principios neurodidácticos.

Enfoque STEAM en la educación técnica

El enfoque STEAM propone la integración de las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas como una respuesta a las demandas del mundo contemporáneo. De acuerdo a Garzón et al. (2025), más que una simple suma de disciplinas, este enfoque promueve una visión interdisciplinaria del aprendizaje, orientada al desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la resolución de problemas.

En la educación técnica, el enfoque STEAM adquiere especial relevancia, ya que

permite articular los contenidos curriculares con situaciones reales del entorno tecnológico y productivo (Baque et al., 2025). En la especialidad de Informática, este enfoque facilita el aprendizaje mediante proyectos que combinan programación, lógica matemática, diseño y análisis de sistemas, favoreciendo una comprensión funcional del conocimiento.

Además, el enfoque STEAM se alinea con principios neurodidácticos al promover experiencias de aprendizaje activas, contextualizadas y significativas (Belbase et al., 2021). La resolución de problemas reales, el trabajo en equipo y la creación de productos concretos estimulan procesos cognitivos complejos y fortalecen la motivación intrínseca de los estudiantes.

Relación entre neurodidáctica y enfoque STEAM

La integración de estrategias neurodidácticas con el enfoque STEAM representa una oportunidad para potenciar el aprendizaje en el Bachillerato Técnico (Ramazonovna, 2025). Ambos enfoques comparten una visión centrada en el estudiante como protagonista del proceso de aprendizaje y en la necesidad de diseñar experiencias educativas que respondan a las características cognitivas y emocionales de los aprendices.

Desde la neurodidáctica, el enfoque STEAM favorece la activación de múltiples redes neuronales al involucrar diferentes formas de representación y acción (Amanova et al., 2025). El uso de proyectos interdisciplinarios permite que los estudiantes establezcan conexiones entre conceptos, lo que facilita la comprensión y la transferencia del aprendizaje a nuevos contextos (Zavala et al., 2025).

Asimismo, la combinación de estos enfoques contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas superiores, como el razonamiento lógico, la toma de decisiones y la solución de problemas complejos, competencias fundamentales para los estudiantes de Bachillerato Técnico en Informática (Perales & Aróstegui., 2021).

Aprendizaje en Bachillerato Técnico, especialidad Informática

El aprendizaje en el Bachillerato Técnico se caracteriza por la necesidad de articular conocimientos conceptuales con habilidades procedimentales. Como indican Hernández et al. (2025) en la especialidad de Informática, los estudiantes deben comprender principios teóricos y, al mismo tiempo, aplicarlos en situaciones prácticas, como el desarrollo de programas, la resolución de problemas computacionales y el manejo de herramientas tecnológicas.

Sin embargo, cuando las prácticas pedagógicas se centran exclusivamente en la explicación teórica o en ejercicios repetitivos, se limita el desarrollo de competencias técnicas y cognitivas (Clavijo et al., 2024). En este contexto, una intervención basada en estrategias neurodidácticas y enfoque STEAM puede contribuir a generar aprendizajes más funcionales, favoreciendo la participación activa, la comprensión y la aplicación del conocimiento (Hernández et al., 2025).

METODOLOGÍA

El presente estudio, titulado “Efectividad de una intervención basada en estrategias neurodidácticas y enfoque STEAM en estudiantes de Bachillerato Técnico”, se desarrolló en la ciudad de Huaquillas, provincia de El Oro, Ecuador, específicamente en la Unidad Educativa *Seis de Octubre*.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, orientado a la medición objetiva de los efectos de una intervención pedagógica en el aprendizaje de los estudiantes. Este enfoque permitió comparar resultados antes y después de la intervención, así como establecer diferencias entre un grupo experimental y un grupo de control, mediante el análisis estadístico de los datos obtenidos.

La investigación es de tipo aplicada, ya que busca generar conocimiento a partir de la implementación de una intervención educativa concreta, con el propósito de analizar su efectividad en un contexto real. Asimismo, corresponde a un diseño experimental, específicamente un diseño cuasi-experimental con grupo de control no equivalente, debido a

que los grupos ya estaban conformados previamente por la institución educativa.

El diseño contempló la aplicación de una prueba diagnóstica inicial (pretest) a ambos grupos, seguida de la implementación de la intervención basada en estrategias neurodidácticas y enfoque STEAM únicamente en el grupo experimental. Posteriormente, se aplicó una prueba final (postest) a ambos grupos, con el fin de comparar los resultados y determinar el efecto de la intervención.

Para el desarrollo del estudio se emplearon los siguientes métodos de investigación:

- **Método experimental**, utilizado para analizar el efecto de la intervención pedagógica en el aprendizaje de los estudiantes mediante la comparación entre grupo de control y grupo experimental.
- **Método analítico**, aplicado en la interpretación de los resultados obtenidos a partir de los instrumentos de medición.
- **Método comparativo**, empleado para contrastar los resultados del pretest y postest entre ambos grupos.
- **Método estadístico**, utilizado para el procesamiento y análisis cuantitativo de los datos recolectados.

La población estuvo conformada por los estudiantes de Tercero de Bachillerato Técnico, especialidad Informática, de la Unidad Educativa *Seis de Octubre*. La muestra correspondió a la totalidad de la población accesible es decir 60 participantes, conformada por dos paralelos: Tercero de Bachillerato Técnico Informática paralelo "A" y paralelo "B".

El paralelo "A" fue asignado como grupo de control, mientras que el paralelo "B" constituyó el grupo experimental. El muestreo fue de tipo no probabilístico por conveniencia, debido a que los grupos ya estaban organizados previamente y se trabajó con todos los estudiantes disponibles, garantizando así la viabilidad del estudio y el control de las variables contextuales.

La técnica principal utilizada para la recolección de datos fue la evaluación educativa. Para ello, se aplicaron instrumentos

estructurados antes y después de la intervención:

- **Prueba objetiva de conocimientos**, diseñada para medir el nivel de aprendizaje en contenidos propios de la especialidad de Informática. Esta prueba se aplicó como pretest y postest en ambos grupos.
- **Escala de observación estructurada**, orientada a registrar aspectos relacionados con la participación activa y el compromiso académico de los estudiantes durante el desarrollo de las clases.

Los instrumentos fueron elaborados de acuerdo con los objetivos del estudio y los contenidos curriculares, y sometidos a un proceso de validación por juicio de expertos en educación y neurodidáctica. La confiabilidad de la prueba objetiva se determinó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, obteniendo un nivel aceptable para estudios de tipo educativo.

El estudio se desarrolló en tres fases. En la primera fase, se aplicó el pretest a ambos grupos para identificar el nivel inicial de aprendizaje. En la segunda fase, se implementó la intervención pedagógica basada en estrategias neurodidácticas y enfoque STEAM en el grupo experimental, mientras que el grupo de control continuó con la metodología de enseñanza habitual. Finalmente, en la tercera fase, se aplicó el postest a ambos grupos para evaluar los cambios producidos tras la intervención.

La investigación respetó los principios éticos aplicables al ámbito educativo. Se contó con la autorización de las autoridades institucionales y se garantizó la confidencialidad de la información obtenida. La participación de los estudiantes fue voluntaria y los datos recolectados se utilizaron exclusivamente con fines académicos y de investigación.

RESULTADOS

Los resultados se presentan a partir del análisis de los datos obtenidos mediante la prueba objetiva de conocimientos y la escala de observación estructurada, aplicadas a un total de 60 estudiantes de Tercero de Bachillerato

Técnico, especialidad Informática, distribuidos en dos grupos: grupo de control (paralelo A, n = 30) y grupo experimental (paralelo B, n = 30).

Resultados del pretest: comparación inicial entre grupos

Tabla 1. Resultados del pretest por grupo

Grupo	Media	Desviación estándar
Grupo de control	6,21	0,84
Grupo experimental	6,28	0,79

Nota. Elaborado por los investigadores.

Análisis e interpretación:

Los resultados del pretest muestran medias muy similares entre ambos grupos, lo que indica condiciones iniciales comparables en términos de aprendizaje. La ligera diferencia observada no resulta relevante desde el punto de vista estadístico, lo que respalda la equivalencia inicial de los grupos antes de la intervención.

Resultados del postest: comparación final entre grupos

Tabla 2. Resultados del postest por grupo

Grupo	Media	Desviación estándar
Grupo de control	6,67	0,88
Grupo experimental	8,12	0,73

Nota. Elaborado por los investigadores.

Análisis e interpretación:

Tras la intervención, el grupo experimental alcanzó una media notablemente superior a la del grupo de control. Mientras el grupo de control mostró un incremento leve, atribuible al desarrollo regular del proceso educativo, el grupo experimental evidenció un aumento sustancial en el rendimiento académico.

Comparación pretest–postest dentro de cada grupo

Tabla 3. Comparación de medias pretest y postest

Grupo	Pretest (Media)	Postest (Media)	Diferencia
Grupo de control	6,21	6,67	+0,46
Grupo experimental	6,28	8,12	+1,84

Nota. Elaborado por los investigadores.

Análisis e interpretación:

El incremento en el grupo experimental es significativamente mayor que en el grupo de control. Esta diferencia sugiere un efecto positivo de la intervención basada en estrategias neurodidácticas y enfoque STEAM sobre el aprendizaje de los estudiantes.

Resultados por dimensiones del aprendizaje (postest)

Tabla 4. Resultados del postest por dimensiones evaluadas

Dimensión evaluada	Grupo de control (media)	Grupo experimental (media)
Comprensión de contenidos	6,74	8,20
Aplicación práctica	6,53	8,08
Resolución de problemas	6,41	8,07

Nota. Elaborado por los investigadores.

Análisis e interpretación:

El grupo experimental obtuvo mejores resultados en todas las dimensiones evaluadas. Las mayores diferencias se observaron en la comprensión de contenidos y en la aplicación práctica del conocimiento, aspectos directamente relacionados con el enfoque STEAM y las estrategias neurodidácticas implementadas.

Resultados de la escala de observación

Tabla 5. Nivel de participación y compromiso académico

Nivel de participación	Grupo de control	Grupo experimental
Bajo	11 estudiantes	3 estudiantes
Medio	13 estudiantes	9 estudiantes

Nivel de participação	Grupo de control	Grupo experimental
Alto	6 estudantes	18 estudantes
Total	30	30

Nota. Elaborado por los investigadores.

Análisis e interpretación:

La mayoría de los estudiantes del grupo experimental se ubicaron en un nivel alto de participación, mientras que en el grupo de control predominó un nivel medio. Esto evidencia un mayor compromiso académico en el grupo que recibió la intervención.

Síntesis de los resultados cuantitativos

En conjunto, los resultados muestran que los estudiantes del grupo experimental alcanzaron mejores niveles de aprendizaje y mayor participación activa en comparación con el grupo de control. Las diferencias observadas entre los grupos, tanto en las medias de rendimiento como en las dimensiones evaluadas, respaldan la efectividad de la intervención pedagógica aplicada.

Análisis estadístico inferencial

Para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de control y el grupo experimental, se aplicaron pruebas estadísticas inferenciales, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Previamente, se verificó el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, lo que permitió el uso de pruebas paramétricas.

Contraste de medias en el pretest

Con el propósito de comprobar la equivalencia inicial entre ambos grupos, se aplicó la prueba *t* de Student para muestras independientes sobre los resultados del pretest.

Tabla 6. Prueba *t* para muestras independientes – Pretest

Grupo	Media	DE	<i>t</i>	<i>p</i>
Grupo de control	6,21	0,84	0,34	0,73
Grupo experimental	6,28	0,79		

Nota. Elaborado por los investigadores.

Análisis e interpretación:

El valor de *p* obtenido ($p > 0,05$) indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias del grupo de control y el grupo experimental en el pretest. Este resultado confirma que ambos grupos presentaban niveles de aprendizaje similares antes de la intervención, lo que fortalece la validez interna del estudio.

Contraste de medias en el postest

Tabla 7. Prueba *t* para muestras independientes – Postest

Grupo	Media	DE	<i>t</i>	<i>p</i>
Grupo de control	6,67	0,88	7,05	< 0,001
Grupo experimental	8,12	0,73		

Nota. Elaborado por los investigadores.

Análisis e interpretación:

El valor de *p* es inferior al nivel de significancia establecido ($p < 0,05$), lo que evidencia diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el postest. Estos resultados indican que la intervención basada en estrategias neurodidácticas y enfoque STEAM tuvo un efecto significativo en el aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental.

Prueba *t* para muestras relacionadas – Grupo de control

Tabla 8. Prueba *t* para muestras relacionadas – Grupo de control

Medición	Media	DE	<i>t</i>	<i>p</i>
Pretest	6,21	0,84	2,11	0,043
Postest	6,67	0,88		

Nota. Elaborado por los investigadores.

Análisis e interpretación:

El grupo de control presentó una mejora leve pero estadísticamente significativa ($p < 0,05$), atribuible al avance natural del proceso educativo.

Tabla 9. Prueba *t* para muestras relacionadas – Grupo experimental

Medición	Media	DE	<i>t</i>	<i>p</i>
Pretest	6,28	0,79	11,42	< 0,001
Posttest	8,12	0,73		

Nota. Elaborado por los investigadores.

Análisis e interpretación:

El grupo experimental evidenció una mejora altamente significativa entre el pretest y el posttest ($p < 0,001$), lo que confirma el impacto de la intervención pedagógica implementada.

Tamaño del efecto (Cohen's *d*)

Con el fin de estimar la magnitud real del efecto de la intervención, se calculó el tamaño del efecto mediante el estadístico de Cohen (*d*).

Tabla 10. Tamaño del efecto de la intervención

Comparación	Cohen's <i>d</i>	Interpretación
Postest grupo control vs experimental	1,78	Efecto grande

Nota. Elaborado por los investigadores.

Análisis e interpretación:

El valor obtenido de Cohen's *d* indica un tamaño del efecto grande, lo que sugiere que la intervención basada en estrategias neurodidácticas y enfoque STEAM produjo un impacto sustancial en el aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental, más allá de la significancia estadística.

Síntesis del análisis inferencial

Los resultados del análisis estadístico inferencial permiten afirmar que:

- No existieron diferencias significativas entre los grupos antes de la intervención.
- Tras la intervención, el grupo experimental alcanzó resultados significativamente superiores al grupo de control.
- El cambio observado en el grupo experimental fue estadísticamente significativo y de gran magnitud.

Estos hallazgos respaldan empíricamente la efectividad de la intervención

pedagógica implementada en estudiantes de Bachillerato Técnico, especialidad Informática.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que la intervención pedagógica basada en estrategias neurodidácticas y el enfoque STEAM generó efectos positivos y estadísticamente significativos en el aprendizaje de los estudiantes de Tercero de Bachillerato Técnico, especialidad Informática. Estos hallazgos confirman que la incorporación intencionada de principios neurodidácticos, junto con experiencias de aprendizaje interdisciplinarias, puede favorecer desempeños académicos superiores en comparación con metodologías convencionales.

En primer lugar, la ausencia de diferencias significativas entre el grupo de control y el grupo experimental en el pretest respalda la equivalencia inicial de los grupos, condición fundamental para atribuir los cambios observados al efecto de la intervención. Este resultado coincide con lo señalado por estudios experimentales en educación media, como el de Ozkan & Topsakal (2020), quienes enfatizan la importancia de establecer condiciones de partida homogéneas para garantizar la validez interna de los hallazgos.

Tras la intervención, el incremento significativo en el rendimiento académico del grupo experimental concuerda con investigaciones que reportan efectos positivos de las estrategias neurodidácticas en contextos escolares. Diversos autores como Vicuña et al. (2025), han señalado que prácticas pedagógicas orientadas a la activación de la atención, la motivación y la participación activa facilitan la consolidación del aprendizaje y la transferencia del conocimiento. En este sentido, los resultados del presente estudio refuerzan la idea de que el aprendizaje se potencia cuando las actividades didácticas se diseñan considerando el funcionamiento cognitivo y emocional del estudiante.

Asimismo, los hallazgos de Conrady & Bogner (2020), relacionados con la mejora en la aplicación práctica del conocimiento y la resolución de problemas se alinean con estudios previos sobre el enfoque STEAM en educación

técnica. Investigaciones desarrolladas en contextos latinoamericanos como la de Monotoa et al. (2025), han evidenciado que la integración de disciplinas y el trabajo basado en proyectos contribuyen al desarrollo de habilidades cognitivas superiores, especialmente en áreas vinculadas a la tecnología y la informática. Los resultados obtenidos en este estudio confirman que el enfoque STEAM, cuando se implementa de manera estructurada, favorece una comprensión más funcional de los contenidos y un aprendizaje orientado a la resolución de situaciones reales.

En contraste, el grupo de control presentó únicamente mejoras leves, atribuibles al avance regular del proceso educativo. Este comportamiento ha sido reportado por Queiruga et al. (2025), quienes exponen que se mantiene una metodología tradicional, lo que sugiere que, si bien el aprendizaje puede progresar de manera natural, dicho progreso resulta limitado cuando no se incorporan estrategias pedagógicas activas y contextualizadas.

Los resultados de la escala de observación refuerzan los hallazgos cuantitativos, al evidenciar mayores niveles de participación y compromiso académico en el grupo experimental. Este aspecto coincide con Chonillo (2025), que destaca la relación entre aprendizaje activo, motivación intrínseca y rendimiento académico. La mayor implicación de los estudiantes en actividades colaborativas y proyectos interdisciplinarios sugiere que la intervención no solo impactó en los resultados cognitivos, sino también en la dinámica del aula.

No obstante, los resultados deben interpretarse considerando las características del contexto institucional y la duración de la intervención. Si bien el tamaño del efecto obtenido fue grande, lo que indica un impacto relevante, futuras investigaciones podrían explorar la sostenibilidad de estos efectos en el tiempo y su replicabilidad en otras especialidades del Bachillerato Técnico o en diferentes contextos educativos.

Se concluye, que los resultados del estudio respaldan y amplían la evidencia existente sobre la efectividad de las estrategias

neurodidácticas y el enfoque STEAM en la educación media técnica. A diferencia de investigaciones descriptivas o correlacionales, el diseño experimental utilizado permite afirmar que las mejoras observadas en el grupo experimental están asociadas de manera directa a la intervención pedagógica implementada, aportando evidencia empírica relevante para la toma de decisiones educativas fundamentadas.

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentra el uso de un diseño cuasi-experimental con grupos previamente conformados, lo que impide la asignación aleatoria de los participantes. Asimismo, la investigación se desarrolló en una sola institución educativa y en una especialidad específica, lo que limita la generalización de los resultados.

En cuanto a las recomendaciones pedagógicas, se sugiere la incorporación progresiva de estrategias neurodidácticas y del enfoque STEAM en el Bachillerato Técnico, acompañada de procesos de formación docente que permitan una implementación consciente y contextualizada.

Finalmente, futuras líneas de investigación podrían centrarse en analizar la permanencia de los efectos de este tipo de intervenciones a largo plazo, su aplicación en otras especialidades técnicas y la inclusión de variables relacionadas con funciones ejecutivas y habilidades socioemocionales.

CONCLUSIONES

La comparación de los resultados de aprendizaje entre el grupo experimental y el grupo de control, antes y después de la intervención, permitió evidenciar diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental. Mientras que ambos grupos presentaban niveles de aprendizaje similares en el pretest, tras la intervención el grupo experimental alcanzó un rendimiento académico superior, lo que confirma la efectividad de la propuesta pedagógica implementada frente a la enseñanza convencional.

El análisis de las habilidades cognitivas asociadas a la atención, la resolución de problemas y la aplicación práctica del conocimiento evidenció avances significativos

en los estudiantes que participaron en la intervención basada en estrategias neurodidácticas y enfoque STEAM. Estos resultados sugieren que la integración de actividades contextualizadas, retadoras y orientadas a la resolución de problemas favorece procesos cognitivos complejos, fundamentales para el aprendizaje en la especialidad de Informática.

La evaluación del nivel de participación y compromiso académico mostró que los estudiantes del grupo experimental presentaron una mayor implicación en las actividades de aula, en comparación con el grupo de control. Este incremento en la participación activa y el trabajo colaborativo evidencia que la intervención no solo impactó en el rendimiento académico, sino también en la dinámica del aula, fortaleciendo el interés y la disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje.

REFERENCIAS

- 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>
- Anthonyssamy, L. (2021). The use of metacognitive strategies for undisrupted online learning: Preparing university students in the age of pandemic. *Education and Information Technologies*, 26, 6881 - 6899. <https://tinyurl.com/2k9j58j2>
- Baque, E. Lopez, L. Ortega, C. Jiménez, P. (2025). Prácticas inclusivas y su impacto en el aprendizaje de estudiantes con TDAH en instituciones privadas de educación básica. *Revista G-ner@ndo*, V°6 (N°1), 4262-.4279. <https://tinyurl.com/294brgu2>
- Belbase, S., Mainali, B., Kasemsukpipat, W., Tairab, H., Gochoo, M., & Jarrah, A. (2021). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: prospects, priorities, processes, and problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53, 2919 - 2955. <https://tinyurl.com/27wmbhxa>
- Carrasco, E. (2024). *Percepción sobre las estrategias neurodidácticas y rendimiento académico en estudiantes de una universidad privada, Piura - 2024*. <https://tinyurl.com/28esorxu>
- Chonillo, L. (2025). La educación STEAM: ciencia, arte y tecnología al servicio del aprendizaje y el conocimiento en Latinoamérica. *Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ)*. <https://tinyurl.com/29h6uz4f>
- Clavijo, R., Cuzco, J., & Chiquito, R. (2024). Fortalecimiento del aprendizaje significativo en estudiantes de bachillerato técnico en Informática utilizando una metodología activa que tiene como base el aula invertida. *593 Digital Publisher CEIT*, 9(4), 323-332. <https://tinyurl.com/29spth5z>
- Conradty, C., & Bogner, F. (2020). STEAM teaching professional development works: effects on students' creativity and motivation. *Smart Learning Environments*, 7, 1-20. <https://tinyurl.com/2bs8rw5k>
- Daugirdiene, A., Česnavičienė, J., & Brandišauskienė, A. (2024). Insights from the Active Use of Neuroscience Findings in Teaching and Learning. *Behavioral Sciences*, 14. <https://tinyurl.com/25b3r849>
- Garzón, E., Cuenca, H., Sanguña, H., Toapanta, W., & Montenegro, V. (2025). Desarrollo de competencias STEM desde un enfoque interdisciplinario en Bachillerato Técnico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(3), 5192-5209. <https://tinyurl.com/26moacst>
- Hernández, E. & Idrobo, M. (2025). Neurociencia aplicada al proceso de aprendizaje. *Green World Journal*. 8 (1). 202. <https://tinyurl.com/272yp4f9>
- Hernández, E., Campoverde, J., Benites, C., & Benites, J. (2025). *Neuroeducación y su incidencia en Educación Básica*.

- Multidisciplinary Journal of Sciences, Discoveries, and Society, 2(2), 1-13. <https://tinyurl.com/2ao2gfr5>
- Hernández, E., Cañar, G., Carrión, W., Carrión, R., Carrión, N. (2024). Neurodidáctica y su influencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Compilación de Investigaciones en Ciencias de la Educación "Enseñanza y Aprendizaje"* Vol. 2 Núm. 1. Editorial CID - Centro de Investigación y Desarrollo. <https://tinyurl.com/2dhv676j>
- Hernández, E., Ramón, W., Ramírez, K., Jiménez, C., & Lima, A. (2024). Estrategias Neurodidácticas Empleadas por los Docentes para Fortalecer el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje en Educación Básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 1389-1411. <https://tinyurl.com/2ytmojys>
- Hernández, E., Rojas, C., Calva, M., Rodríguez, N., Carrión, R., & Carrión, W. (2025). PROGRAMACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA EN LA ENSEÑANZA DE LENGUA Y LITERATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA. *Revista o Universo Observável.*, 2(9), 1-12. <https://tinyurl.com/24xuoap6>
- Hernández, V., Revelo, M., Tapia, D., & Segres, H. (2025). Aprendizaje Basado en Proyectos para impulsar propuestas innovadoras en el Bachillerato Técnico en Informática. *MQRInvestigar*, 9(3), e980. <https://tinyurl.com/27g6zuwm>
- INEVAL. (2025). Banco De Información Ineval. <https://tinyurl.com/2d72pqux>
- 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/2bxxyx2l>
- Manotoa, M., Samaniego, M., Espín, V., Muquinche, A., & Toala, E. (2025). Aprendizaje basado en proyectos con enfoque STEAM: innovación pedagógica para el desarrollo de competencias del siglo XXI en la educación general básica. *ASCE MAGAZINE*, 4(4), 245-276. <https://tinyurl.com/26jgc6zm>
- Ministerio de Educación. (2022a). Estándares de Aprendizaje del Área Técnica de TICS. *MINEDEC*, 1(1). <https://tinyurl.com/223y64e5>
- Ministerio de Educación. (2022b). *PLAN NACIONAL DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN TÉCNICA Y PROFESIONAL* (1.ª ed., Vol. 1). <https://tinyurl.com/23et2685>
- Ozkan, G., & Topsakal, U. (2020). Investigating the effectiveness of STEAM education on students' conceptual understanding of force and energy topics. *Research in Science & Technological Education*, 39, 441 - 460. <https://tinyurl.com/24rvlqmx>
- Ozkan, G., & Topsakal, U. (2020). Investigating the effectiveness of STEAM education on students' conceptual understanding of force and energy topics. *Research in Science & Technological Education*, 39, 441 - 460. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1769586>
- 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>
- Queiruga, M., López, E., Diez, M., Sáiz, M., & Vázquez, J. (2021). Implementation of a STEAM project in compulsory secondary education that creates connections with the environment (Implementación de un proyecto STEAM en Educación Secundaria generando conexiones con el entorno). *Journal for the Study of Education and Development*, 44, 871 - 908. <https://tinyurl.com/2bmd6vgw>

- Ramazonovna, K. (2025). Didactic Possibilities of Using The Steam Educational Technology Tool In Teaching Natural Sciences on The Basis of an Integrative Approach. *Emergent: Journal of Educational Discoveries and Lifelong Learning (EJEDL)*. <https://tinyurl.com/25mwh5rn>
- Stanton, J., Sebesta, A., & Dunlosky, J. (2021). Fostering Metacognition to Support Student Learning and Performance. *CBE Life Sciences Education*, 20. <https://tinyurl.com/2y858hto>
- Vicuña, A., Molina, L., & Vergel, E. (2025). Software educativo basado en neurodidáctica para el aprendizaje de las Ciencias Naturales en cuarto grado de Educación Básica. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*. <https://tinyurl.com/29cnju24>
- 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>
- Zhumabayeva, Z., Bazarbekova, R., Nurzhanova, S., Stambekova, A., & Kalbergenova, S. (2025). Development of neuro-didactic content aimed at developing the intelligence of younger schoolchildren. *Frontiers in Education*. <https://tinyurl.com/2de4s7xy>