

# ESTRATEGIA DIDÁCTICA STEAM PARA LA INTEGRACIÓN DE LA ROBÓTICA Y LA NEUROTECNOLOGÍA EN EL MÓDULO INTERFACES DE CONTROL

## STEAM teaching strategy for the integration of robotics and neurotechnology in the Control Interfaces module

## Estratégia de ensino STEAM para a integração de robótica e neurotecnologia no módulo de Interfaces de Controle

Mgsr. Eddy Fabián Corrales Bastidas, <https://orcid.org/0009-0002-0003-6938>

Lic. Nelly Susana Díaz Salavarría, <https://orcid.org/0009-0001-9655-6980>

PhD. Dayron Rumbaut, <https://orcid.org/0009-0001-9087-0979>

Universidad Bolivariana de Ecuador, Ecuador

\*Autor para correspondencia. email [efcorralesb@ube.edu.ec](mailto:efcorralesb@ube.edu.ec)

**Para citar este artículo:** Corrales Bastidas, E. F., Díaz Salavarría, N. S. y Rumbaut, D. (2026). Estrategia didáctica STEAM para la integración de la robótica y la neurotecnología en el módulo Interfaces de Control. *Maestro y Sociedad*, 23(3), 2910-2923. <https://maestrosociedad.uo.edu.ec>

## RESUMEN

**Introducción:** La investigación aborda el impacto de una estrategia didáctica STEAM integrada con robótica educativa y neurotecnología en el aprendizaje y desarrollo de competencias técnicas en el módulo Interfaces de Control de estudiantes de Bachillerato Técnico en Mecatrónica, ante la necesidad de superar enfoques pedagógicos tradicionales y responder a las exigencias de la industria 4.0. **Materiales y métodos:** Se empleó un enfoque mixto con predominio cuantitativo, diseño cuasi-experimental con mediciones pretest y posttest, aplicado a una muestra intencional de 32 estudiantes. Los instrumentos incluyeron cuestionarios Likert ( $\alpha=0,85$ ), rúbricas analíticas y evaluaciones de rendimiento académico, validados por especialistas. **Resultados:** Se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ( $p<0,05$ ) en todas las dimensiones evaluadas, con mayores magnitudes en integración hardware-software ( $d>0,80$ ) y resolución de problemas técnicos ( $d>0,80$ ). La correlación entre autorregulación cognitiva y resolución de problemas fue positiva y significativa ( $r=0,62$ ;  $p<0,01$ ). Los puntajes promedio mostraron incrementos absolutos entre +2,2 y +2,7 en las cinco dimensiones evaluadas. **Discusión:** Los hallazgos coinciden con estudios que demuestran que la robótica educativa potencia la comprensión funcional de sistemas tecnológicos complejos y que la integración de principios neuroeducativos favorece la autorregulación cognitiva; la novedad del estudio radica en la articulación sistemática de STEAM, robótica y neurotecnología en un módulo técnico altamente especializado, ámbito escasamente abordado en la literatura. **Conclusiones:** La estrategia didáctica STEAM integrada con robótica y neurotecnología constituye un enfoque pedagógico validado para la formación técnica, que genera mejoras significativas en competencias técnicas y cognitivas; se propone un modelo replicable y escalable para programas de educación técnica y profesional vinculados a la automatización y control, alineado con las exigencias de la industria 4.0.

**Palabras clave:** educación STEAM, robótica educativa, neurotecnología educativa, interfaces de control y capacitación técnica profesional.

## ABSTRACT

**Introduction:** This research addresses the impact of an integrated STEAM teaching strategy incorporating educational robotics and neurotechnology on the learning and development of technical skills in the Control Interfaces module of students in a Mechatronics Technical Baccalaureate program. This approach seeks to move beyond traditional pedagogical approaches and meet the demands of Industry 4.0. **Materials and methods:** A mixed-methods approach with a quantitative focus was used, employing a quasi-experimental design with pre- and post-test measurements. The study was conducted with a purposive sample of 32 students. Instruments included Likert scale questionnaires

( $\alpha=0.85$ ), analytical rubrics, and academic performance assessments, all validated by specialists. Results: Statistically significant differences ( $p<0.05$ ) were found in all evaluated dimensions, with the greatest differences observed in hardware-software integration ( $d>0.80$ ) and technical problem-solving ( $d>0.80$ ). The correlation between cognitive self-regulation and problem-solving was positive and significant ( $r=0.62$ ;  $p<0.01$ ). Average scores showed absolute increases between +2.2 and +2.7 across the five dimensions assessed. Discussion: These findings align with studies demonstrating that educational robotics enhances the functional understanding of complex technological systems and that integrating neuroeducational principles promotes cognitive self-regulation. The novelty of this study lies in the systematic integration of STEAM, robotics, and neurotechnology within a highly specialized technical module, an area scarcely addressed in the literature. Conclusions: The STEAM didactic strategy integrated with robotics and neurotechnology constitutes a validated pedagogical approach for technical training, generating significant improvements in technical and cognitive skills. A replicable and scalable model is proposed for technical and vocational education programs related to automation and control, aligned with the demands of Industry 4.0.

**Keywords:** STEAM education; educational robotics; educational neurotechnology; control interfaces; technical and vocational education.

## RESUMO

Introdução: Esta pesquisa aborda o impacto de uma estratégia integrada de ensino STEAM, incorporando robótica educacional e neurotecnologia, na aprendizagem e no desenvolvimento de habilidades técnicas no módulo de Interfaces de Controle de alunos de um curso técnico em Mecatrônica. Essa abordagem busca ir além das abordagens pedagógicas tradicionais e atender às demandas da Indústria 4.0. Materiais e métodos: Foi utilizada uma abordagem de métodos mistos com foco quantitativo, empregando um delineamento quase-experimental com medidas pré e pós-teste. O estudo foi conduzido com uma amostra intencional de 32 alunos. Os instrumentos incluíram questionários com escala Likert ( $\alpha=0,85$ ), rubricas analíticas e avaliações de desempenho acadêmico, todos validados por especialistas. Resultados: Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ( $p<0,05$ ) em todas as dimensões avaliadas, com as maiores diferenças observadas na integração hardware-software ( $d>0,80$ ) e na resolução de problemas técnicos ( $d>0,80$ ). A correlação entre autorregulação cognitiva e resolução de problemas foi positiva e significativa ( $r=0,62$ ;  $p<0,01$ ). As pontuações médias apresentaram aumentos absolutos entre +2,2 e +2,7 nas cinco dimensões avaliadas. Discussão: Esses achados estão em consonância com estudos que demonstram que a robótica educacional aprimora a compreensão funcional de sistemas tecnológicos complexos e que a integração de princípios neuroeducacionais promove a autorregulação cognitiva. A novidade deste estudo reside na integração sistemática de STEAM, robótica e neurotecnologia em um módulo técnico altamente especializado, uma área pouco abordada na literatura. Conclusões: A estratégia didática STEAM integrada à robótica e à neurotecnologia constitui uma abordagem pedagógica validada para o treinamento técnico, gerando melhorias significativas nas habilidades técnicas e cognitivas. Um modelo replicável e escalável é proposto para programas de educação técnica e profissional relacionados à automação e controle, alinhado às demandas da Indústria 4.0.

**Palavras-chave:** educação STEAM, robótica educacional, neurotecnologia educacional, interfaces de controle e treinamento técnico profissional.

Recibido: 5/4/2026    Aprobado: 16/6/2026

## INTRODUCCIÓN

La acelerada evolución tecnológica vinculada a la automatización, la inteligencia artificial y los sistemas ciberfísicos ha reconfigurado de forma significativa las habilidades demandadas en los perfiles técnicos actuales, especialmente en las disciplinas relacionadas con la mecatrónica, la electrónica y el control automático. Dentro de este marco, los sistemas de educación técnica y profesional se encuentran ante el reto de transitar desde paradigmas pedagógicos convencionales, enfocados en la transmisión fragmentada de contenidos, hacia enfoques integradores que fomenten el desarrollo articulado de habilidades técnicas, cognitivas y metacognitivas, en consonancia con las exigencias reales de los actuales entornos productivos.

En correspondencia con este escenario, diversos estudios recientes coinciden en que el enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) es concebida como un enfoque interdisciplinario que amalgama la instrucción de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, posee el potencial de cultivar habilidades críticas, creativas y colaborativas a través de la aplicación del conocimiento a problemas de la vida cotidiana (Lorenzo, 2020).

La evaluación de programas de educación STEAM en diversos niveles educativos revela impactos positivos

significativos en el desarrollo de habilidades críticas para el siglo XXI entre los estudiantes. A través de una revisión exhaustiva de la literatura académica reciente, se ha demostrado que estos programas no solo mejoran el rendimiento académico en áreas como ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, sino que también fomentan competencias clave como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad (Hebebe & Usta, 2022).

Numerosos estudios recientes, han ampliado la base de evidencia empírica sobre la efectividad del enfoque STEAM al ser implementadas de manera experiencial a través de la tecnología. En un sentido amplio, los meta-análisis han probado que la integración de la robótica educativa en ambientes STEAM impacta positivamente el rendimiento académico, la actitud hacia la disciplina y el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional y resolutivo, confirmando su potencial como facilitador pedagógico en el aprendizaje interdisciplinario (Ouyang et al., 2024).

Otros autores como Arguello (2025) son del criterio que la introducción de problemas comunitarios o sociales en el contexto del aprendizaje STEAM, contribuirá a su mejora a través del compromiso activo. La motivación de los estudiantes no solo aumentará, sino que también estarán más dispuestos a participar activamente en la creación de sus propias soluciones a los problemas que se están abordando en las clases.

El método STEAM, constituye una estrategia pertinente para responder a las exigencias anteriormente planteadas. Clara Elisa et al (2025) plantean que constituye una estrategia pedagógica pertinente para responder a dichas exigencias, al favorecer aprendizajes contextualizados interdisciplinarios y orientados a resoluciones de problemas complejos mediante experiencias auténticas de aprendizaje.

No obstante, a pesar de su creciente adopción en distintos niveles educativos, persiste una brecha significativa entre la conceptualización teórica del enfoque STEAM y su implementación didáctica efectiva en módulos técnicos altamente especializados, como Interfaces de Control, donde la integración funcional de saberes sigue siendo limitada.

Esta problemática se acentúa cuando se analizan los procesos de enseñanza-aprendizaje asociados al diseño, programación e interacción de sistemas de control, los cuales suelen abordarse desde una lógica predominantemente instrumental, desvinculada de los procesos cognitivos superiores implicados en la toma de decisiones, la regulación atencional y la resolución adaptativa de problemas. En este sentido, la ausencia de estrategias didácticas que articulen la robótica educativa con fundamentos neurotecnológicos restringe el potencial formativo del módulo, limitando el desarrollo de competencias transversales clave como el pensamiento sistémico, la autorregulación cognitiva y la transferencia del conocimiento a contextos reales de aplicación.

Desde esta perspectiva, la robótica educativa se consolida como un recurso didáctico de alto valor para la formación técnica, al posibilitar la integración práctica de conocimientos relacionados con electrónica, programación, sensores, actuadores e interfaces hombre-máquina. Investigaciones recientes evidencian que el uso pedagógico de la robótica en entornos STEAM incrementa significativamente los niveles de motivación, comprensión conceptual y desempeño académico de los estudiantes, especialmente cuando se articula con metodologías activas y basadas en proyectos (Kalaitzidou & Pachidis, 2023; Benitti et al., 2021). Sin embargo, estos beneficios se potencian de manera sustantiva cuando la robótica se integra con enfoques derivados de la neuroeducación y la neurotecnología aplicada.

De igual manera, las investigaciones recientes han arrojado evidencia de que la robótica educativa no solo facilita la comprensión del contenido STEM a nivel conceptual, sino que además impulsa habilidades de pensamiento crítico, creativo y colaborativo. Varias aproximaciones han detectado que el aprendizaje mediado por la robótica provee un entorno de aprendizaje activo, en el que los estudiantes construyen activamente el entendimiento de los modelos, la programación y la resolución iterativa de problemas tecnológicos (Torres et al., 2025).

La neurotecnología educativa, entendida como el conjunto de herramientas y enfoques que permiten analizar, estimular y optimizar los procesos neurocognitivos implicados en el aprendizaje, ha emergido en los últimos años como un campo de alto impacto en la innovación pedagógica.

Estudios recientes como (Vasco et al, 2024). muestran que la incorporación de principios neuro tecnológicos en entornos de aprendizaje mediados por tecnología contribuye a mejorar la atención sostenida, las funciones ejecutivas y la consolidación de aprendizajes significativos, particularmente en contextos técnicos y

tecnológicos. No obstante, su integración sistemática en estrategias didácticas STEAM orientadas a módulos de control sigue siendo un ámbito insuficientemente explorado.

En el marco de las neurociencias educativas, las recientes aproximaciones también han demostrado que la utilización de las TIC en la actividad académica STEM genera patrones de activación neural relacionados con la atención sostenida, el monitoreo del rendimiento y las funciones ejecutivas (Candela-Leal et al., 2025).

En consecuencia, la articulación entre enfoque STEAM, robótica educativa y neurotecnología aplicada se configura como una vía innovadora y necesaria para transformar los procesos formativos en el módulo Interfaces de Control, superando enfoques reduccionistas y promoviendo una formación técnica integral, coherente con las demandas de la industria 4.0. Esta convergencia no solo permite fortalecer las competencias técnicas específicas, sino también potenciar procesos cognitivos complejos asociados al aprendizaje profundo, la toma de decisiones y la adaptación a sistemas dinámicos de control.

En el ámbito de la educación técnica y profesional, la implementación del enfoque STEAM adquiere una relevancia particular, ya que permite articular saberes científicos y tecnológicos con competencias procedimentales y actitudinales requeridas por los entornos productivos contemporáneos. No obstante, diversos autores advierten que la adopción del enfoque STEAM en contextos técnicos presenta desafíos metodológicos significativos, especialmente en módulos altamente especializados como Interfaces de Control, donde persiste una tendencia a priorizar la instrucción instrumental por sobre la comprensión conceptual profunda. En este sentido, se reconoce la necesidad de estrategias didácticas que operativicen el enfoque STEAM mediante experiencias prácticas auténticas, capaces de integrar teoría, tecnología y cognición (Khalid, et al, 2024).

Por otra parte, la robótica educativa se posiciona como uno de los recursos didácticos más efectivos para la implementación del enfoque STEAM en la formación técnica, debido a su carácter integrador y a su capacidad para vincular conocimientos de electrónica, programación, control y automatización en contextos de aprendizaje activo. Es así que, de acuerdo a (Kalaitzidou & Pachidis, 2023), el uso de plataformas robóticas educativas favorece la comprensión de conceptos abstractos, incrementa la motivación intrínseca y mejora el rendimiento académico en áreas técnicas.

En relación con el módulo Interfaces de Control, la robótica educativa adquiere un valor estratégico, ya que facilita la comprensión funcional de sensores, actuadores e interfaces hombre-máquina, permitiendo a los estudiantes visualizar de manera tangible los principios de control automático.

Paralelamente la neurotecnología educativa emerge como un campo interdisciplinario que integra avances de la neurociencia, la ingeniería biomédica y las ciencias de la educación con el propósito de optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante el análisis y la estimulación de los mecanismos neurocognitivos implicados en el aprendizaje. En los últimos años, diversas investigaciones han evidenciado que el uso de herramientas neurotecnológicas contribuye al fortalecimiento de funciones ejecutivas, atención sostenida y autorregulación cognitiva, especialmente en entornos educativos mediados por tecnología (Vasco, 2024).

La literatura reciente subraya que la integración de principios neurotecnológicos en entornos STEAM potencia el aprendizaje profundo, al favorecer la consolidación de redes neuronales asociadas a la comprensión conceptual y la transferencia del conocimiento (Casanova, 2021). No obstante, se reconoce que su aplicación en la educación técnica aún es incipiente, lo que evidencia la necesidad de investigaciones que articulen de manera sistemática la neurotecnología con estrategias didácticas basadas en robótica y control.

El propio autor a través de la búsqueda bibliográfica destaca cómo se ha tratado el tema con la finalidad de destacar las ventajas de la neurotecnología educativa. Entre las cuales se distingue la intencionalidad pedagógica y tecnológica que permite desarrollar en los/as estudiantes distintas habilidades cognitivas mediante el uso de las TIC en tiempos de pandemia por la COVID-19. Una apuesta de futuro que podría tener cabida en todos los centros e instituciones educativas.

De igual forma, la convergencia entre enfoque STEAM, robótica educativa y neurotecnología aplicada, constituye un marco teórico emergente para la transformación de los procesos formativos en módulos técnicos complejos. En el caso específico de Interfaces de Control, se busca conocer como esta integración permite superar enfoques reduccionistas y promover una comprensión sistémica de los procesos de interacción entre hardware, software y usuario, elementos fundamentales en los sistemas de control modernos.

Gran parte de la investigación existente sobre la educación STEAM se ha desarrollado principalmente en dos direcciones. En primer lugar, un volumen considerable de trabajo se ha centrado en la construcción de marcos

teóricos que conceptualizan los objetivos, las dimensiones y las orientaciones pedagógicas STEAM (Chu et al., 2019). Estos proyectos a su vez asocian dos de las principales metodologías del aprendizaje cooperativo, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas (Casado, 2020).

En este marco, el presente artículo tiene como propósito analizar cómo una estrategia didáctica STEAM integrada con robótica y neurotecnología aporta a la mejora de las competencias y del aprendizaje en el módulo Interfaces de Control, considerando tanto los resultados formativos como los procesos cognitivos implicados. El objeto de estudio se centra en la estrategia didáctica diseñada e implementada para la integración de estos enfoques en contextos de educación técnica, con énfasis en su fundamentación teórica, pertinencia pedagógica y potencial transformador.

De este modo, la investigación se sustenta en una base teórico-referencial sólida y actualizada, construida a partir del diálogo crítico entre aportes recientes de la educación STEAM, la robótica educativa y la neurotecnología aplicada al aprendizaje, lo que permite situar el estudio en el estado del arte contemporáneo y justificar su relevancia científica y pedagógica.

### Materiales y métodos

La investigación se enmarca en un estudio de enfoque mixto, con predominio cuantitativo, de tipo aplicado y cuasi-experimental, orientado a explicar el impacto de una estrategia didáctica STEAM integrada con robótica y neurotecnología en el desarrollo de competencias y el aprendizaje en el módulo Interfaces de Control. La elección de este diseño responde a la necesidad de analizar, por un lado, los cambios observables en el desempeño académico y en el desarrollo competencial de los estudiantes, y por otro lado, comprender los procesos cognitivos y pedagógicos subyacentes a la implementación de la estrategia didáctica.

Desde el punto de vista temporal, el estudio adopta un diseño transversal con intervención educativa, en el que se implementa la estrategia didáctica durante un periodo académico definido, permitiendo comparar los resultados obtenidos antes y después de su aplicación. Este enfoque resulta pertinente para investigaciones educativas orientadas a la mejora de prácticas pedagógicas en contextos reales de formación técnica.

El proceder científico seguido en la investigación se estructuró en cinco fases interrelacionadas. En una primera fase, se realizó la revisión sistemática y crítica del estado del arte, con el fin de fundamentar teóricamente la estrategia didáctica y definir las variables de estudio. Posteriormente, se diseñó la estrategia didáctica STEAM, integrando actividades de robótica educativa y principios neurotecnológicos alineados con los contenidos del módulo Interfaces de Control.

En la tercera fase se procedió a la implementación de la estrategia en el contexto educativo seleccionado, garantizando condiciones homogéneas de aplicación. La cuarta fase correspondió a la recolección de datos, mediante la aplicación de instrumentos previamente validados. Finalmente, se desarrolló la fase de análisis e interpretación de resultados, integrando técnicas estadísticas y análisis cualitativo complementario, lo que permitió explicar de manera integral los efectos de la intervención (Figura 1).

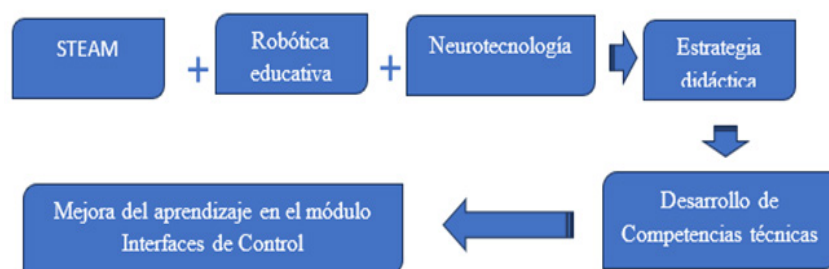


Figura 1 Diagrama de la relación conceptual del estudio

La población de estudio estuvo conformada por 32 estudiantes de segundo de Bachillerato Técnico en Mecatrónica, 3 docentes del área técnica y 2 autoridades institucionales. La muestra fue intencional, ya que se seleccionaron a los actores directamente involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje del módulo Interfaces de Control.

La misma fue seleccionada en función de criterios pedagógicos y de accesibilidad. Los criterios de inclusión consideraron: estar matriculado oficialmente en el módulo Interfaces de Control, haber aprobado los módulos previos de electrónica y programación, y participar de manera voluntaria en la investigación. Se excluyeron estudiantes con inasistencia reiterada o que no completaron las actividades de la estrategia didáctica.

Los métodos empleados fueron de índole teóricos y empíricos. Entre los métodos primeros se utilizaron el análisis-síntesis, la inducción-deducción y el método sistémico-estructural, los cuales permitieron la construcción del marco conceptual y el diseño coherente de la estrategia didáctica. En cuanto a los segundos, se aplicaron la observación pedagógica, la encuesta y la prueba de desempeño académico. Las técnicas de recolección de información incluyeron cuestionarios estructurados tipo Likert para evaluar competencias técnicas y cognitivas, rúbricas analíticas para valorar el desempeño en actividades de robótica e interfaces de control, y pruebas objetivas para medir el aprendizaje conceptual.

Los instrumentos fueron diseñados específicamente para el estudio, tomando como referencia modelos validados en investigaciones previas sobre educación STEAM y robótica educativa. El cuestionario de competencias contempló dimensiones relacionadas con comprensión de sistemas de control, integración de sensores y actuadores, resolución de problemas y autorregulación cognitiva.

Posteriormente y siguiendo el criterio de (Medina et al., 2023). se adoptó un enfoque de triangulación, caracterizada por la recolección simultánea de datos cualitativos y cuantitativos con el objetivo de confirmar y mitigar los hallazgos, mejorando así su validez y fiabilidad.

Se analizó la confiabilidad de los instrumentos siendo evaluada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, con valores de 0.85 en todas las dimensiones del cuestionario, lo que indica un nivel alto de consistencia interna. Asimismo, se realizó una validación de contenido con especialistas del tema, quienes evaluaron la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems en relación con los objetivos del estudio y las competencias del módulo Interfaces de Control.

La información fue obtenida en dos momentos: antes de la implementación de la estrategia didáctica y al finalizar su aplicación. Los datos cuantitativos fueron procesados utilizando la estadística para analizar diferencias en el desempeño académico y el desarrollo de competencias.

El análisis incluyó medidas de tendencia central, dispersión y pruebas de comparación de medias, según la naturaleza de las variables. Complementariamente, los datos cualitativos provenientes de la observación pedagógica fueron analizados mediante categorización temática, lo que permitió interpretar los resultados desde una perspectiva más integral.

En conjunto, este enfoque metodológico posibilitó una comprensión profunda y fundamentada del impacto de la estrategia didáctica STEAM integrada con robótica y neurotecnología en el aprendizaje del módulo Interfaces de Control.

RESULTADOS

Resultados del aprendizaje en el módulo Interfaces de Control

Con el objetivo de determinar si las diferencias observadas entre el pretest y el postest fueron estadísticamente significativas, se aplicó una prueba t de Student para muestras relacionadas. Los resultados evidenciaron diferencias significativas en todas las dimensiones evaluadas ( $p < 0,05$ ), lo que confirma el efecto positivo de la intervención didáctica basada en el enfoque STEAM integrado con robótica e interfaces de control.

El análisis de los resultados obtenidos evidencia cambios sustanciales en el aprendizaje de los estudiantes tras la implementación de la estrategia didáctica STEAM integrada con robótica y neurotecnología. La comparación entre las mediciones pretest y postest revela un incremento sistemático en los puntajes promedio de todas las dimensiones evaluadas, lo que indica una mejora generalizada en el desempeño académico asociado al módulo Interfaces de Control.

Los resultados muestran que, antes de la intervención, los estudiantes presentaban niveles de desempeño moderados, con puntajes cercanos al valor medio de la escala utilizada, particularmente en las dimensiones relacionadas con la integración hardware–software y la autorregulación cognitiva. Tras la aplicación de la estrategia didáctica, los valores medios se desplazaron hacia rangos superiores, reflejando un desempeño más consolidado y consistente en los contenidos y competencias evaluadas (Tabla 1).

Tabla 1 Diferencias observadas antes y después de la intervención

| Dimensión evaluada                 | Diferencia absoluta |
|------------------------------------|---------------------|
| Comprensión de sistemas de control | +2.2                |
| Integración hardware–software      | +2.7                |

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| Diseño de interfaces de control  | +2.2 |
| Resolución de problemas técnicos | +2.5 |
| Autorregulación cognitiva        | +2.4 |

Los datos de la Tabla 1 permiten observar que las mayores diferencias absolutas se registraron en las dimensiones integración hardware–software y resolución de problemas técnicos, ambas directamente asociadas a las actividades prácticas desarrolladas mediante robótica educativa e interfaces de control programables. Es por ello que se procedió a realizar un análisis del tamaño del efecto mediante el estadístico de Cohen, donde se demostraron valores elevados en las dimensiones integración hardware–software y resolución de problemas técnicos ( $d > 0,80$ ), lo que indica un impacto grande de la estrategia didáctica sobre el desarrollo de competencias técnicas.

Para la interpretación anterior se tuvo en cuenta 0,20 (efecto pequeño), 0,50 (efecto medio) y  $\geq 0,80$  (Efecto grande).

Ello llevó a su vez a un análisis correlacional mediante Pearson donde se reveló una relación positiva y significativa entre la autorregulación cognitiva y la resolución de problemas (Tabla 2).

Tabla 2 Correlación entre autorregulación cognitiva y resolución de problemas técnicos

| Variables analizadas                                       | Coefficiente de correlación de Pearson (r) | Nivel de significancia (p) | Interpretación del efecto          |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Autorregulación cognitiva–Resolución de problemas técnicos | 0.62                                       | < 0.01                     | Correlación positiva moderada-alta |

El valor  $r = 0.62$  indica una relación positiva significativa entre ambas variables. Un mayor nivel de autorregulación cognitiva se asocia con un mejor desempeño en la resolución de problemas técnicos dentro del módulo Interfaces de Control.

Los resultados de la Tabla 2 evidencian una correlación positiva significativa entre la autorregulación cognitiva y la resolución de problemas técnicos ( $r = 0,62$ ;  $p < 0,01$ ). Ello demuestra que los estudiantes que desarrollan mayores capacidades de planificación, monitoreo y control de su propio proceso cognitivo logran desempeñarse con mayor eficacia en tareas técnicas complejas asociadas a la programación y gestión de interfaces de control. La metacognición actúa como un factor clave en la consolidación de competencias tecnológicas y de resolución de problemas.

### Resultados por dimensiones de competencia

La Figura 1 presenta la comparación de los puntajes promedio obtenidos por los estudiantes en el pretest y el postest en las cinco dimensiones relacionadas con el desarrollo de competencias técnicas dentro del módulo Interfaces de Control.

La representación gráfica permite observar de manera sintética la distribución de los resultados en ambos momentos de evaluación, mostrando las medias alcanzadas por los estudiantes antes y después de la implementación de la intervención didáctica. Este tipo de visualización facilita la comparación entre dimensiones del aprendizaje y proporciona una base empírica para analizar las variaciones en el desempeño académico asociadas al proceso formativo desarrollado en el estudio.

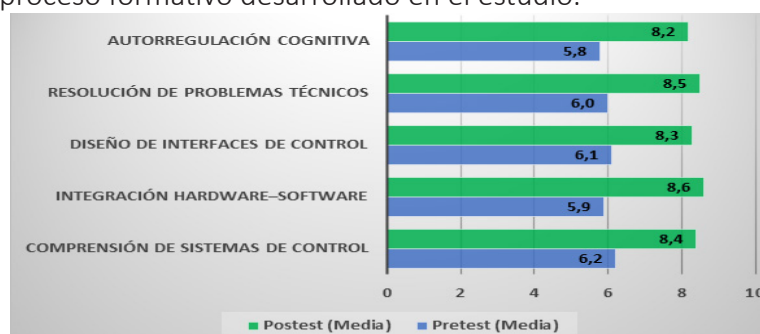


Figura 1. Resultados comparativos del aprendizaje técnico por dimensiones (Pretest vs. Postest)

### Comprensión de sistemas de control

En cuanto a los sistemas de control las pruebas revelaron que previamente algunos hipos con el sentido de las señales, la identificación de lo que entra y lo que sale, y conseguir el truco de cómo funcionan estos sistemas.

Después de la intervención, los resultados mostraron un salto significativo en las puntuaciones promedio, indicando una comprensión más profunda de las ideas básicas detrás del control automático (Figura 1).

Este repunte se ve claramente en ocasiones como leer diagramas funcionales, identificar las partes del sistema y romper los procesos de control en situaciones reales.

### **Integración hardware–software**

La dimensión integración hardware–software presentó el incremento más pronunciado entre las mediciones realizadas. En el pretest, los estudiantes evidenciaron limitaciones en la vinculación entre programación, sensores y actuadores, así como en la configuración de interfaces de control. En contraste, los resultados del postest muestran un aumento significativo en la capacidad para integrar componentes físicos y lógicos dentro de un sistema funcional (Figura 1).

Los puntajes alcanzados reflejan una mejora en la ejecución de tareas como la programación de microcontroladores, la sincronización de señales y la validación del funcionamiento del sistema mediante interfaces hombre-máquina.

### **Diseño de interfaces de control**

En cuanto al diseño de interfaces de control, los resultados iniciales indicaron un dominio parcial de los criterios de usabilidad, visualización de datos y control de procesos. Tras la implementación de la estrategia didáctica, se registró un incremento en los niveles de desempeño, particularmente en los ítems asociados a la organización de la información, la claridad de las señales visuales y la interacción usuario-sistema (Figura 1).

Este comportamiento sugiere una mejora en la capacidad de los estudiantes para diseñar interfaces funcionales alineadas con los requerimientos técnicos del módulo.

### **Resolución de problemas técnicos**

La dimensión resolución de problemas técnicos evidenció un aumento sostenido en los puntajes promedio del postest. Los resultados indican una mayor capacidad para identificar fallas, proponer soluciones funcionales y realizar ajustes iterativos en sistemas de control, aspectos evaluados mediante rúbricas analíticas aplicadas durante las actividades prácticas (Figura 1).

La reducción de errores recurrentes y el incremento en la eficiencia de las soluciones propuestas constituyen indicadores relevantes del desempeño observado en esta dimensión.

### **Autorregulación cognitiva**

En relación con la autorregulación cognitiva, los resultados muestran un desplazamiento claro desde niveles bajos-medios en el pretest hacia niveles altos en el postest. Los ítems evaluados reflejan mejoras en la planificación de tareas, el monitoreo del propio aprendizaje y la gestión del tiempo durante la resolución de actividades técnicas (Figura 1).

Este comportamiento se evidenció de forma consistente tanto en los cuestionarios como en los registros de observación pedagógica.

En conjunto, los análisis descriptivos, inferenciales y correlacionales evidencian que la estrategia didáctica implementada generó mejoras significativas y consistentes en el aprendizaje y desarrollo de competencias técnicas. Los mayores efectos se observaron en aquellas dimensiones directamente asociadas a la práctica experimental, lo que confirma el valor pedagógico de la integración de la robótica educativa y el diseño de interfaces de control como mediadores del aprendizaje significativo y autorregulado en contextos de formación técnica.

### **Resultados de la homogeneidad y consistencia del desempeño**

Los registros de observación pedagógica indicaron una participación más equilibrada entre los estudiantes, con menor dependencia del acompañamiento docente y mayor autonomía en la ejecución de las tareas asociadas al módulo Interfaces de Control.

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que la estrategia didáctica STEAM integrada con robótica y neurotecnología genera un impacto positivo y significativo en el aprendizaje y el desarrollo de competencias en el módulo Interfaces de Control. Estos hallazgos se interpretan a la luz del marco teórico desde una perspectiva integradora, en la que confluyen los aportes de la educación STEAM, la robótica educativa y los fundamentos neuroeducativos del aprendizaje técnico.

Esta integración no se limitó a la articulación conceptual de disciplinas, sino que se operacionalizó mediante actividades robóticas y situaciones problematizadoras directamente vinculadas a los contenidos del módulo Interfaces de Control, lo que explica la mejora observada en el desempeño académico.

El impacto significativo registrado en la dimensión integración hardware–software coincide con los resultados reportados por Kalaitzidou y Pachidis (2023), quienes sostienen que la robótica educativa, cuando se implementa como mediadora del aprendizaje y no como recurso aislado, potencia la comprensión funcional de sistemas tecnológicos complejos. En este sentido, los resultados del presente estudio refuerzan la evidencia empírica existente al demostrar que la robótica integrada en una estrategia STEAM permite superar dificultades recurrentes en la formación técnica, como la fragmentación entre programación, electrónica y control.

Estos resultados concuerdan con los más recientes estudios que han analizado el efecto de la robótica educativa en el aprendizaje STEM por medio de descortés y meta-análisis. También lo hacen las investigaciones más recientes que señalan que la implementación STEAM en la academia requiere adoptar tácticas educativas efectivas que contenga la integración de metodologías activas de enseñanza-aprendizaje, resolución de problemas y tecnologías de Recuerda emergente (Bai & Tian, 2025).

Desde la perspectiva neuroeducativa, los avances registrados en la autorregulación cognitiva y en la homogeneidad del desempeño académico pueden interpretarse como un efecto de la incorporación de estrategias orientadas a la gestión de la carga cognitiva, la retroalimentación continua y la activación atencional. En el contexto del módulo Interfaces de Control, estos procesos resultan esenciales debido a la complejidad inherente de los sistemas de control y la necesidad de toma de decisiones en tiempo real.

El contraste con el estudio permite profundizar esta interpretación, ya que la neurotecnología educativa adquiere mayor efectividad cuando se integra en propuestas pedagógicas estructuradas y contextualizadas. En esta investigación, la neurotecnología no se utilizó como un elemento accesorio, sino como un componente transversal de la estrategia didáctica, lo que podría explicar el impacto observado tanto en las competencias técnicas como en las cognitivas.

Los resultados obtenidos coinciden con varios autores como (Alali & Wardat, 2024), quienes plantean que la implementación de la metodología STEAM en aulas de ciencias genera mayor motivación y compromiso en los estudiantes, lo que se refleja en una mejora sostenida de sus calificaciones, de igual forma con (Gómez & Pérez, 2023) Metodologías activas dentro del enfoque STEAM, como el aprendizaje basado en problemas, permitieron un aumento notable en el rendimiento académico. También tienen similitud con planteamientos de (Bernal et al., 2024) en este caso ellos afirman que los estudiantes en programas STEAM mejoraron sus resultados en ciencias y matemáticas, lo cual validó su impacto positivo en el desempeño y la motivación académica.

Las aproximaciones sistemáticas más recientes señalan que la integración y el uso del conocimiento aplicado y la interdisciplinariedad en distintas áreas constituyen un factor esencial en la formación de habilidades técnicas y cognitivas (Zúñiga-Tinizaray et al., 2024).

En términos de aporte científico, el estudio contribuye de manera original al campo de la educación técnica al demostrar el impacto de una estrategia didáctica que integra STEAM, robótica y neurotecnología en un módulo altamente especializado, ámbito aun escasamente abordado en la literatura reciente. A diferencia de investigaciones previas centradas en niveles educativos generales o en competencias aisladas, este trabajo se focaliza en Interfaces de Control, proporcionando evidencia contextualizada y aplicable a programas de formación técnica y profesional.

En este sentido, los hallazgos del estudio fundamentan la propuesta que se expone a continuación.

### **Estrategia didáctica STEAM integrada con robótica y neurotecnología en el módulo Interfaces de Control** **Fundamentación de la propuesta**

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que la aplicación de una estrategia didáctica fundamentada en el enfoque STEAM, combinada con la robótica educativa y principios de neurotecnología aplicada, produce mejoras que son estadísticamente significativas y pedagógicamente importantes en el aprendizaje y desarrollo de competencias técnicas y cognitivas en el módulo de Interfaces de Control. Ello coincide con diversas investigaciones que han demostrado que la integración del enfoque STEAM con herramientas tecnológicas como la robótica educativa contribuye significativamente al desarrollo de habilidades técnicas, pensamiento crítico y resolución de problemas en contextos educativos tecnológicos (Kalaitzidou & Pachidis, 2023; Hebebcı & Usta, 2022; Benitti, 2012). Asimismo, estudios recientes señalan que

la incorporación de principios de neurotecnología educativa favorece procesos de autorregulación cognitiva y aprendizaje significativo en entornos mediados por tecnología (Casanova, 2021; Alali & Wardat, 2024).

En particular, se observó un gran impacto en las áreas de integración de hardware y software y en la resolución de problemas técnicos, además de una correlación positiva significativa entre la autorregulación cognitiva y el desempeño técnico, lo que resalta la necesidad de establecer esta estrategia como un modelo de intervención pedagógica sistemática en la formación técnica y profesional. Desde esta perspectiva, la propuesta actual busca poner en práctica los hallazgos del estudio, convirtiéndolos en un modelo de implementación didáctica que sea replicable, contextualizado y sostenible.

### **Objetivo de la propuesta**

Objetivo general:

Implementar una estrategia didáctica STEAM integrada con robótica educativa y neurotecnología aplicada para fortalecer el aprendizaje significativo, el desarrollo de competencias técnicas y la autorregulación cognitiva en el módulo Interfaces de Control.

Objetivos específicos:

- a) Fortalecer la comprensión funcional de los sistemas de control mediante actividades prácticas interdisciplinarias
- b) Potenciar la integración hardware-software a través del diseño y programación de sistemas robóticos reales.
- c) Desarrollar habilidades de resolución de problemas técnicos mediante metodologías activas basadas en proyectos.
- d) Promover procesos de autorregulación cognitiva, planificación y monitoreo del aprendizaje técnico.
- e) Homogeneizar el desempeño académico, reduciendo la dependencia del acompañamiento docente.

### **Principios pedagógicos de la implementación**

La propuesta se basa en los siguientes principios, que surgen de los resultados del estudio: interdisciplinariedad funcional (STEAM), que implica una integración efectiva de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas; aprendizaje fundamentado en proyectos y problemas, que busca la solución de situaciones técnicas reales; aprendizaje activo y experimental, que utiliza la robótica como un mediador cognitivo; neuroeducación aplicada, que se enfoca en la gestión de la carga cognitiva, la atención sostenida y la retroalimentación continua; y evaluación formativa y auténtica, que incluye el uso de rúbricas analíticas y el seguimiento del proceso.

### **Estructura de la estrategia didáctica propuesta**

#### **Fase 1. Diagnóstico inicial**

Aplicación de pretest de competencias técnicas y cognitivas.

Identificación de brechas en: comprensión de sistemas de control, integración hardware–software, autorregulación cognitiva.

#### **Fase 2. Diseño de proyectos STEAM**

Formulación de proyectos contextualizados al módulo Interfaces de Control.

Integración de: sensores y actuadores, microcontroladores, interfaces hombre-máquina.

Incorporación de criterios de diseño, usabilidad y control de procesos.

#### **Fase 3. Implementación con robótica educativa**

Desarrollo progresivo de prototipos funcionales.

Programación de sistemas de control reales.

Validación del funcionamiento mediante interfaces gráficas.

#### **Fase 4. Integración de principios neurotecnológicos**

Actividades orientadas a: planificación de tareas, autorregulación del tiempo, monitoreo del error y ajuste iterativo.

Retroalimentación inmediata y metacognitiva.

Uso de pausas cognitivas y secuenciación progresiva de la complejidad.

## Fase 5. Evaluación y retroalimentación

Aplicación de postest.

Evaluación mediante: rúbricas analíticas, observación pedagógica estructurada, análisis del desempeño técnico.

Comparación pretest–postest y análisis de resultados.

Estrategias metodológicas clave

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), trabajo colaborativo con roles técnicos definidos, resolución iterativa de fallas en sistemas de control, integración teoría–práctica–reflexión.

### Recursos necesarios

#### a) Recursos tecnológicos

La implementación de la estrategia didáctica tuvo en cuenta un conjunto de recursos tecnológicos que facilitaron la integración práctica de contenidos relacionados con sistemas electrónicos, de programación y de control, permitiendo a los estudiantes experimentar directamente con dispositivos reales y entornos de simulación.

Se utilizaron kits educativos de robótica, que forman plataformas integradoras que combinan sensores, actuadores, microcontroladores y elementos mecánicos programables. Estos kits permitieron el desarrollo de prototipos funcionales de sistemas de control, facilitando la aplicación de conceptos relacionados con la automatización, procesamiento de señales y control físico del dispositivo.

Finalmente, se incorporaron herramientas de diseño de interfaces de control como plataformas de desarrollo de interfaces gráficas (Processing, Node-RED, LabVIEW y aplicaciones basadas en IoT). Estas herramientas facilitaron la visualización de datos, el monitoreo de variables del sistema y la interacción entre el usuario y el dispositivo controlado, fortaleciendo la comprensión de los sistemas de control modernos y su aplicación en entornos tecnológicos reales.

#### b) Recursos pedagógicos

La implementación de la estrategia didáctica también requirió un conjunto de recursos pedagógicos diseñados para orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje, facilitar la evaluación del desempeño y promover el desarrollo de habilidades técnicas y cognitivas.

En primer lugar, se utilizaron guías de proyectos STEAM, estructuradas en secuencias didácticas que integraron contenidos de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Estas guías orientaron el desarrollo de actividades basadas en proyectos y problemas, proporcionando a los estudiantes instrucciones técnicas, objetivos de aprendizaje, criterios de diseño y etapas de construcción de prototipos tecnológicos.

Paralelamente se utilizaron rúbricas de evaluación analítica, diseñadas para evaluar objetivamente el rendimiento del estudiante en actividades prácticas relacionadas con la programación, integración hardware-software, diseño de interfaces y resolución de problemas técnicos. Estos títulos permitieron evaluar los diferentes niveles de logros en cada concurso, proporcionando criterios claros de rendimiento y facilitando procesos de retroalimentación de entrenamiento.

Otro recurso fundamental fueron las herramientas de evaluación cognitiva, tales como cuestionarios estructurados Likert, pruebas técnicas de rendimiento y escalas de autoregulación del aprendizaje, que permitieron medir el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas asociadas al aprendizaje técnico, como la planificación, el seguimiento del propio proceso de aprendizaje y la toma de decisiones en contextos tecnológicos.

Finalmente, se incorporaron registros de observación pedagógica, utilizando hojas estructuradas para documentar el comportamiento de los estudiantes durante el desarrollo de actividades prácticas. Estos registros recogieron información relacionada con la participación, el trabajo colaborativo, la autonomía en la resolución de problemas y la interacción con dispositivos tecnológicos, proporcionando evidencia cualitativa complementaria para el análisis del impacto de la estrategia didáctica.

### Valoración de la puesta en marcha

La propuesta se evaluará a través de comparación de los resultados entre el pretest y el postest, examen del tamaño del efecto (Cohen), estudio de correlación entre el rendimiento técnico y la autorregulación,

monitoreo de la uniformidad del rendimiento, así como de comentarios cualitativos de alumnos y profesores.

## DISCUSIÓN

La aplicación sistemática de la presente propuesta, facilitó el desarrollo integrado de competencias técnicas y cognitivas en los estudiantes, optimizando el proceso de enseñanza-aprendizaje del módulo “Interfaces de Control”. También contribuyó al fortalecimiento de habilidades técnicas complejas a través de la articulación práctica de conocimientos afines a electrónica, programación y sistemas de control.

De igual manera, la propuesta estrategia didáctica evidenció el desarrollo de procesos de autorregulación cognitiva y de aprendizaje autónomo fundamentales para el desempeño en entornos dinámicos tecnológicos. Con ella se redujo la brecha tradicional entre contenidos teóricos y su aplicación práctica, incorporando actividades prácticas con robótica educativa y principios de neurotecnología, con el objetivo de lograr una comprensión más profunda y funcional de los sistemas de control.

Con la implementación de la presente propuesta, se elevó de manera conjunta la calidad de la formación técnica y profesional, adaptando los procesos educativos a los nuevos requerimientos de la industria 4.0 y satisfaciendo las necesidades actuales de los sistemas productivos basados en automatización, digitalización e integración tecnológica.

La propuesta se caracteriza por su replicabilidad y escalabilidad hacia otros módulos técnicos vinculados a la automatización, robótica y control, y puede ser incorporada como un modelo institucional de innovación pedagógica, fundamentado en evidencia científica y alineado con las exigencias actuales de la educación técnico-profesional.

La evidencia presente en este estudio sugiere que una estrategia pedagógica STEAM, que incorpora educación robótica y neurotecnología significativamente potencia los resultados de aprendizaje y el desarrollo de competencias técnicas en el componente de Interfaces de Control. Las discrepancias estadísticamente significativas detectadas entre las medidas pretest y posttest, junto con elevados efectos en variables fundamentales como la integración de hardware y software y la resolución de problemas técnicos, corroboran la eficacia de la propuesta intervención más allá de mejoras de carácter descriptivo, posicionándola como un enfoque pedagógico validado para contextos de formación técnica compleja.

El análisis correlacional subraya la importancia primordial de la autorregulación cognitiva en la eficacia técnica, especialmente en tareas que implican complejos sistemas de control e iterativas soluciones de problemas. La significativa correlación positiva detectada entre la cognitiva auto regulación y la capacidad para resolver problemas técnicos respalda la suposición teórica de que los principios neuroeducativos desempeñan un papel crucial en entornos de aprendizaje tecnológicamente enriquecidos. Estos hallazgos acentúan la necesidad de incorporar elementos metacognitivos y neurocognitivos en el enfoque STEAM orientado al aprendizaje técnico, con el objetivo de fomentar un aprendizaje profundo, decisiones adaptativas y transferencia de conocimientos.

## CONCLUSIONES

Desde una perspectiva de innovación científica y educativa, este estudio contribuye a la literatura existente mediante la implementación de un enfoque STEAM orientado a la robótica educativa y neurotecnología dentro de un contexto técnico aplicado al módulo formativo de Interfaces de Control, un campo que aún permanece inexplorado en la investigación contemporánea. La estrategia pedagógica validada en la propuesta en este documento proporciona un modelo replicable y escalable para programas de educación técnica y vocacional, con potencial aplicación en currículos relacionados con la automatización y control. Esto contribuye a la evolución de estrategias pedagógicas basadas en evidencia, que se encuentran en consonancia con las exigencias de la Industria 4.0 y los actuales sistemas de educación técnica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alali, R., & Wardat, Y. (2024). Enhancing student motivation and achievement in science classrooms through STEM education. *STEM Education*, 4(3), 183-198. <https://doi.org/10.3934/steme.2024012>

Arguello-Guevara, J. (2025). El Método STEM como Recurso Pedagógico de Innovación Curricular para la Enseñanza

de las Ciencias Naturales en Comunidades Educativas de Contexto Vulnerable. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes* 2.0, 18(1), 278-290. <https://doi.org/10.37843/rted.v18i1.611>

Bai, S., & Tian, P. (2025). Educational robotics may enhance students' conceptual knowledge, applied skills and learning attitude in STEM education: A meta-analysis. *Educational Technology & Society*, 28(4), 274-303. [https://doi.org/10.30191/ETS.202510\\_28\(4\).SP06](https://doi.org/10.30191/ETS.202510_28(4).SP06)

Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>

Bernal, A., García, M., Sánchez, B., Guaman, R., Nivela, A., Cruz, A., & Ruiz, J. (2024). Integración de la Educación STEM en la Educación General Básica: Estrategias, Impacto y Desafíos en el Contexto Educativo Actual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 8927-8949. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i4.13037](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13037)

Candela-Leal, M. O., Alanis-Espinosa, M., Murrieta-González, J., de-J. Lozoya-Santos, J., & Ramírez-Moreno, M. A. (2025). Neural signatures of STEM learning and interest in youth. *Acta Psychologica*, 255, 104949. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.104949>

Casado, R., & Checa-Romero, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 58, 51-69. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672>

Casanova Borjas, L. (2021). Incorporación de la neurotecnología educativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *REDIELUZ*, 11(1), 135-139. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/redieluz/article/view/36944>

Chu, H. E., Martin, S. N., & Park, J. (2019). A theoretical framework for developing an intercultural STEAM program for Australian and Korean students to enhance science teaching and learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(7), 1251-1266. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y>

Clara Elisa Tapia-Nin, José Wilson Gómez, & Gregorio Morales-Leonardo. (2025). Implementación de la metodología STEM en la educación superior: retos y oportunidades. *KIRIA*, 3(6), 49-66. <https://doi.org/10.53877/q43yqy55>

Gómez, R., & Pérez, G. (2023). Las metodologías activas y su influencia en rendimiento académico de estudiantes de bachillerato. *MQRInvestigar*, 7(1), 3048-3069. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.7.1.2023.3048-3069>

Hebebe, M. T., & Usta, E. (2022). The effects of integrated STEM education practices on problem solving skills, scientific creativity, and critical thinking dispositions. *Participatory Educational Research*, 9(6), 358-379. <https://doi.org/10.17275/per.22.143.9.6>

Kalaitzidou, M., & Pachidis, T. P. (2023). Recent robots in STEAM education: A review of effective robotic tools. *Education Sciences*, 13(3), 272. <https://doi.org/10.3390/educsci13030272>

Khalid, I. L., Syahrir, A. M., & Mohd, F. H. (2024). Una revisión sistemática: aprendizaje digital en la educación STEM. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 51(1), 98-115. <https://doi.org/10.37934/araset.51.1.98115>

Lorenzo, M. (2020). Abordaje interdisciplinar para la enseñanza de las ciencias y la actualización de profesores. *Educación en Ciencias Biológicas*, 5(1), 1-9. <http://hdl.handle.net/11336/133315>

Medina Romero, M. Á., Hurtado Tiza, D. R., Muñoz Murillo, J. P., Ochoa Cervantez, D. O., & Izundegui Ordóñez, G. (2023). Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo. *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú*. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.105>

Ouyang, F., Xu, X., & Jiao, P. (2024). The effects of educational robotics on STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11, 1-17. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>

Torres, I., Ramírez-Montoya, M. S., & García-Peñalvo, F. J. (2025). Fostering STEM skills through programming and robotics learning environments. *Information*, 16(2), 96. <https://doi.org/10.3390/info16020096>

Vasco Delgado, J. C., Ruiz Muñoz, G. F., Macas Padilla, B. A., & Mero Baquerizo, C. A. (2024). El impacto de la neurotecnología en el proceso de enseñanza - aprendizaje en el aula. *Reincisol.*, 3(6), 4770-4789. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)4770-4789](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)4770-4789)

Zúñiga-Tinizaray, F. S., Villacís-Pérez, M., & Álvarez-Arcos, J. (2024). STEM-STEAM educational strategies in higher education: A systematic review. *Espacios*, 45(4), 1-14. <https://doi.org/10.48082/espacios-a24v45n04p02>

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### **Declaración de responsabilidad de autoría**

Los autores del manuscrito señalado, DECLARAMOS que hemos contribuido directamente a su contenido intelectual, así como a la génesis y análisis de sus datos; por lo cual, estamos en condiciones de hacernos públicamente responsable de él y aceptamos que sus nombres figuren en la lista de autores en el orden indicado. Además, hemos cumplido los requisitos éticos de la publicación mencionada, habiendo consultado la Declaración de Ética y mala praxis en la publicación.

Mgsr. Eddy Fabián Corrales Bastidas, Lic. Nelly Susana Díaz Salavarría y PhD. Dayron Rumbaut: Proceso de revisión de literatura y redacción del artículo.