

Evaluación del aprendizaje basado en proyectos STEAM mediado por robótica educativa para el desarrollo de habilidades del siglo XXI

Evaluation of STEAM Project-Based Learning through Educational Robotics for the Development of 21st-Century Skills

Fanny Soraya Zúñiga-Tinizaray 

Universidad Nacional de Loja (Ecuador)
fanny.zuniga@unl.edu.ec

Victoria I. Marín 

Universitat de Lleida (España)
victoria.marin@udl.cat

Recibido: 30/11/2024

Aceptado: 26/05/2025

Publicado: 01/06/2025

RESUMEN

Como respuesta a la necesidad creciente de preparar a las y los estudiantes universitarios para afrontar los desafíos de un entorno laboral dinámico, se plantea la importancia de la comprensión integrada de las disciplinas y la aplicación de los aprendizajes en situaciones prácticas. Es por ello por lo que se requiere implementar estrategias didácticas en las universidades que se orienten hacia esa dirección. Así pues, en este estudio se diseña e implementa una estrategia didáctica de aprendizaje basado en proyectos (PBL) mediado por robótica educativa en el enfoque STEAM en una universidad pública ecuatoriana. El objetivo del estudio es evaluar cómo la implementación del PBL mediado por robótica educativa en el marco STEAM en educación superior influye en el desarrollo de habilidades del siglo XXI del alumnado, como la colaboración, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad o la gestión de proyectos. Se aplicó una metodología cuantitativa de tipo longitudinal-descriptiva, bajo el enfoque de la Investigación Basada en Diseño (IBD). La muestra fue de 104 estudiantes distribuidos en cuatro semestres académicos que contestaron un cuestionario de escala Likert para valorar su desarrollo de las diferentes habilidades en cada semestre. Este instrumento fue validado mediante juicio de expertos y prueba piloto, y se realizó un análisis estadístico mediante ANOVA y pruebas de Tukey HSD de los resultados. Los hallazgos evidenciaron una mejora significativa y sostenida en seis dimensiones de las habilidades del siglo XXI, con diferencias estadísticamente significativas entre semestres. Las dimensiones con mayor avance fueron la colaboración, la reflexión y la gestión de proyectos. Los resultados muestran la efectividad de integrar la robótica educativa dentro de proyectos interdisciplinarios para promover competencias clave, reforzando la pertinencia del modelo STEAM. Se destaca la eficacia del enfoque para desarrollar habilidades claves en contextos reales, subrayando su relevancia para la innovación educativa.

PALABRAS CLAVE

Educación superior; STEAM; aprendizaje basado en proyectos; habilidades del siglo XXI; robótica educativa.

ABSTRACT

In response to the growing need to prepare university students to face the challenges of a dynamic working environment, an integrated understanding of the disciplines and the application of learning in practical situations is becoming increasingly important. It is therefore necessary to implement pedagogical strategies in universities

that are oriented in this direction. Thus, this study designs and implements a pedagogical strategy of project-based learning (PBL) mediated by educational robotics in a STEAM approach in an Ecuadorian public university. The aim of the study is to evaluate how the implementation of PBL mediated by educational robotics in the STEAM framework in higher education influences the development of 21st century skills of students, such as collaboration, critical thinking, problem solving, creativity or project management. A quantitative longitudinal-descriptive methodology was applied, under a Design-Based Research (DBR) approach. The sample consisted of 104 students distributed over four academic semesters who answered a Likert scale questionnaire to assess their development of the different skills in each semester. This instrument was validated by expert judgement and pilot testing, and a statistical analysis of the results was carried out using ANOVA and Tukey HSD tests. The findings showed significant and sustained improvement in six dimensions of 21st century skills, with statistically significant differences between semesters. The dimensions with the greatest progress were collaboration, reflection and project management. The results show the effectiveness of integrating educational robotics within interdisciplinary projects to promote key competences, reinforcing the relevance of the STEAM model. The effectiveness of the approach in developing key skills in real contexts is highlighted, underlining its relevance for educational innovation.

KEYWORDS

Higher Education; STEAM; Project-Based Learning; 21st-Century Skills; Educational Robotics.

CITA RECOMENDADA:

Zúñica, F.S. y Marín, V.I. (2025). Evaluación del aprendizaje basado en proyectos STEAM mediado por robótica educativa para el desarrollo de habilidades del siglo XXI. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, 18, 68-90. <https://doi.org/10.6018/riite.640071>

Principales aportaciones del artículo y futuras líneas de investigación:

- El diseño e implementación de una ruta de aprendizaje basado en proyectos (PBL) mediado por robótica educativa a través del modelo STEAM en el nivel universitario.
- La evaluación longitudinal de la efectividad de la estrategia didáctica en el desarrollo de habilidades del siglo XXI, como la creatividad, la innovación, el pensamiento crítico, la colaboración y la resolución de problemas.
- El hallazgo de la eficacia de la estrategia didáctica con enfoque STEAM para desarrollar habilidades claves en contextos reales.
- Futuras líneas de investigación podrían incluir la evaluación de la efectividad del PBL mediado por robótica frente a otras metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas, o el diseño de un abanico más amplio de estrategias educativas STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas educativos se han convertido en importantes motores del crecimiento económico, social y cultural, contribuyendo en la construcción de naciones y comunidades y desempeñando un papel central en la preparación de individuos como ciudadanos/as activos/as y trabajadores/as competentes (OECD, 2023). Sin embargo, los constantes, rápidos y crecientes cambios tecnológicos hacen que se vuelva imperativo que las personas desarrollen habilidades que les permitan adaptarse a escenarios inciertos y cambiantes. Actualmente, una numerosa parte del alumnado se siente inseguro para resolver problemas del mundo real porque carece de una comprensión integrada de las disciplinas, lo que dificulta la aplicación efectiva de lo aprendido en situaciones prácticas (Chen y Dong, 2024; Sukmawati et al., 2023).

La educación tradicional, centrada en la fragmentación de los contenidos disciplinares, limita el desarrollo de un aprendizaje interdisciplinar e integrador que fomente habilidades de siglo XXI, como la creatividad, la innovación, el pensamiento crítico, la colaboración y la resolución de problemas (Li y Li, 2023). Frente a esta limitación surge la educación STEAM como una propuesta pedagógica integradora, que vincula las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática, conectándolas con problemas reales que estimulen el interés de las y los estudiantes y promuevan el aprendizaje autónomo y contextualizado (Lang, 2021).

Desde una perspectiva epistemológica, la educación STEAM encuentra sus raíces teóricas en el constructivismo de Piaget (1970), el socioconstructivismo de Vygotsky (2009) y el enfoque del aprendizaje experiencial de Dewey (2004). Los tres autores coinciden en resaltar el rol activo del estudiantado en la construcción del conocimiento mediante la exploración, la interacción con su entorno y la resolución de problemas reales. Dewey (2004) menciona que el aprendizaje genuino ocurre cuando la experiencia educativa está contextualizada en la realidad del alumnado y tiene consecuencias prácticas.

Esta visión se alinea con la lógica del enfoque STEAM, que promueve métodos de aprendizaje integrados que formen estudiantes en el dominio del conocimiento y habilidades que puedan aplicarse con flexibilidad en la resolución de problemas del mundo real (Glushkova et al., 2022). Estos problemas, a menudo mal definidos, requieren soluciones abiertas y flexibles que fomentan la creatividad, el pensamiento crítico y la colaboración (Juandi et al., 2021; Sarathy, 2018).

La creatividad, como plantea Guilford (1950), es esencial para encontrar soluciones múltiples a los desafíos contemporáneos, mientras que el pensamiento crítico implica tomar información y aportaciones de diversas fuentes, analizarlas y reflexionar sobre ellas antes de intentar formarse una opinión (Walton, 2022). Por su parte, Vygotsky (2009) señala que el aprendizaje se potencia a través de la interacción social y el andamiaje proporcionado por otros. Esto justifica la incorporación de dinámicas cooperativas en entornos de aprendizaje STEAM, concibiendo la integración disciplinar como un catalizador para el desarrollo de talentos y como factor determinante para el éxito educativo (Morales et al., 2021; Sukmawati et al., 2023).

En cuanto a la dimensión metodológica, STEAM se operacionaliza a través de metodologías activas. Estas metodologías sitúan al alumnado como protagonista del proceso formativo, generando situaciones de aprendizaje que implican la exploración, la indagación, la experimentación y la toma de decisiones fundamentadas (Sanches et al., 2019). En este marco, las situaciones de aprendizaje se configuran como sistemas de acciones y operaciones, tanto físicas como mentales, que facilitan la confrontación del sujeto que aprende con el objeto de conocimiento, y la relación de ayuda y cooperación con otros colegas durante el proceso de aprendizaje para realizar una tarea con la calidad requerida (Alvarado Orozco, 2016). Esto permite que tome el control de la situación y la implementación de reglas que apoyen la toma de decisiones correctas en cada momento del proceso educativo (Toala Zambrano et al., 2018).

En efecto, las metodologías centradas en el estudiantado buscan que este asuma un papel activo en su aprendizaje de forma autónoma, responsable y colaborativa. Al mismo tiempo, los y las docentes actúan como facilitadores del proceso de aprendizaje (Sukmawati et al., 2023), en el cual se enfatiza la exploración y el descubrimiento del conocimiento por parte del alumnado, así como la construcción activa del significado de lo que ha aprendido (Mohammed y Daham, 2020).

Entre las metodologías activas, el Aprendizaje Basado en Proyectos o Project-Based Learning (PBL) opera como mediador entre los principios del enfoque STEAM con la práctica educativa concreta. El PBL proporciona tareas (desafíos) de aprendizaje basadas en los intereses personales del estudiantado y en la producción de uno o más artefactos que reflejan el aprendizaje alcanzado y les ofrece oportunidades para guiar, gestionar y supervisar su aprendizaje a través de la autodirección y autorregulación (Grant, 2011). El alumnado tiene la oportunidad de desarrollar sus ideas utilizando varias herramientas y materiales que pueden mejorar la calidad del producto (Hanif et al., 2019).

La implementación del PBL requiere un diseño intencional por parte del profesorado, que crea una ruta de aprendizaje, guía el proceso para mejorar la experiencia del estudiantado y promueve la consecución de habilidades, que incluyen la autorregulación y autodirección, priorizando la gestión de proyectos (Hussein, 2021). Otra destreza clave es la colaboración, debido a que todas las personas participantes trabajan, se comunican y aprenden a respetar las diferencias de los demás para construir conocimiento (Simonton et al., 2021). Además, es importante la reflexión, que asegura el aprendizaje y les permite adquirir seguridad en sí mismas para autoevaluarse y evaluar el trabajo de otros grupos (Herro et al., 2017).

Dentro del enfoque STEAM, el PBL mediado por la robótica educativa constituye una estrategia innovadora y significativa, posibilita el desarrollo interdisciplinario y contempla diversos objetivos de aprendizaje en el contexto de actividades prácticas para producir un artefacto funcional (Caprano et al., 2013; González Fernández, 2021). Integra áreas como las matemáticas y la física, el diseño y la innovación, las ciencias de la computación y la programación, y promueve la creatividad, el razonamiento lógico y la solución de problemas complejos (Hussin et al., 2019; Vilhete et al., 2017). Asimismo, fomenta habilidades sociales como el trabajo en equipo y la comunicación, esenciales en los entornos laborales contemporáneos (Khanlari, 2016).

En la actualidad, la educación STEAM se posiciona como una respuesta innovadora a los desafíos de la formación universitaria, al promover competencias interdisciplinarias y habilidades del siglo XXI. No obstante, persisten lagunas en la investigación sobre cómo integrar de forma eficaz esta propuesta mediante estrategias activas como el PBL mediado por tecnologías emergentes, como la robótica educativa. Si bien la literatura reconoce los beneficios del enfoque STEAM en los diferentes niveles educativos y en sistemas altamente tecnificados (Glushkova et al., 2022; Morales et al., 2021), existe una carencia de estudios empíricos longitudinales que evalúen la implementación de esta propuesta en instituciones de educación superior.

Su implementación no está exenta de desafíos. Diversos estudios han evidenciado limitaciones estructurales, como la escasez de infraestructura tecnológica adecuada, la falta de políticas institucionales que respalden el enfoque STEAM y una preparación docente insuficiente en metodologías activas (Villán-Vallejo et al., 2022). También se ha identificado la resistencia al cambio por parte del profesorado como una barrera significativa para adoptar enfoques pedagógicos innovadores (Khushk et al., 2023). Estas limitaciones evidencian la necesidad de un abordaje integral, que considere tanto factores contextuales como los recursos disponibles para garantizar la sostenibilidad y efectividad de esta estrategia.

Ante esta realidad, el presente estudio busca responder a una necesidad de generar evidencias rigurosas y contextualizadas sobre la efectividad de la estrategia didáctica del PBL mediada por la robótica educativa y enmarcada en el modelo STEAM sobre el desarrollo de habilidades del siglo XXI de estudiantado universitario. La investigación se lleva a cabo en una universidad pública ecuatoriana y

propone una metodología adaptable a diversos contextos educativos. A través de un enfoque de Investigación Basada en Diseño (IBD), se busca establecer indicadores de calidad que orienten la aplicación de esta estrategia didáctica, considerando no solo sus beneficios, sino también las barreras.

El objetivo general es evaluar cómo la implementación del PBL mediado por robótica educativa en el marco STEAM influye en el desarrollo de habilidades del siglo XXI, entendidas como un conjunto de competencias cognitivas, interpersonales y de gestión; fundamentales para el desempeño profesional en entornos complejos y cambiantes (HQPBL, 2018; Li y Li, 2023).

La pregunta de investigación que guía este estudio es:

¿Cómo influye la implementación de la estrategia didáctica del aprendizaje basado en Proyectos (PBL) mediada por la robótica educativa en el desarrollo de habilidades del siglo XXI de estudiantado universitario dentro del marco del modelo educativo STEAM?

La hipótesis de fondo es que la aplicación de la estrategia didáctica aprendizaje basado en proyectos mediada por robótica educativa en el marco STEAM, mejora significativamente las habilidades del siglo XXI en el estudiantado universitario, concretamente el pensamiento crítico, creatividad, colaboración, comunicación.

2. MÉTODO

2.1. Diseño del estudio

Este estudio se enmarca en la Investigación Basada en Diseño (IBD o DBR, por sus siglas en inglés), definida como un método a largo plazo que permite desarrollar y evaluar procesos de innovación educativa y el refinamiento continuado de protocolos y cuestiones. El proceso se concreta mediante ciclos continuos, conduciendo las diferentes iteraciones a la mejora y el perfeccionamiento de la intervención (De Benito y Salinas, 2016). Las investigaciones se relacionan con la integración entre teoría y práctica educativas (Anderson, 2005). El presente estudio fue operacionalizado a través del modelo IBD de Reeves et al. (2005), que estructura el proceso en cuatro fases: análisis, diseño, implementación y evaluación.

Cada una de las fases se ejecutó de forma secuencial a lo largo de cuatro semestres (abril 2022 – marzo 2024). El diseño longitudinal descriptivo con enfoque cuantitativo permitió recolectar datos en cada fase, los cuales fueron utilizados para retroalimentar el rediseño de la intervención. Así, la IBD no solo permitió validar empíricamente la estrategia desarrollada, sino que garantizó la pertinencia contextual mediante ciclos sucesivos de mejora y validación participativa. Este enfoque resultó adecuado para explorar la efectividad de la estrategia didáctica del PBL mediada por robótica educativa en el marco STEAM.

2.2. Participantes

La muestra estuvo compuesta por 104 estudiantes universitarios de pregrado, matriculados en el curso de Robótica Educativa de una universidad pública ecuatoriana. La selección se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, justificado por criterios de accesibilidad, viabilidad institucional y disponibilidad temporal, así como adecuación al contexto real de implementación.

Esta experiencia educativa representa un caso de estudio específico. Sin embargo, la metodología empleada y las herramientas de análisis son aplicables a diversos programas académicos y entornos

institucionales. El procedimiento seguido permite que los resultados sean replicables en una amplia gama de programas educativos y de formación que deseen integrar la educación STEAM y la robótica en su currículo.

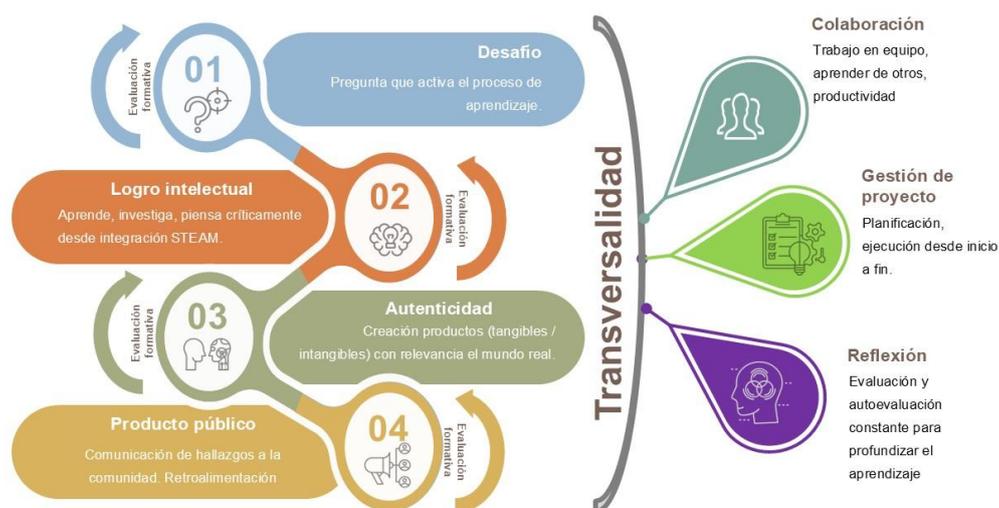
2.3. Diseño de la estrategia didáctica

A continuación, se describe el desarrollo de las fases que orientaron el proceso de integración disciplinar en el contexto de educación superior. En la Figura 1 se esquematiza la ruta de aprendizaje basado en proyectos implementada, que considera cuatro etapas a seguir y fomenta tres habilidades de forma transversal.

La ruta planteada es no lineal por lo que se repite hasta llegar a una solución o respuesta completa y satisfactoria. Esto es así porque el aprendizaje es un proceso interactivo que nos permite evaluar críticamente los pasos realizados y tomar las mejores decisiones para mejorar el trayecto. La persona docente actúa como guía y es quien inicia el proceso al plantear desafíos actuales, auténticos (relevantes para el alumnado, basados en su contexto personal o profesional) y apropiados (al nivel de conocimiento y desarrollo emocional).

Figura 1.

Ruta de aprendizaje basado en proyectos (PBL).



- **Desafío:** hace referencia a la pregunta que desafía o estimula. En forma de una propuesta abierta que concreta el objetivo final del proyecto, es el hilo conductor de la experiencia de aprendizaje. Permite observar los diferentes aspectos a tomar en cuenta para solucionar el problema planteado.
- **Logro intelectual:** este criterio observa si el estudiantado aprende, investiga, piensa críticamente y se esfuerza por alcanzar la excelencia para responder a un desafío planteado desde la integración de las disciplinas STEAM.
- **Autenticidad:** hace referencia a la vinculación de que se está aprendiendo en base a aspectos del mundo real, distingue los procesos de aprendizaje y la forma en que el alumnado trabaja en el proyecto, así como su relevancia en el mundo real, e incorpora herramientas técnicas y tecnológicas digitales.

- **Producto público:** establece cómo se comparten y comunican los resultados del aprendizaje con la comunidad y genera actitudes para mejorar el trabajo y profundizar el aprendizaje.
- **Colaboración:** evalúa la habilidad del estudiantado para colaborar y trabajar en equipo, las destrezas para aprender de otros y contribuir a la productividad de las tareas asignadas, si todos comparten un meta común.
- **Gestión de proyectos:** señala cómo se manejan los procesos de planificación y ejecución desde el inicio hasta el final.
- **Reflexión:** investiga si el alumnado reflexiona sobre su trabajo y el aprendizaje adquirido a lo largo del proyecto, consolidando los aprendizajes y valorando cómo les puede ayudar en el futuro.

Cabe resaltar que el o la docente es el diseñador de posibilidades de aprendizaje, plantea desafíos y fomenta la investigación.

La ruta de aprendizaje se implementó mediante el Modelo de Aproximación Sucesiva (SAM), que enfatiza ciclos interactivos de diseño, implementación y evaluación. Este modelo busca no solo comprender la efectividad de la estrategia STEAM en la promoción de habilidades clave para el siglo XXI, sino también identificar posibles mejoras a lo largo del tiempo mediante un análisis sistemático de la implementación.

2.4. Prueba de confiabilidad y validez del cuestionario

El instrumento de evaluación (ver Anexo) se diseñó en base a la ruta de aprendizaje definida en este estudio, y se alineó al marco High Quality Project Based Learning (HQPBL, 2018; Mergendoller, 2018). Este marco promueve la creación de proyectos de alta calidad desde la experiencia del alumnado, con base en teorías educativas y psicológicas contemporáneas. Además, se incluyen los principios de la filosofía de la educación STEAM y las habilidades del siglo XXI, asegurando un enfoque integral para evaluar el impacto de la estrategia didáctica.

La validación del cuestionario se realizó en tres niveles complementarios: validez de contenido, validez empírica y validez del constructo. Para la validez de contenido se conformó un panel de 11 expertos en educación, tecnologías educativas y formación dual, provenientes de diversas universidades de Latinoamérica y España. Los expertos fueron contactados mediante correo institucional y colaboraron a través de la plataforma en línea LimeSurvey, donde accedieron al cuestionario y completaron una matriz de validación. Esta incluía categorías como claridad, pertinencia, enfoque, neutralidad y adecuación del lenguaje al perfil de los participantes. Este proceso incluyó una revisión inicial de los ítems del cuestionario, seguida de una retroalimentación estructurada para garantizar su alineación con los objetivos del estudio y su validez teórica.

A continuación, se aplicó una prueba piloto con un subconjunto de la población objetivo (n=20). El procedimiento incluyó observación directa de las respuestas, retroalimentación oral y escrita sobre la claridad de los ítems y análisis preliminar de coherencia interna. Esta fase permitió verificar la comprensión, eliminar ambigüedades y ajustar el orden de los ítems. El cuestionario evalúa seis criterios: Desafío y logro intelectual, Autenticidad, Producto público, Colaboración, Gestión de proyectos y Reflexión. Cada criterio está diseñado para proporcionar una evaluación comprensiva y multifacética del impacto de la estrategia didáctica implementada. El nivel de percepción del

estudiantado fue medido mediante una escala de Likert de cinco puntos, donde 1 correspondía a Totalmente en desacuerdo y 5 a Totalmente de acuerdo.

Para evaluar la estructura interna del instrumento, se realizó un análisis factorial exploratorio mediante componentes principales. Este análisis reveló agrupaciones coherentes con las dimensiones teóricas propuestas. Para garantizar la confiabilidad del instrumento, se calculó el alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0,89, lo que indica una consistencia interna alta y aceptable.

2.5. Análisis de datos

Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva, seguida del análisis inferencial mediante pruebas paramétricas como ANOVA. Esto se hizo para garantizar que los resultados fueran generalizables más allá de la población estudiada y brindar una base sólida para futuras investigaciones en otros contextos educativos. Esta técnica estadística permite identificar las variables que influyen en la variación de la ejecución de la estrategia implementada y asigna la contribución de cada indicador. ANOVA ofrece conclusiones claras sobre las diferencias encontradas a lo largo de los diferentes semestres.

Además, se utilizó el método de Tukey HSD (Honest Significant Difference) como complemento para realizar comparaciones múltiples entre las medias de los semestres, brindando una visión más detallada de las diferencias significativas.

Dado que el instrumento utilizó una escala de tipo Likert de 5 puntos, se asumió un nivel de medición de intervalos solo después de verificar los supuestos necesarios para el uso de pruebas paramétricas. Aunque las escalas de tipo Likert son ordinales por naturaleza, existe el consenso metodológico de que puede tratarse como intervalos si se cumplen tres condiciones: (1) suma de ítems múltiples, (2) tamaño de la muestra suficiente y (3) supuestos de normalidad y homocedasticidad.

La prueba de normalidad test de Shapiro-Wilk mostró que los datos del postest se ajustaban a una distribución normal, mientras que el pretest presentaba asimetría. En relación con la homocedasticidad, se realizó la prueba de Levene, cuyos resultados confirmaron la igualdad de varianza entre los grupos semestrales. Para fortalecer la interpretación práctica de los resultados se calculó el tamaño del efecto (η^2), el cual fue moderado, lo que indica que la variabilidad observada puede atribuirse a la intervención y no al azar. En el análisis de datos estadísticos se hizo uso de herramientas informáticas como Python para la creación de figuras claras y representativas de los resultados.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los 104 estudiantes a lo largo de los cuatro periodos académicos (abril 2022 – marzo 2024) se agrupan en torno a las seis dimensiones relacionadas con el modelo del aprendizaje basado en proyectos STEAM: desafío y logro intelectual, autenticidad, producto público, colaboración, gestión de proyectos y reflexión. El análisis estadístico mediante ANOVA y Tukey HSD revela las diferencias significativas entre semestres.

En la Tabla 1 se detalla la distribución de respuestas por semestre:

Tabla 1.
Distribución de respuestas por semestre

	Abril 2022 - septiembre 2022	Octubre 2022 - marzo 2023	Abril 2023 - septiembre 2023	Octubre 2023 - marzo 2024	Total
F	24	30	35	15	104
%	23%	29%	34%	14%	100%

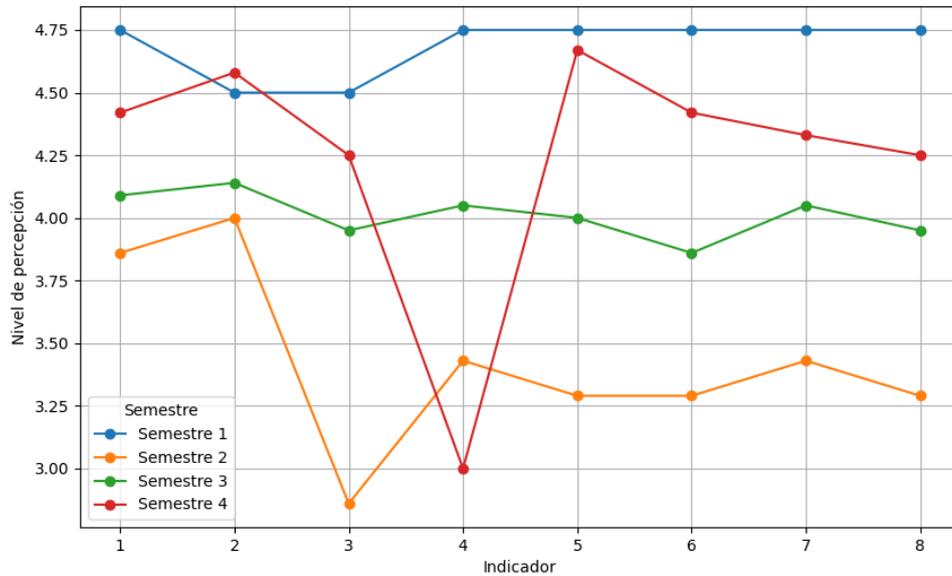
3.1. Dimensión Desafío y Logro intelectual

Esta dimensión evalúa cómo el estudiantado enfrenta y supera los desafíos educativos. En este contexto el estudiantado desarrolla y ejercita conocimientos, habilidades y comportamientos específicos en proyectos STEAM (ver Figura 2). Los resultados revelan una valoración alta y constante para esta dimensión. El indicador (1) Definir un objetivo concreto para abordar un desafío en el desarrollo de tu proyecto puede ser proceso desafiante, presenta una leve disminución en el semestre 2, seguida de una recuperación en los semestres posteriores. El enfoque de un proyecto que integra áreas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) (2) promueve soluciones diversas. A lo largo del proyecto, los y las estudiantes se centran en explorar y comprender a fondo los conceptos, conocimientos y habilidades fundamentales necesarias para cumplir su objetivo (5). Durante el desarrollo de proyecto exploran la interdisciplinariedad entre áreas STEAM para la resolución de problemas (6). Experimentan el aprendizaje como una oportunidad para la investigación profunda, respaldado por el docente, potenciando habilidades STEAM, y alcanzando el éxito tanto en el aprendizaje como en la ejecución del proyecto (7), y se comprometen a completar el proyecto siguiendo los más altos estándares de calidad, demostrando un compromiso con la excelencia en cada fase del desarrollo (8): se observa una tendencia a la mejora, destacando un desarrollo progresivo en la capacidad del estudiantado para definir objetivos, integrar conocimientos STEAM y comprometerse con estándares de calidad en sus proyectos.

Los indicadores que presentan fluctuaciones específicas a fortalecer son (3) Los ejemplos de resultados obtenidos en proyectos anteriores han contribuido significativamente a la definición de tu propio proyecto, se debe mejorar los ejemplos de proyectos previos. Y (4) En el transcurso del proyecto te involucras en la investigación activa de problemas, preguntas y conflictos, explorando a fondo las complejidades y desafíos relacionados con el tema; mostró que era necesario involucrar a las y los estudiantes más en investigación.

Los resultados indican que el estudiantado percibe el PBL con enfoque STEAM como una práctica efectiva para desarrollar habilidades intelectuales desafiantes. Es necesario tener en cuenta los cambios en los indicadores (3, 4), que reflejan la necesidad de reforzar los ejemplos de resultados obtenidos en proyectos anteriores y métodos de investigación activa.

Figura 2.
Desafío y logro intelectual.



Los resultados ANOVA, valor F: 20.7123 (bastante alto) y valor P: 2.8448e-072 (muy bajo y menor al nivel de significancia de 5%), indican que existen diferencias significativas en la percepción de las y los estudiantes en los diferentes semestres evaluados. Existe evidencia estadística para afirmar que al menos un semestre tiene una media diferente.

Se identifican diferencias mediante comparaciones de los semestres estudiados (valor True) y se revisa el funcionamiento de la estrategia en cada semestre como se muestra en la Tabla 2.

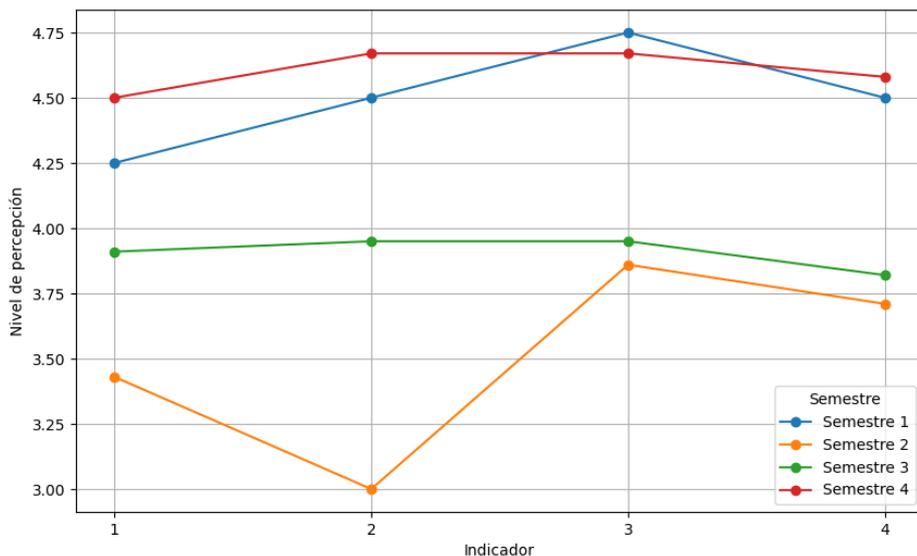
Tabla 2.
Desafío y logro intelectual método de Tukey HSD (*Honest Significant Difference*)

Grupo 1	Grupo 2	meandiff	p-adj	reject
Semestre 1	Semestre 2	-1.2563	0.0	True
Semestre 1	Semestre 3	-0.6762	0.0015	True
Semestre 1	Semestre 4	-0.4475	0.0473	True
Semestre 2	Semestre 3	0.58	0.0068	True
Semestre 2	Semestre 4	0.8088	0.0002	True
Semestre 3	Semestre 4	0.2287	0.5048	False

3.2. Dimensión Autenticidad

Esta dimensión evalúa la conexión de los proyectos en el mundo real y los intereses personales del estudiantado (ver Figura 3). (1) Los proyectos en los que participas tienen impacto fuera del aula y (4) Tomas decisiones con respecto a los temas de proyecto presentan un valor alto. El indicador (2) sobre los proyectos conectados con intereses personales de los y las estudiantes muestran mejora en el tiempo. (3) El uso de herramientas y tecnologías digitales se evalúa positivamente. La fase de autenticidad de los proyectos mejora a lo largo del tiempo, con énfasis creciente en la relevancia personal y el uso de tecnología actual.

Figura 3.
Autenticidad.



El valor estadístico F calculado es 22.1251, y la probabilidad P: 3.5211e-05 es menor que 0.05, lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre algunos de los valores de los semestres analizados. El análisis de las comparaciones confirma que no existen diferencias entre los semestres (ver Tabla 3).

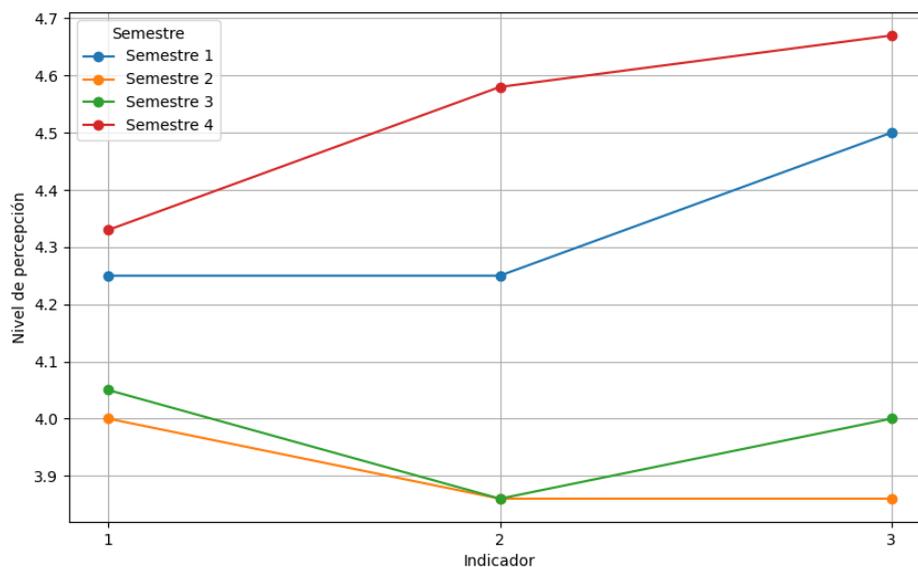
Tabla 3.
Autenticidad logro intelectual método de Tukey HSD (Honest Significant Difference)

Grupo 1	Grupo 2	meandiff	p-adj	reject
Semestre 1	Semestre 2	-1.0	0.0002	True
Semestre 1	Semestre 3	-0.5925	0.0118	True
Semestre 1	Semestre 4	0.105	0.9055	False
Semestre 2	Semestre 3	0.4075	0.092	False
Semestre 2	Semestre 4	1.105	0.0001	True
Semestre 3	Semestre 4	0.6975	0.0037	True

3.3. Dimensión Producto Público

Esta dimensión mide cómo los y las estudiantes comparten su trabajo con la comunidad educativa y reciben retroalimentación (ver Figura 4). El indicador (1) El compartir el trabajo con compañeros y recibir comentarios constructivos, a pesar de una caída en el semestre 2, se recupera en los semestres posteriores. (2) La presentación de trabajos a las audiencias externas mejoró significativamente en el último semestre; aumentan la confianza y las habilidades de presentación. El indicador (3) Los y las estudiantes perciben que el compartir y recibir retroalimentación sobre su trabajo les permite mejorar sus productos y fomentan la habilidad de comunicación, muestra recuperación y mejora continua.

Figura 4.
Producto público.



Los resultados ANOVA presentan el valor $F=15.4144$, probabilidad p menor a 0.0010. Estos valores revelan diferencias significativas en varios semestres y el valor p bajo indica que es improbable que las diferencias sean producto del azar. En la Tabla 4 se detallan los cambios.

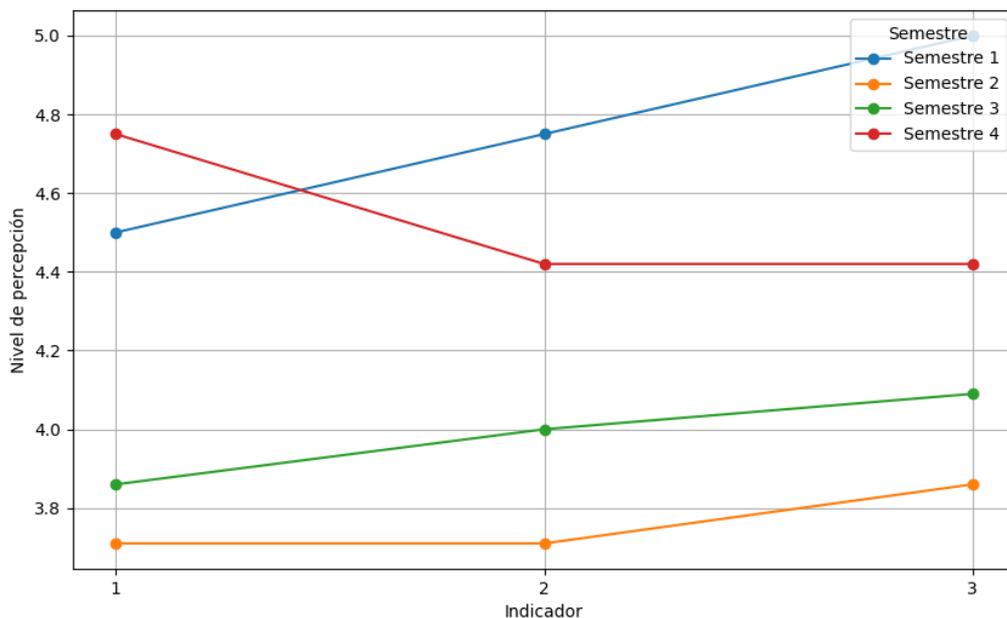
Tabla 4.
Producto publico método de Tukey HSD (Honest Significant Difference)

Grupo 1	Grupo 2	meandiff	p-adj	reject
Semestre 1	Semestre 2	-0.4267	0.0165	True
Semestre 1	Semestre 3	-0.3633	0.0374	True
Semestre 1	Semestre 4	0.1933	0.3336	False
Semestre 2	Semestre 3	0.0633	0.9309	False
Semestre 2	Semestre 4	0.62	0.0018	True
Semestre 3	Semestre 4	0.5567	0.0035	True

3.4. Dimensión Colaboración

Esta dimensión evalúa la capacidad del estudiantado para trabajar en equipo y liderar proyectos (ver Figura 5). Los indicadores considerados son: (1) El trabajo en equipo para tareas complejas mejora notablemente en el tiempo. (2) La efectividad en roles de liderazgo y como miembro de equipo mostró tendencias positivas. (3) Colaborar con mentores y expertos fortaleciendo su capacidad para colaborar en entornos diversos y multidisciplinarios. Estos indicadores presentan la siguiente tendencia: el indicador 1 presenta una notable recuperación en el último semestre después de un descenso en los periodos intermedios, mientras que los indicadores 2 y 3 muestran un patrón de recuperación y mejora constante.

Figura 5.
Colaboración.



Los resultados ANOVA, con valor F alto 21.3633 y el valor de p 0.0004, revelan diferencias significativas, validándose así las diferencias estadísticamente. La Tabla 5 identifica específicamente qué pares de semestres tienen diferencias.

Tabla 5.
Colaboración método de Tukey HSD (Honest Significant Difference)

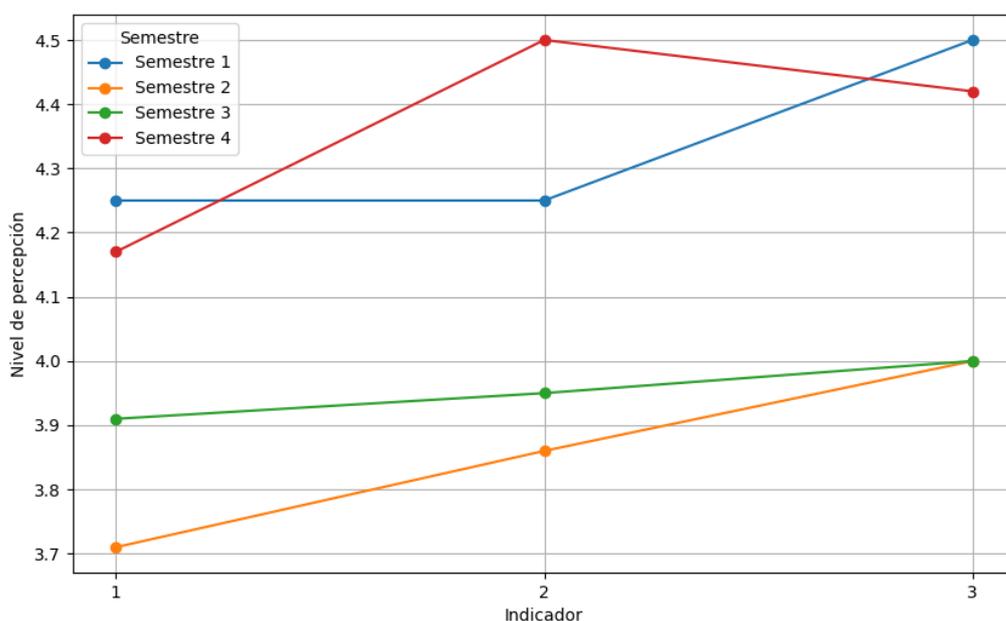
Grupo 1	Grupo 2	meandiff	p-adj	reject
Semestre 1	Semestre 2	-0.99	0.0005	True
Semestre 1	Semestre 3	-0.7667	0.0028	True
Semestre 1	Semestre 4	-0.22	0.4509	False
Semestre 2	Semestre 3	0.2233	0.4392	False
Semestre 2	Semestre 4	0.77	0.0027	True
Semestre 3	Semestre 4	0.5467	0.0198	True

3.5. Dimensión Gestión del proyecto

Esta dimensión mide la habilidad de los y las estudiantes para gestionar proyectos y el uso de herramientas tecnológicas (ver Figura 6). Los indicadores (1) La gestión eficiente de equipos y cumplimiento de plazo mejora a lo largo del tiempo y (2) El uso de herramientas y estrategias de gestión de proyectos, mejoraron, mostrando una tendencia positiva. Al mismo tiempo, la afirmación de (3) Aplicas métodos creativos, mejora notablemente. El indicador 1 presenta una ligera disminución en el semestre 2 y 3, pero mejora en el semestre 4. Los indicadores 2 y 3 revelan una constante mejora.

Figura 6.

Gestión del proyecto.



Dado que el valor p bajo 0.0034 es menor que el nivel de significancia 0.05, y F alto 10.9700, se revelan diferencias significativas en los diversos semestres a lo largo del tiempo. La Tabla 6 muestra las diferentes comparaciones en los semestres.

Tabla 6.

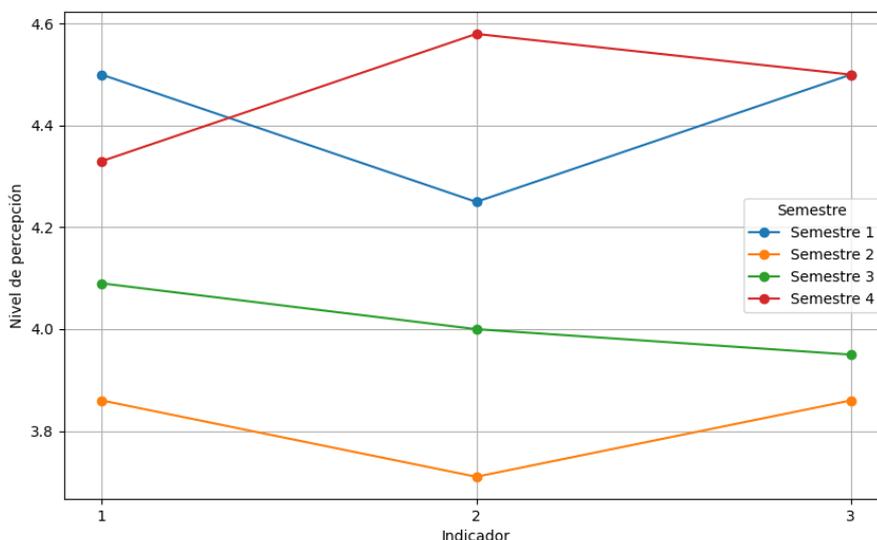
Gestión del proyecto método de Tukey HSD (Honest Significant Difference)

Grupo 1	Grupo 2	meandiff	p-adj	reject
Semestre 1	Semestre 2	-0.4767	0.0111	True
Semestre 1	Semestre 3	-0.38	0.0362	True
Semestre 1	Semestre 4	0.03	0.9925	False
Semestre 2	Semestre 3	0.0967	0.8185	False
Semestre 2	Semestre 4	0.5067	0.0078	True
Semestre 3	Semestre 4	0.41	0.0249	True

3.6. Dimensión Reflexión

Esta dimensión evalúa la capacidad del estudiantado para reflexionar críticamente sobre su trabajo (ver Figura 7). El indicador (1) Desarrollas la habilidad para evaluar críticamente tu propio trabajo y el de otros, presenta una ligera disminución en el semestre 2, que se recupera en los semestres posteriores. El ítem (2) La participación en procesos de reflexión como herramienta tiende a mejorar y muestra un aumento constante. (3) La utilización de la reflexión para mejorar acciones futuras se incrementa en cada periodo de implementación. La reflexión es valorada alta por el estudiantado, que indica que mejora su capacidad de autocrítica y aplicación de aprendizajes previos para mejorar acciones futuras.

Figura 7.
Reflexión



El análisis revela diferencias significativas en la percepción de los y las estudiantes sobre la reflexión crítica entre varios periodos, ya que el valor de probabilidad asociada es 0.0002, menor al 0.05. En la Tabla 7 se identifican específicamente los pares de semestres que tienen diferencias.

Tabla 7
Reflexión método de Tukey HSD (Honest Significant Difference)

Grupo 1	Grupo 2	meandiff	p-adj	reject
Semestre 1	Semestre 2	-0.6067	0.0007	True
Semestre 1	Semestre 3	-0.4033	0.0094	True
Semestre 1	Semestre 4	0.0533	0.9335	False
Semestre 2	Semestre 3	0.2033	0.1935	False
Semestre 2	Semestre 4	0.66	0.0004	True
Semestre 3	Semestre 4	0.4567	0.0045	True

3.7. Interpretación de fluctuaciones observadas

Los resultados obtenidos revelan fluctuaciones en la percepción de las dimensiones de colaboración, reflexión y gestión de proyectos. Estas variaciones evidenciadas mediante ANOVA y pruebas post hoc de Tukey HSD sugiere que la implementación de las estrategia PBL-STEAM no ocurre en un vacío, sino que esta influenciada por diversos factores contextuales, organizativos y personales.

En el caso de la dimensión de colaboración, la disminución registrada durante el segundo semestre podría ser el reflejo de la curva de aprendizaje inherente a la adopción del nuevo enfoque metodológico, así como del necesidad de ajustar las expectativas y roles en los equipos de trabajo. La introducción de la robótica educativa y el trabajo interdisciplinar plantea un desafío que requiere un proceso gradual de adaptación. Las dificultades para establecer un lenguaje común, la falta de experiencia en la gestión de proyectos colaborativos y la heterogeneidad de las competencias previas del estudiantado pueden haber contribuido a esta disminución temporal.

Por otro lado, la recuperación y posterior consolidación de esta dimensión en el cuarto semestre podría atribuirse a una mayor internalización de las prácticas colaborativas, un uso más fluido de las herramientas tecnológicas de apoyo y una madurez en la coordinación de tareas. En este punto, la experiencia acumulada por el profesorado y el ajuste progresivo en la planificación parecen haber generado un entorno más propicio para el aprendizaje cooperativo.

De forma similar, la dimensión de gestión de proyectos presenta una evolución marcada por estas dinámicas. Las oscilaciones pueden estar relacionadas con la transición desde la fase inicial de descubrimiento hacia etapas posteriores de mayor sistematización y claridad de objetivos. Esta progresión evidencia que el modelo PBL-STEAM no es estático, sino que responde activamente a las características del grupo y las mejoras iterativas introducidas en la docencia.

Estas interpretaciones enriquecen la comprensión del impacto de la estrategia didáctica en contextos reales, resaltando que las fluctuaciones no son aleatorias, sino manifestaciones de un proceso dinámico de ajuste y apropiación. Así, se confirma la pertinencia del enfoque IBD adoptado en este estudio, que permite identificar y atender las necesidades emergentes en tiempo real, reforzando la validez ecológica y la relevancia pedagógica de los resultados.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El estudio confirma la efectividad de la estrategia didáctica de aprendizaje basado en proyectos (PBL) mediada por la robótica educativa en el marco STEAM para desarrollar habilidades del siglo XXI. Los hallazgos muestran que el estudiantado percibe esta estrategia como un método valioso para conectar la teoría con la práctica y para fomentar habilidades como el pensamiento crítico, resolución de problemas, la creatividad e innovación, colaboración, gestión de proyectos, autogestión y comunicación efectiva. Estos resultados cumplen con el objetivo de explorar el impacto de esta metodología en el contexto universitario.

El estudio revela una apreciación positiva de la experiencia de aprendizaje teórico – práctica contextualizada a las realidades del estudiantado. Esta valoración se debe a que les permite explorar, conocer y comprender de manera directa el mundo real, dando mayor significado y relevancia al aprendizaje (Juandi et al., 2021). Como lo indica Dewey (1995), el aprendizaje se consolida como un proceso continuo y significativo cuando las y los estudiantes participan en tareas auténticas alineadas con la demanda del entorno profesional.

La investigación analizó la estrategia en términos de desarrollo del proceso de aprendizaje y el fomento de habilidades en seis dimensiones, en cuatro periodos (abril 2022 – marzo 2024). Los hallazgos muestran una valoración alta y constante, y se destaca que el estudiantado encuentra desafiante pero factible definir objetivos concretos en un proyecto STEAM. Además, resalta la interdisciplinariedad para la promoción de soluciones diversas y la investigación se convierte en un pilar básico para la adquisición de conocimiento. Esto es consistente con estudios previos que señalan la efectividad del PBL en la promoción de habilidades críticas y creativas (Andini y Rusmini, 2022; Sasson et al., 2018).

Se confirma una mejora constante a lo largo del tiempo en la dimensión de autenticidad, ya que el alumnado distingue la conexión entre las actividades del proyecto y su aplicación en el mundo real mediante la interacción continua entre el individuo y su entorno (Sarathy, 2018). Aprecian la libertad para tomar sus propias decisiones, lo que es un elemento crucial para el aprendizaje.

La percepción de la dimensión Producto Público mejoró en cada semestre. La presentación de trabajos a audiencias externas y la retroalimentación constructiva entre pares muestran que el estudiantado desarrolló las habilidades de comunicación esenciales para la presentación y defensa de los proyectos y mejoró su confianza. Estas resultan habilidades esenciales para satisfacer las necesidades del mercado laboral del siglo XXI (Torres y José, 2021).

La mejora en la capacidad del estudiantado para trabajar en equipo, en roles de liderazgo y la colaboración en entornos diversos fue evidente. Ordóñez (2006) destaca la importancia del aprendizaje cooperativo en el desarrollo de habilidades sociales y de liderazgo, lo cual es consistente con los hallazgos.

El alumnado demostró mejoras continuas a lo largo del tiempo en la gestión eficiente de equipos, cumplimiento de plazos y uso de herramientas de gestión de proyectos. Se fomentaron habilidades organizativas y de liderazgo. Según Kokotsaki et al. (2016), la gestión efectiva de proyectos es un componente clave del PBL, que ayuda al estudiantado a desarrollar habilidades esenciales para el éxito profesional.

La capacidad del alumnado para reflexionar críticamente sobre su trabajo mejoró. Esto indica un desarrollo en la autocrítica constructiva. Las diferencias entre los semestres resaltan la importancia de incluir espacios de reflexión. Dewey (1995) enfatiza la reflexión como un componente crítico del aprendizaje de la experiencia, que permite al estudiantado consolidar su aprendizaje y mejorar sus prácticas futuras.

La implementación de la estrategia didáctica PBL mediada por la robótica educativa con enfoque STEAM ha sido ajustada a lo largo de varios ciclos, haciendo uso de la IBD. Esta permitió mejorar la experiencia de aprendizaje y dio la oportunidad de fortalecer la consistencia y calidad de esta, ya que la IBD surge como propuesta para que la investigación educativa tenga mayor impacto en el sistema educativo, a partir de sus productos de diseño, en este caso una estrategia didáctica (De Benito y Salinas, 2016).

4.1. Limitaciones del estudio

Aunque los resultados son alentadores, este estudio tiene algunas limitaciones, como el número de estudiantes ($n=104$) de una única universidad, que restringe la generalización de los hallazgos. También existe riesgo de sesgo en la percepción de los participantes al depender exclusivamente de este método. Por otro lado, no se contrastaron los resultados con otros modelos educativos o contextos, lo que impide evaluar cómo la estrategia de aprendizaje basado en proyectos STEAM se desempeña frente a otras estrategias.

4.2. Futuras líneas de investigación

A partir de los hallazgos se identifican varias direcciones para investigaciones futuras. Se considera incorporar una muestra más amplia y diversa, incluir estudiantes de diferentes carreras, universidades y países, para validar y ampliar los resultados. Asimismo, se podrían explorar métodos de evaluación complementarios, incorporar la observación directa y el análisis de los productos finales de los proyectos para obtener una visión completa. También se podría evaluar la efectividad del aprendizaje basado en proyectos mediado por robótica frente a otras metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas. Finalmente, se podría considerar el diseño de un abanico más amplio de estrategias educativas STEAM.

4.3. Contribuciones al campo educativo

Este trabajo contribuye al campo de la educación superior al proporcionar herramientas que permitan la implementación de proyectos STEAM en entornos educativos diversos. Se diseñó y validó un cuestionario ad hoc y se demostró que la estrategia de aprendizaje basado en proyectos STEAM no solo facilita el aprendizaje interdisciplinario, sino que también prepara a los y las estudiantes para los desafíos del mercado laboral del siglo XXI.

La estrategia didáctica de aprendizaje basado en proyectos (PBL) mediada por robótica educativa, aplicada desde el modelo STEAM, ha demostrado ser una herramienta poderosa para promover un aprendizaje significativo, interdisciplinario y orientado a resolución de problemas en contextos reales. Se ofrece una evidencia longitudinal sobre cómo se comportan los indicadores a lo largo del tiempo, proporcionando una base empírica para la toma de decisiones pedagógicas en contextos de educación superior.

5. ENLACES

<https://innovasteam.org/>

6. ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio ha prestado especial atención a las cuestiones éticas, garantizando que los derechos y la privacidad de los participantes fueran protegidos en todo momento. Previo a la recopilación de datos, se proporcionó a los participantes un consentimiento informado por escrito que incluía información detallada sobre los objetivos del estudio, los procedimientos a seguir. El consentimiento siempre garantizó el anonimato y la confidencialidad de sus datos. Los participantes tuvieron la oportunidad de leer detenidamente el documento, hacer preguntas o aclarar dudas y su participación fue voluntaria.

7. FINANCIACIÓN O RECONOCIMIENTOS

Este estudio no recibió financiación externa ni institucional. Todas las actividades de diseño, implementación, análisis y redacción fueron realizadas por las autoras de manera independiente, asegurando la autonomía en cada etapa del proceso de investigación.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado Orozco, J. C. (2016). Estrategias Didácticas y aprendizaje de las Ciencias Sociales. *Revista Científica Estelí*, 17, 65–80. <https://doi.org/10.5377/FAREM.V0117.2615>
- Andini, S., y Rusmini, R. (2022). Project-based learning model to promote students critical and creative thinking skills. *Jurnal Pijar Mipa*, 17(4), 525–532. <https://doi.org/10.29303/JPM.V17I4.3717>
- Caprano, R. M., Capraro, M. M., y Morgan, J. R. (2013). *STEM Project-Based Learning. An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Sense Publishers.
- Chen, Y., y Dong, Z. (2024). Students' Psychological Analysis for Classroom Teaching Strategies of Art Songs Based on STEAM Education. *Sustainability*, 16(1), 323. <https://doi.org/10.3390/SU16010323>

- De Benito, B., y Salinas, J. M. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa (RIITE)*, 44–59. <https://doi.org/10.6018/riite/2016/260631>
- Dewey, J. (1995). *Democracia y educación: Una introducción a la filosofía de la educación* (Tercera edición). Morata.
- Dewey, J. (2004). *Experiencia y educación*. Biblioteca Nueva.
- Glushkova, T., Gurba, K., Hug, T., Morze, N., Noskova, T., y Smyrnova-Trybulska, E. (2022). New technologies in personalisation of STEM and STEAM education – international context. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 32(5), 591–615. <https://doi.org/10.1504/IJCEELL.2022.125730>
- González Fernández, M. O. (2021). *Robótica Educativa. Una perspectiva didáctica en el aula* (Primera edición). Astra Ediciones.
- Grant, M. M. (2011). Learning, Beliefs, and Products: Students' Perspectives with Project-based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 5(2), 6. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1254>
- Guilford, J. P. (1950). CREATIVITY. *American Psychologist*, 5(9), 444–454. <https://doi.org/10.1037/h0063487>
- Hanif, S., Fany, A., Wijaya, C., y Winarno, N. (2019). Enhancing Students' Creativity through STEM Project-Based Learning. *Journal of Science Learning*, 2(2), 50–57. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i2.13271>
- Herro, D., Quigley, C., Andrews, J., y Delacruz, G. (2017). Co-Measure: developing an assessment for student collaboration in STEAM activities. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0094-z>
- HQPBL. (2018). *Aprendizaje Basado en Proyectos de alta calidad*. <https://hqpbl.org/>
- Hussein, B. (2021). Addressing Collaboration Challenges in Project-Based Learning: The Student's Perspective. *Education Sciences*, 11(8), 434. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI11080434>
- Hussin, H., Jiea, P. Y., Rosly, R. N. R., y Omar, S. R. (2019). Integrated 21st century science, technology, engineering, mathematics (STEM) education through robotics project-based learning. *Humanities and Social Sciences Reviews*, 7(2), 204–211. <https://doi.org/10.18510/hssr.2019.7222>
- Juandi, D., Kusumah, Y. S., -, al, Nurhidayah, I. J., Wibowo, F. C., y Astra, I. M. (2021). Project Based Learning (PjBL) Learning Model in Science Learning: Literature Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019(1), 012043. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012043>
- Khanlari, A. (2016). Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education*, 41(3), 320–330. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056106>
- Khushk, A., Zhiying, L., Yi, X., y Zengtian, Z. (2023). Technology Innovation in STEM Education: A Review and Analysis. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 19, 29–51. <https://doi.org/10.46661/ijeri.7883>
- Kokotsaki, D., Menzies, V., y Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Lang, L. (2021). Research on Design Method of Children's Teaching Assisted Toys Based on STEAM Education. *Open Journal of Social Sciences*, 9(9), 628–635. <https://doi.org/10.4236/JSS.2021.99046>
- Li, X., y Li, Y. (2023). Individualized and Innovation-Centered General Education in a Chinese STEM University. *Education Sciences*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/educsci13080846>

- Mergendoller, J. R. (2018). *Defining High Quality PBL: A Look at the Research*. <https://hqpl.org/>
- Mohammed, H. J., y Daham, H. A. (2020). Analytic Hierarchy Process for Evaluating Flipped Classroom Learning. *Computers, Materials y Continua*, 66(3), 2229–2239. <https://doi.org/10.32604/CMC.2021.014445>
- Morales, M. P. E., Mercado, F., Avilla, R., Palisoc, C., Palomar, B., Sarmiento, C., Butron, B., y Ayuste, T. O. (2021). Teacher Professional Development Program (TPDP) for Teacher Quality in STEAM Education. *International Journal of Research in Education and Science*, 7(1), 188–206. <https://doi.org/10.46328/IJRES.1439>
- OECD. (2023). *Building the future of education 2030*. <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
- Ordóñez, C. L. (2006). Pensar pedagógicamente, de nuevo, desde el constructivismo. *Revista Ciencias de La Salud*, 4, 14–23. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56209903>
- Piaget, J. (1970). *Epistemología genética y equilibración*. Editorial Fundamentos.
- Reeves, T. C., Herrington, J., y Oliver, R. (2005). Design Research: A socially responsible approach to instructional technology research in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 16(2), 96–115. <https://doi.org/10.1007/BF02961476>
- Sanches, J. J., Ferreira, P. C. D. D., Correa De Oliveira, R., Sanches, A. E., Silva Parente, R., Oliveira Bezerra, I. F., y Brito Júnior, J. de A. (2019). Active Methodologies: From text to context - A Possible Approach. *International Journal for Innovation Education and Research*, 7(7), 267–280. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol7.iss7.1608>
- Sarathy, V. (2018). Real world problem-solving. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 300338. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00261>
- Sasson, I., Yehuda, I., y Malkinson, N. (2018). Fostering the skills of critical thinking and questioning in a project-based learning environment. *Thinking Skills and Creativity*, 29, 203–212. <https://doi.org/10.1016/J.TSC.2018.08.001>
- Simonton, K. L., Layne, T. E., y Irwin, C. C. (2021). Project-based learning and its potential in physical education: an instructional model inquiry. *Curriculum Studies in Health and Physical Education*, 12(1), 36–52. <https://doi.org/10.1080/25742981.2020.1862683>
- Sukmawati, E., Didik, N., Imanah, N., y Rantauni, D. A. (2023). Implementation and challenges of project-based learning of STEAM in the university during the pandemic: A systematic literature review. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 9(1), 128–139. <https://doi.org/10.22219/JINOP.V9I1.25177>
- Toala Zambrano, D. J., Loor Mendoza, C. E., y Pozo Camacho, M. J. (2018). Estrategias pedagógicas en el desarrollo cognitivo. En M. R. Tolozano Benítez y R. Arteaga Serrano (coord.), *Memorias del cuarto Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador* (pp. 691-700). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/743196.pdf>
- Torres, G., y José, M. (2021). Competencias profesionales adquiridas en opinión de una muestra de estudiantes universitarios mediante el método de Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP). *Trabajo, Persona, Derecho, Mercado. Revista de Estudios Sobre Ciencias Del Trabajo y Protección Social*, 4, 33–64. <https://doi.org/10.12795/TPDM.2021.14.04>
- Vilhete, J., D'abreu, V., Orlando, K., y Condori, V. (2017). Educación y Robótica Educativa. *Tecnologías En Educación. RED. Revista de Educación a Distancia*, 54. <https://doi.org/10.6018/red/54/11>
- Villán-Vallejo, A., Zitouni, A., García-Llamas, P., Fernández-Raga, M., Suárez-Corona, A., y Baelo, R. (2022). Soft Skills and STEM Education: Vision of the European University EURECA-PRO. *BHM Berg-Und Hüttenmännische Monatshefte*, 167(10), 485–488. <https://doi.org/10.1007/s00501-022-01275-7>

Vygotsky, L. S. (2009). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Editorial Crítica.

Walton, H. (2022). *Pensamiento Crítico*. PublishDrive.

INFORMACIÓN SOBRE LOS AUTORES

Fanny Soraya Zúñiga-Tinizaray

Universidad Nacional de Loja

Ingeniera en Informática y especialista en Gestión de Proyectos, con un máster en Educación a Distancia. Experiencia profesional en el ámbito informático en funciones en gestión de proyectos tecnológicos, así como en la implementación, análisis, diseño y construcción de sistemas, levantamiento de procesos administrativos y su automatización. En la ámbito académico ejerce labores como docente en la Universidad Nacional de Loja (Ecuador) y coordinadora de Grupo de investigación en ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas – GISTEAM, contribuyendo en la consolidación de líneas interdisciplinarias vinculadas al enfoque STEAM y la integración de tecnologías digitales en procesos educativos. Principales líneas de investigación: incluyen el desarrollo de habilidades del siglo XXI, educación STEAM, y la integración de metodologías activas en entornos educativos. Enlaces: <https://innovasteam.org/about/> <https://unl.edu.ec/investigacion/grupos-investigacion/gisteam>

Victoria I. Marín Juarros

Universitat de Lleida

Investigadora Ramón y Cajal en el Departamento de Ciencias de la Educación de la Universidad de Lleida y miembro del grupo de investigación consolidado de la Generalitat de Catalunya Competencias, Tecnología y Sociedad en Educación (COMPETECS, 2021 SGR 01360) de la misma universidad. Doctora con mención europea en Tecnología Educativa por la Universidad de las Islas Baleares (UIB) (2014). Investigadora colaboradora del Grupo de Tecnología Educativa (GTE) de la UIB, afiliado al Instituto de Investigación e Innovación Educativa (IRIE, Palma) y miembro del Center for Open Education Research (COER) de la Universidad de Oldenburg (Alemania), en cuya universidad también trabajó como investigadora postdoctoral anteriormente. Principales líneas de investigación: competencia digital (crítica) y alfabetización en datos (personales), cuestiones culturales y éticas de la tecnología educativa, entornos personales de aprendizaje (PLE), agencia del estudiante y del docente y prácticas educativas abiertas. Enlaces: <https://vmarinj.wordpress.com/> / <https://competecs.udl.cat/miembros/victoria-marin/>



Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

ANEXO

Dimensión Desafío y Logro Intelectual:

1. Definir un objetivo concreto para abordar un desafío en el desarrollo de tu proyecto puede ser proceso desafiante, aunque factible.
2. El enfoque de un proyecto que integra áreas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) promueve soluciones diversas.
3. Los ejemplos de resultados obtenidos en proyectos anteriores han contribuido significativamente a la definición de tu propio proyecto.
4. En el trascurso del proyecto te involucras en la investigación activa de problemas, preguntas y conflictos, explorando a fondo las complejidades y desafíos relacionados con el tema.
5. A lo largo del proyecto, te centras en explorar y comprender a fondo los conceptos, conocimientos y habilidades fundamentales necesarias para cumplir tu objetivo.
6. Durante el desarrollo de proyecto exploras la interdisciplinariedad entre áreas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) para la resolución de problemas.
7. Experimentas el aprendizaje como una oportunidad para la investigación profunda, respaldado por el docente, potenciando habilidades STEAM, para alcanzar el éxito tanto en el aprendizaje como en la ejecución del proyecto.
8. Te comprometes a completar el proyecto siguiendo los más altos estándares de calidad, demostrando un compromiso con la excelencia en cada fase del desarrollo.

Dimensión Autenticidad:

1. En el proyecto, participas en trabajos que tienen impacto o se conectan con el mundo más allá del aula.
2. El proyecto se relaciona con tus intereses e inquietudes personales.
3. En el proyecto utilizas herramientas, técnicas y/o tecnologías digitales, empleadas en el mundo más allá del entorno académico.
4. Tomas decisiones con respecto a los temas del proyecto, actividades a realizar y/o los productos a desarrollar.

Dimensión Producto Público:

1. Compartes tu trabajo con compañeros, docentes y otras personas para recibir comentarios, buscando activamente comentarios constructivos.
2. Presentas tu trabajo y compartes tu aprendizaje a tus compañeros y con audiencias externas al aula.
3. Recibes comentarios y/o dialogas con la audiencia a la que presentas el proyecto, aprovechando los comentarios para mejorar y perfeccionar el trabajo presentado.

Dimensión Colaboración:

1. Trabajas en equipos para completar tareas complejas.

2. Aprendes a desempeñarte como miembro y líder efectivo del equipo al reconocer y aprovechar las habilidades individuales de cada integrante.

3. Adquieres habilidades para trabajar con mentores, expertos, miembros de la comunidad, empresas y organizaciones, fortaleciendo tu capacidad para colaborar en entornos diversos y multidisciplinarios.

Dimensión Gestión del Proyecto:

1. Gestionas de manera eficiente tanto a ti mismo como a tu equipo a lo largo de las diferentes fases del proyecto, asegurándote de cumplir con los plazos y objetivos establecidos.

2. Aprendes a usar herramientas y estrategias para la gestión de proyectos y procesos, optimizando la ejecución y el resultado final.

3. Aplicas de manera adecuada estrategias y métodos creativos centrados en el usuario para abordar desafíos y encontrar soluciones innovadoras.

Dimensión Reflexión:

1. Desarrollas la habilidad de evaluar críticamente tu propio trabajo y el de tus compañeros, identificando áreas de mejora y proponiendo soluciones.

2. Te involucras activamente en procesos de reflexión, escribiendo y participando en discusiones sobre el contenido académico, los conceptos y las habilidades que estás adquiriendo.

3. Haces uso de la reflexión como una herramienta estratégica para mejorar tus acciones, aplicando aprendizajes previos a situaciones futuras.
