

Modelo didáctico basado en robótica educativa con LEGO EV3 para el aprendizaje en ingeniería

Didactic Model Based on Educational Robotics with LEGO EV3 for Engineering Learning

Cristian CASTRO-VARGAS¹

Maritza R. CABANA-CACERES²

¹ Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú. ccastrov@unfv.edu.pe. ORCID: 0000-0002-9696-8635

² Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú. ccastrov@unfv.edu.pe. ORCID: 0000-0002-3442-5950

RESUMEN

Este estudio propone un modelo didáctico basado en el uso del robot LEGO Mindstorms EV3RSTORM y el Aprendizaje Basado en Problemas para fortalecer el aprendizaje en cursos universitarios de robótica e ingeniería. El modelo se aplicó mediante actividades de ensamblaje, programación y pruebas experimentales, evaluadas con un diseño cuasi experimental pre y post intervención. Los resultados evidencian mejoras en competencias técnicas, resolución de problemas y trabajo colaborativo.

Palabras clave: educación stem, robótica educativa, lego mindstorms ev3, aprendizaje basado en problemas, educación en ingeniería

ABSTRACT

This study proposes a didactic model based on the use of the LEGO Mindstorms EV3 robot and Project-Based Learning to strengthen learning in undergraduate robotics and engineering courses. The model was implemented through assembly, programming, and experimental testing activities, evaluated using a quasi-experimental pre- and post-intervention design. The results show improvements in technical competencies, problem-solving skills, and collaborative work among students.

Keywords: education, educational robotics, lego mindstorms ev3, project-based learning, engineering education

Recibido: 30/12/2025

Aprobado: 16/01/2026

Publicado: 30/01/2026

1. INTRODUCCIÓN

La educación en ingeniería enfrenta el desafío de formar profesionales capaces de resolver problemas complejos en entornos tecnológicos dinámicos, lo que exige enfoques pedagógicos que integren de manera efectiva la teoría con la práctica. A nivel global, las áreas STEM representan aproximadamente el 23 % de los graduados universitarios, una proporción que resulta insuficiente frente a la creciente demanda de profesionales con competencias técnicas avanzadas, pensamiento crítico y capacidad de innovación (OEI, 2025; OECD, 2025). Así la educación en ingeniería en América Latina, se tienen aún problemas de aprendizaje debido a que aun los modelos de enseñanza en su mayoría son tradicionales, que se basan en transmisión de contenidos las cuales deben cumplirlas debidos a que están estipulados en los planes curriculares y deben cumplir los sílabos al 100% el contenido en las aulas. Esta situación impacta en el desarrollo de competencias profesionales y ha sido señalada por diversos informes regionales como un desafío pendiente en la formación universitaria en ingeniería (INEI, 2023; OEI, 2025).

Frente a estas limitaciones, se tiene nuevas opciones que son metodologías activas que favorezcan una mejor participación de los estudiantes promoviendo aprendizajes con mayor significado. Entre ellos se tiene estudios centrados en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), muestran que su aplicación en cursos de ingeniería contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, mejora la motivación académica y fortalece la capacidad de resolución de problemas, superando los resultados obtenidos mediante enfoques tradicionales (Tang et al., 2025; Darmawansah et al., 2023). Asimismo, investigaciones en educación superior señalan que el ABP favorece el aprendizaje autónomo y el trabajo colaborativo, competencias relevantes para el desempeño profesional en entornos tecnológicos complejos (d'Escoffier et al., 2024; Omeh, 2025).

Asimismo, se tiene a la robótica educativa como un recurso pedagógico importante dentro de los enfoques STEM, al permitir una mejor comprensión de los conceptos abstractos debido a que son abordados a través de actividades prácticas de diseño, construcción y programación de sistemas robóticos. Estudios de Meta-análisis confirman que la incorporación de robótica educativa en la educación superior beneficia una comprensión conceptual, incrementa el compromiso académico y potencia el desarrollo de habilidades técnicas y cognitivas en estudiantes de ingeniería (Darmawansah et al., 2023; Ouyang & Xu, 2024). Por lo cual estos entornos de aprendizaje facilitan la relación entre teoría y práctica, aspecto crítico en la formación profesional del ingeniero.

Puntualmente, plataformas de robótica educativa como LEGO EV3 han mostrado ser adecuadas para su implementación en contextos universitarios, debido a su construcción didáctica y disposición de sus piezas que contienen sensores, actuadores y unidad de control, generando flexibilidad y distintas posibilidades para el desarrollo de actividades de aprendizaje activo y colaborativo. Evidencia empírica reciente señala que el uso de LEGO EV3, cuando se integra con metodologías como el Aprendizaje Basado en Problemas, contribuye al fortalecimiento de competencias técnicas, habilidades de resolución de problemas y actitudes favorables hacia el aprendizaje en estudiantes de ingeniería (Korte et al., 2025; Ríos Mamani, 2024; Chiluisa, 2025).

Por lo cual el presente estudio propone un modelo didáctico que integra la robótica educativa mediante LEGO EV3 con la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas, con el objetivo de mejorar el aprendizaje de robótica en cursos de ingeniería. El impacto del modelo se evalúa a través de un diseño cuasi-experimental con aplicación de pruebas pre-test y post-test, comparando un grupo de intervención con un grupo que siguió una metodología tradicional, con la finalidad de aportar evidencia empírica reciente sobre la eficacia de enfoques didácticos activos apoyados en robótica educativa.

1.1. Marco teórico

Educación STEM y formación en ingeniería

La educación STEM es un enfoque educativo que permite asociar la digitalización y la tecnología, mediante un aprendizaje orientado a la resolución de problemas y al uso aplicado del conocimiento científico y tecnológico, incorporando habilidades analíticas, creativas y de innovación que resultan relevantes para el ejercicio profesional del ingeniero (Suherman et al., 2025). Así en el ámbito universitario, se tienen diversas investigaciones que han evidenciado que la implementación de proyectos y prácticas STEM

permiten experiencias de aprendizaje contextualizadas a una realidad, asimismo, fortalece competencias investigativas y contribuye a mejorar el desempeño académico de los estudiantes frente a modelos de enseñanza tradicionales que son centrados en la transmisión de contenidos (Armada Pacheco et al., 2025).

Aprendizaje Basado en Problemas como enfoque pedagógico en ingeniería

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una metodología educativa que permite desarrollar las habilidades de los estudiantes debido a que orienta los problemas a hechos reales, lo cual es muy importante para el proceso formativo debido que permite incentivar la indagación, el análisis y el trabajo colaborativo. En el ámbito de la ingeniería, este enfoque resulta muy importante permitiéndolo reproducir dinámicas similares a las que enfrentan los profesionales, donde la identificación y resolución de problemas constituye una competencia central. Investigaciones recientes señalan que el ABP facilita la aplicación de conocimientos teóricos y contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas de mayor nivel, como el pensamiento crítico y la toma de decisiones fundamentadas (d'Escoffier et al., 2024; Calero Romero, 2024). Asimismo, se ha observado un efecto positivo en la motivación del estudiante y en el fortalecimiento de habilidades transversales, entre ellas la comunicación, el liderazgo y la gestión de proyectos, valoradas en el ejercicio profesional de la ingeniería (Omeh, 2025).

Robótica educativa como mediadora del aprendizaje STEM

La robótica educativa viene a ser un recurso pedagógico importante debido a que facilita una rápida comprensión de conceptos abstractos mediante experiencias de aprendizaje prácticas y manipulables. Debido que, a través del diseño, construcción y programación de sistemas robóticos, los estudiantes pueden observar de forma directa los resultados de sus decisiones, lo que favorece el aprendizaje activo y la transferencia del conocimiento teórico a contextos aplicados (De Costa, 2025). En educación superior, su uso se asocia con mejoras en el desarrollo de habilidades técnicas, como la programación y la lógica de control, así como en competencias cognitivas vinculadas al análisis y la resolución de problemas complejos (Zhang et al., 2024). Estudios recientes indican, además, que la robótica educativa incrementa el compromiso académico y la participación estudiantil en contextos universitarios, al facilitar enfoques de aprendizaje activo apoyados en tecnologías digitales (Zamora et al., 2025).

LEGO Mindstorms EV3 en contextos educativos universitarios

LEGO Mindstorms EV3 es una plataforma robótica de carácter educativo, por lo cual está siendo ampliamente utilizada en educación superior debido a su versatilidad y a la posibilidad de integrar sensores, actuadores y programación en actividades didácticas estructuradas. Evidencia en la práctica reciente que la aplicación en cursos de ingeniería favorece un mejor desarrollo del pensamiento computacional, la colaboración y la resolución de problemas, especialmente cuando se incorpora dentro de estrategias de aprendizaje activo y reflexión guiada (Korte et al., 2025). Asimismo, investigaciones en contextos STEM señalan que las actividades basadas en LEGO EV3 contribuyen a mejorar la comprensión conceptual y el interés por el aprendizaje cuando se diseñan tareas integradas que combinan programación, experimentación y análisis crítico (Addido et al., 2023; Pimentel et al., 2025). En el contexto latinoamericano, se ha reportado el uso de sistemas robóticos programables mediante software libre les permite fortalecer las habilidades técnicas y cognitivas a los estudiantes universitarios de ingeniería (Ríos Mamani, 2024).

Integración del ABP y la robótica educativa en la educación en ingeniería

La articulación del Aprendizaje Basado en Problemas con la robótica educativa configura una estrategia pedagógica pertinente para la formación en ingeniería, al vincular la resolución de problemas auténticos con actividades de diseño y programación propias del ámbito profesional. Esta integración permite el desarrollo simultáneo de competencias técnicas y habilidades transversales, permite que al estudiante sea el protagonista de su aprendizaje de manera permanente. Estudios recientes confirman que la combinación de metodologías activas y la robótica educativa favorecen el aprendizaje significativo, la contextualización de los contenidos y el compromiso académico de la educación superior (Ouyang & Xu, 2024; Bai & Tian, 2025). Tang et al. (2025) señalan que la robótica educativa actúa como un mediador

pedagógico que potencia los efectos del ABP en el desarrollo de competencias clave para la formación de ingenieros.

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño del Estudio

El presente estudio desarrollado adopta un diseño cuasi-experimental con enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) (Hernández-Sampieri et al., 2022). El cual esta orientado a evaluar el impacto de un modelo didáctico basado en la robótica educativa con LEGO EV3RSTORM y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la enseñanza de robótica en cursos de ingeniería. Este diseño fue seleccionado debido a la imposibilidad de asignar aleatoriamente a los participantes, condición habitual en contextos educativos reales, permitiendo una comparación válida entre un grupo experimental y un grupo de comparación.

2.2. Participantes y contexto educativo

El estudio se desarrolló con estudiantes de nivel de pregrado pertenecientes a una carrera de ingeniería, seleccionados bajo un diseño cuasi-experimental con grupos de intervención y comparación. La muestra estuvo conformada por un total de 40 estudiantes, distribuidos equitativamente en dos grupos: un grupo experimental que participó en el modelo didáctico basado en LEGO EV3RSTORM con Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), y un grupo de comparación que siguió una metodología tradicional. Las principales características académicas y contextuales de los participantes se presentan en la Tabla 1, la cual permite evidenciar la homogeneidad inicial de ambos grupos y respalda la validez interna del diseño del estudio.

Tabla 1. Características de los participantes del estudio

Característica	Descripción
Nivel académico	Pregrado
Área de estudio	Ingeniería
Número total de estudiantes	40
Grupo de intervención	20 estudiantes
Grupo de comparación	20 estudiantes
Modalidad de trabajo	Trabajo colaborativo en equipos
Conocimientos previos	Programación básica y fundamentos de electrónica

2.3. Modelo didáctico basado en LEGO EV3RSTORM y ABP

El modelo didáctico propuesto se fundamentó en los principios del Aprendizaje Basado en Problemas y en el uso de la robótica educativa como eje articulador del proceso formativo, empleando el kit LEGO EV3RSTORM como recurso pedagógico central. Consiste en plantear problemas asociados al área de ingeniería a cada equipo, para que los estudiantes desarrollen de manera progresiva distintas propuestas de solución, yendo desde la planificación, el diseño, la construcción y la programación de prototipos robóticos funcionales, el trabajo colaborativo y la toma de decisiones técnicas, permitiendo que los estudiantes contrasten sus planteamientos con los resultados obtenidos en cada fase de implementación. Estos planteamientos se encuentran en concordancia con evidencias recientes que destacan la efectividad de la integración del Aprendizaje Basado en Problemas y la robótica educativa en la educación superior (d'Escoffier et al., 2024; Zamora et al., 2025; Korte et al., 2025).

Las fases del modelo, junto con sus actividades principales y propósitos pedagógicos, se presentan de manera sintética en la Tabla 2, facilitando la comprensión del enfoque metodológico aplicado y su alineación con los objetivos del estudio.

Tabla 2. Fases del modelo didáctico basado en LEGO EV3RSTORM y ABP

Fase	Actividades principales	Propósito pedagógico
Fase inicial	Presentación del problema y prueba diagnóstica	Evaluar conocimientos previos
Fase de intervención	Construcción del robot, integración de sensores y programación	Aplicación práctica de conceptos técnicos
Fase de cierre	Prueba post-test y reflexión grupal	Evaluar aprendizaje y consolidar conocimientos

2.4. Procedimiento de implementación

El procedimiento metodológico se desarrolló en tres fases consecutivas:

Fase inicial: Se aplicó una prueba diagnóstica (pre-test) a ambos grupos para evaluar los conocimientos previos en robótica, programación y resolución de problemas. Posteriormente, se explicó el alcance del proyecto y la metodología de trabajo.

Fase de intervención: El Grupo de Intervención desarrolló actividades prácticas basadas en ABP con LEGO EV3RSTORM y el Grupo de Comparación siguió clases de manera convencional. Así durante esta fase, se realizó seguimiento al desempeño de los estudiantes mediante observación directa y registros de avance.

Fase final: En esta etapa se les realizó la evaluación mediante una prueba post-test a los estudiantes de ambos grupos. De manera complementaria, en el grupo experimental se aplicaron encuestas de percepción y se realizaron entrevistas semiestructuradas, con el propósito de recoger información adicional que permitiera valorar el impacto del modelo tanto desde una perspectiva cuantitativa como cualitativa.

2.5. Instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se estructuró mediante un enfoque mixto, seleccionado con la finalidad de capturar tanto el rendimiento académico como las experiencias de aprendizaje generadas durante la intervención pedagógica. En el componente cuantitativo, se aplicaron pruebas de entrada (pre-test) y de salida (post-test) a los estudiantes, administradas antes y después de la implementación del modelo didáctico, lo que permitió analizar las variaciones en el desempeño académico asociadas a la intervención.

De manera complementaria, se diseñaron y aplicaron encuestas con escala tipo Likert orientadas a recoger la percepción de los estudiantes respecto a su motivación, nivel de participación y grado de comprensión de los contenidos trabajados a lo largo del curso. La inclusión de este instrumento respondió a la necesidad de incorporar la opinión de los participantes como un elemento relevante para la interpretación de los resultados académicos.

En el componente cualitativo, se realizaron entrevistas semiestructuradas a estudiantes pertenecientes al grupo experimental, así como observaciones directas durante las sesiones prácticas. Estos instrumentos permitieron registrar información contextual sobre la interacción entre los estudiantes, las dinámicas de trabajo colaborativo y el desarrollo de las actividades propuestas, aportando elementos interpretativos que complementaron los datos cuantitativos obtenidos.

La Tabla 3 presenta un resumen de los instrumentos utilizados, el tipo de datos obtenidos y su propósito dentro del estudio, evidenciando el rigor metodológico adoptado.

Tabla 3. Instrumentos de recolección de datos utilizados

Instrumento	Tipo de datos	Objetivo
Prueba pre-test	Cuantitativo	Evaluar conocimientos iniciales
Prueba post-test	Cuantitativo	Medir progreso en el aprendizaje
Encuesta Likert	Cuantitativo	Evaluar percepción y motivación
Entrevistas semiestructuradas	Cualitativo	Analizar experiencias de aprendizaje
Observación directa	Cualitativo	Registrar participación y colaboración

2.6. Análisis de datos

El análisis de datos cuantitativos se realizó mediante el empleo de herramientas estadísticas, aplicando los criterios de pruebas de normalidad y pruebas t de Student para hacer la comparación de los resultados entre los grupos pre y post intervención, considerando un nivel de significancia de $p < 0.05$. Asimismo, los datos cualitativos fueron analizados mediante la codificación temática, identificando patrones recurrentes en las distintas respuestas de los estudiantes, en analogía con metodologías cualitativas utilizadas en estudios recientes de educación en ingeniería (Tang et al., 2025).

3. RESULTADOS

3.1. Resultados cuantitativos del pre-test y post-test

Los resultados obtenidos en las pruebas pre-test y post-test permitieron evidenciar el impacto positivo del modelo didáctico basado en LEGO EV3RSTORM y Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el mejor desempeño académico de los estudiantes. Como se observa en la Tabla 4, ambos grupos presentaron niveles de conocimiento inicial similares, lo que confirma la homogeneidad de la muestra al inicio del estudio. Sin embargo, tras la intervención, el grupo de intervención mostró un incremento promedio cercano al 30 %, mientras que el grupo de comparación alcanzó una mejora aproximada del 15 %.

Tabla 4. Resultados de las pruebas pre-test y post-test

Grupo	Pre-test (Media \pm DE)	Post-test (Media \pm DE)	Incremento (%)
Intervención (EV3 + ABP)	62.4 \pm 5.2	81.1 \pm 4.6	29.9
Comparación (Tradicional)	63.1 \pm 5.0	72.8 \pm 4.9	15.4

Las pruebas estadísticas realizadas confirmaron que las diferencias observadas entre ambos grupos fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$), lo que evidencia la efectividad del enfoque basado en robótica educativa y metodologías activas, en concordancia con resultados reportados en investigaciones recientes sobre robótica educativa y metodologías activas en educación superior, que evidencian mejoras significativas en el rendimiento académico y el aprendizaje significativo en ingeniería (Ouyang & Xu, 2024; Tang et al., 2025).

La Figura 1 muestra la comparación de los puntajes promedio obtenidos por los grupos de intervención y comparación en las pruebas pre-test y post-test. Se observa que ambos grupos parten de niveles de conocimiento similares; sin embargo, tras la intervención, el grupo que utilizó LEGO EV3RSTORM con metodología ABP presenta un incremento notablemente mayor en el rendimiento académico. Esta diferencia visual refuerza los resultados cuantitativos presentados en la Tabla 4 y evidencia el impacto positivo del modelo didáctico propuesto.

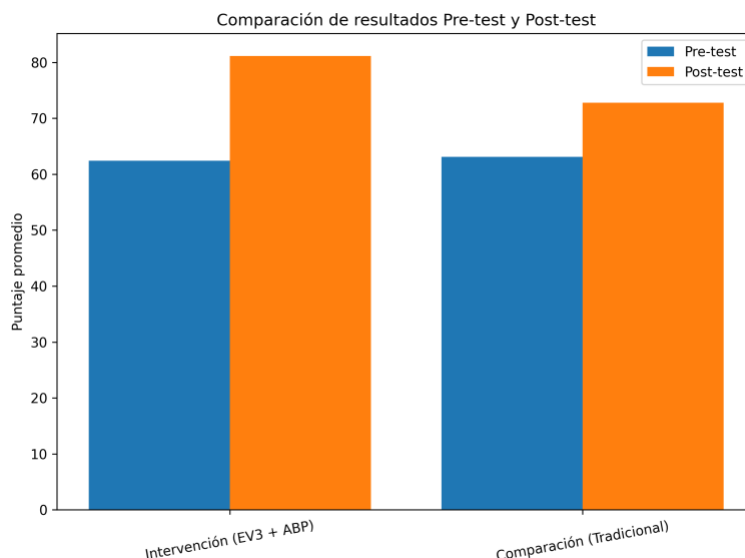


Figura 1 Comparación de los resultados promedio del pre-test y post-test en ambos grupos

3.2. Comparación del desempeño académico entre grupos

La comparación directa entre el grupo de intervención y el grupo de comparación refuerza la efectividad del modelo propuesto. Tal como se presenta en la Tabla 5, los estudiantes que participaron en actividades de robótica con ABP mostraron mayores niveles de compromiso, trabajo colaborativo y capacidad de resolución de problemas, elementos clave en la formación en ingeniería.

Tabla 5. Comparación del desempeño académico entre grupos

Indicador	Grupo Intervención	Grupo Comparación
Mejora promedio (%)	29.9	15.4
Nivel de compromiso	Alto	Medio
Trabajo colaborativo	Alto	Bajo-medio
Resolución de problemas	Significativa	Moderada

Estos hallazgos confirman que el enfoque tradicional, centrado principalmente en la transmisión teórica, resulta menos efectivo para el desarrollo de competencias técnicas y transversales.

3.3. Resultados de percepción y motivación estudiantil

Con el objetivo de complementar los resultados cuantitativos, se analizaron las percepciones de los estudiantes mediante una encuesta tipo Likert. Los resultados, resumidos en la Tabla 6, muestran una valoración altamente positiva del modelo didáctico, especialmente en aspectos relacionados con la motivación, el trabajo en equipo y la aplicación práctica del aprendizaje.

Tabla 6. Resultados de la encuesta de percepción estudiantil (escala Likert)

Ítem evaluado	Media	Desviación estándar
Motivación por el curso	4.6	0.5
Comprensión de contenidos	4.5	0.4
Trabajo en equipo	4.7	0.3

Ítem evaluado	Media	Desviación estándar
Aplicación práctica del aprendizaje	4.6	0.4

Estos resultados evidencian que la robótica educativa no solo mejora el rendimiento académico, sino también genera una experiencia de aprendizaje de aspecto altamente valorado en la pedagogía en las carreras de ingeniería.

3.4. Discusión de los resultados y análisis estadístico

Con el propósito de analizar si las diferencias observadas entre los grupos podían asociarse a la intervención pedagógica implementada, se realizó un análisis estadístico comparativo considerando tanto las mediciones iniciales y finales como la comparación entre el grupo experimental y el grupo de control. Los resultados de este análisis, presentados en la Tabla 7, muestran diferencias estadísticamente significativas a favor de los estudiantes que participaron en el modelo didáctico basado en LEGO EV3RSTORM y el Aprendizaje Basado en Problemas.

En el grupo de intervención, la aplicación de la prueba *t* entre los resultados del pre-test y el post-test evidenció una mejora significativa en el desempeño académico tras la implementación del modelo. La comparación entre ambos grupos permitió identificar el efecto diferencial entre las metodologías empleadas, lo que refuerza la influencia del enfoque didáctico aplicado en los resultados obtenidos. Por lo cual estos hallazgos obtenidos permiten incorporar estrategias de aprendizaje activo apoyadas en robótica educativa contribuyendo en la mejora del rendimiento académico en los cursos de ingeniería. Asimismo, los resultados sugieren que este tipo de enfoques favorece procesos cognitivos y dinámicas colaborativas relevantes para la formación profesional, en concordancia con estudios previos que reportan efectos positivos del Aprendizaje Basado en Problemas y la robótica educativa en la educación superior.

Tabla 7. Resumen del análisis estadístico

Prueba estadística	Valor	p-valor
Prueba t (pre vs post - intervención)	-8.92	< 0.001
Prueba t (intervención vs comparación)	5.41	< 0.01

3.5. Resultados del desempeño del robot como recurso pedagógico

El desempeño del empleo del robot LEGO EV3RSTORM se analizó como un elemento que permitió observar cómo los estudiantes aplicaron de forma práctica los conceptos trabajados durante la intervención. En el transcurso de las sesiones prácticas, el funcionamiento del robot mostró una evolución progresiva, reflejada en una ejecución más consistente de las tareas programadas, particularmente en la navegación, la interacción con los sensores y la estabilidad de los movimientos.

Estos resultados estuvieron vinculados al trabajo desarrollado por los estudiantes durante el proceso de diseño y programación. En cada sesión, los equipos realizaron ajustes sobre sus algoritmos, recalibraron sensores y modificaron parámetros de control a partir de los errores detectados, lo que permitió mejorar gradualmente la precisión y el comportamiento del sistema robótico.

Esta dinámica permitió que los conceptos de control, retroalimentación y toma de decisiones dejaran de ser únicamente teóricos y se consolidaran a través de la experiencia práctica, reforzando el aprendizaje significativo y la comprensión aplicada de principios propios de la ingeniería. Este tipo de interacción con sistemas reales es ampliamente recomendado en la pedagogía en ingeniería, ya que permite conectar la teoría con las distintas aplicaciones concretas y contextualizadas.

3.6. Resultados cualitativos

El análisis de las encuestas y entrevistas realizadas al grupo de intervención permitió comprobar percepciones altamente positivas respecto al uso de LEGO EV3RSTORM como una muy buena herramienta educativa. La mayoría de los estudiantes valoró el modelo didáctico como más dinámico, asociativo y motivador en comparación con las clases tradicionales, destacando la posibilidad de aprender “haciendo” y de observar resultados inmediatos de sus decisiones de programación.

Asimismo, los estudiantes manifestaron mejoras en su capacidad para resolver distintos problemas, lograr una mejor identificación de errores en el código y de trabajar colaborativamente. Así el trabajo en equipo fue señalado como un aspecto clave del proceso de aprendizaje, ya que permitió que se organicen y distribuyan entre si tareas, realizar discusiones de estrategias y la construcción conjunta de soluciones, competencias consideradas como fundamentales en la formación de ingenieros.

La Figura 2 presenta los resultados promedio de la encuesta de percepción estudiantil aplicada al grupo de intervención. Los valores obtenidos evidencian que se logro altos niveles en la motivación, la comprensión de los contenidos, los trabajos en equipo y la aplicación práctica del aprendizaje. Estos resultados complementan los datos cuantitativos obtenidos y confirman que el uso de robótica educativa con metodologías activas favorece no solamente el rendimiento académico, sino también el compromiso y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

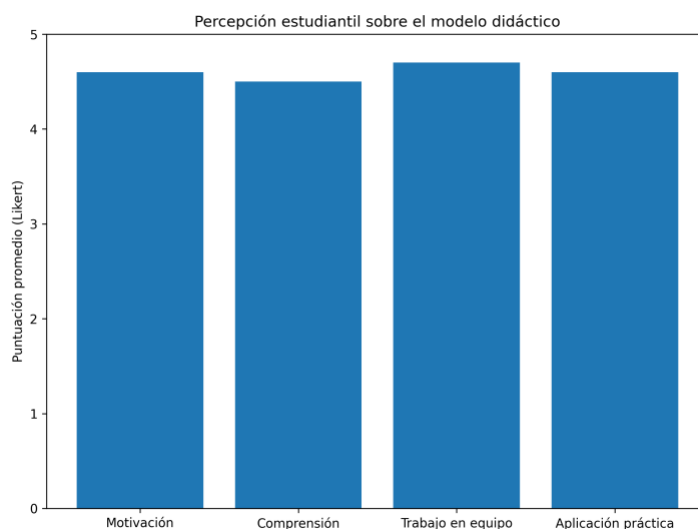


Figura 2 Percepción estudiantil sobre el modelo didáctico basado en LEGO EV3RSTORM y ABP

Estos resultados cualitativos fortalecen los hallazgos cuantitativos obtenidos y coinciden también con investigaciones recientes que destacan el impacto positivo del aprendizaje basado en el empleo de sistemas robóticos sobre la motivación, el compromiso y el desarrollo de habilidades transversales en educación de nivel superior (Chiluisa, 2025; Darmawansah et al., 2023).

4. DISCUSIÓN

Los resultados del estudio evidencian que la aplicación del modelo didáctico basado en LEGO EV3RSTORM articulado con el Aprendizaje Basado en Problemas generó un impacto positivo en el aprendizaje de robótica en estudiantes de ingeniería. La diferencia observada entre el grupo de intervención y el grupo que siguió una metodología tradicional sugiere que la incorporación de actividades prácticas, contextualizadas y orientadas a la resolución de problemas favorece una comprensión más funcional de los contenidos técnicos.

La comparación entre las mediciones pre-test y post-test mostró una mejora significativa en el desempeño académico del grupo de intervención, lo que respalda la efectividad del enfoque propuesto.

Los resultados obtenidos en este estudio guardan relación con investigaciones recientes que han analizado la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas y la robótica educativa en educación superior. En particular, los hallazgos coinciden con lo señalado por Ouyang y Xu (2024) y Darmawansah et al. (2023), quienes destacan que la incorporación de enfoques activos favorece la comprensión aplicada de los contenidos en carreras de ingeniería, donde la transferencia de la teoría a la práctica mediante los equipos robóticos constituyen un aspecto central del aprendizaje debido a que esta metodología confirma el interés despertado por los estudiantes y sus respectivos equipos en pro de solucionar los problemas asignados.

En el contexto del presente estudio, el empleo de la robótica educativa permitió que los estudiantes trabajaran con situaciones comparables a las que se enfrentan en escenarios reales de la ingeniería, integrando programación, sensores y control de sistemas dentro de dinámicas de trabajo colaborativo. Esta experiencia contribuyó no solo a la mejora de las habilidades técnicas, sino también al fortalecimiento de competencias transversales como la comunicación, el trabajo en equipo y la toma de decisiones, tal como ha sido señalado en estudios previos sobre formación profesional en ingeniería (Chiluisa, 2025; Korte et al., 2025).

Desde esta perspectiva, los resultados sugieren que la combinación de robótica educativa y Aprendizaje Basado en Problemas no se limita a mejorar el rendimiento académico, sino que también favorece el compromiso y la participación activa de los estudiantes, lo que posiciona al modelo didáctico propuesto como una alternativa pertinente para su aplicación en otros cursos de ingeniería con características similares.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación permiten concluir que la integración de la robótica educativa, a través del uso de LEGO EV3RSTORM, en combinación con la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas tuvo un impacto positivo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de un curso de ingeniería. Este enfoque favoreció un rol activo del estudiante y facilitó la aplicación práctica de los contenidos teóricos en el desarrollo de actividades vinculadas a la robótica.

La comparación entre el grupo de intervención y el grupo que siguió una metodología tradicional evidenció diferencias significativas en el desempeño académico. Los estudiantes que trabajaron con robótica educativa demostraron un mayor dominio de habilidades técnicas asociadas a la programación, el control, el uso de sensores y de actuadores, entre otros mecanismos y elementos de control, así como un mejor desarrollo de las competencias transversales, particularmente en los trabajos de carácter colaborativo y la resolución de problemas, competencias que son relevantes para la formación profesional en ingeniería.

Asimismo, el uso del robot como recurso didáctico contribuyó a la comprensión de contenidos que suelen presentar un mayor nivel de abstracción. La experimentación en entornos controlados permitió contrastar la teoría con resultados observables, lo que se tradujo en mayores niveles de motivación y compromiso durante el desarrollo del curso, reforzando el valor de las metodologías activas apoyadas en tecnologías educativas.

En función de los resultados obtenidos, se considera pertinente promover la incorporación de modelos didácticos basados en robótica educativa en los planes de estudio universitarios, especialmente en asignaturas relacionadas con robótica, automatización, sistemas embebidos y control. No obstante, el estudio se circunscribe a un contexto específico, por lo que se recomienda ampliar futuras investigaciones a otras instituciones y poblaciones estudiantiles, a fin de evaluar la escalabilidad del modelo y su impacto en distintos escenarios académicos.

Finalmente, se plantea como línea futura de investigación la integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y el análisis de datos, en el diseño de actividades robóticas, con el propósito de fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en ingeniería, en concordancia con la literatura reciente (Ouyang & Xu, 2024; Chiluisa, 2025).

Declaración de Ética, Transparencia y Uso de Inteligencia Artificial (IA)

El trabajo de investigación académica de carácter formativo. La participación de los estudiantes fue de manera voluntaria con pleno conocimiento de los objetivos del estudio. Los datos obtenidos fueron tratados de manera anónima y confidencial para el análisis global de los resultados. Respecto al uso de herramienta de inteligencia artificial, se utilizó como apoyo en la revisión del estilo, Asimismo, se realizó el uso de herramientas de verificación de similitud, confirmándose su carácter original y el cumplimiento de las buenas prácticas.

REFERENCIAS

- Addido, J., Borowczak, A. C., & Walwema, G. B. (2023). Teaching Newtonian physics with LEGO EV3 robots: An integrated STEM approach. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(6), em2280. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13232>
- Armada Pacheco, J. M., Landeo Quispe, A. S., Palomino Torres, E. F., & Villón Bruno, S. E. (2025). El enfoque STEM en la formación de competencias investigativas y del pensamiento crítico en educación superior. Ediciones Clío. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15337466>
- 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), 271-300. [https://doi.org/10.30191/ETS.202510_28\(4\).SP06](https://doi.org/10.30191/ETS.202510_28(4).SP06)
- Calero Romero, C. Y. . (2021). El aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia de enseñanza en la educación superior. *UCV-Scientia*, 13(1), 77-87. <https://doi.org/10.18050/ucvs.v.13i1.07>
- Coufal, P. (2022). Project-Based STEM learning using educational robotics as the development of student problem-solving competence. *Mathematics*, 10(23), 4618. <https://doi.org/10.3390/math10234618>
- Chiluisa, M. (2025). El impacto de la robótica educativa en el desarrollo de competencias y habilidades blandas en los estudiantes del Ecuador. *Innovation & Development in Engineering and Applied Sciences*, 7(2), 6. <https://revistasojs.utn.edu.ec/index.php/ideas/es/article/view/1187>
- Darmawansah, D., Hwang, G.-J., Chen, M.-R. A., & Liang, J.-C. (2023). Trends and research foci of robotics-based STEM education: A systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model. *International Journal of STEM Education*, 10*, Article 12. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00400-3>
- De Costa, A. (2025). *RoboBlimp: Enhancing Middle School STEM through Educational Bioinspired Blimps* [Preprint]. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2506.13844>
- Duda, H. J., Wibowo, D. C., Suryani, N. Y., Thoharudin, M., & Budiman, J. (2024). *Problem-based learning through authentic assessment: Students' cognitive and creative thinking abilities*. *Pedagogika*, 156(4), 52-73. <https://doi.org/10.15823/p.2024.156.3>
- d'Escoffier, L. N., Guerra, A., & Braga, M. (2024). Problem-Based Learning and Engineering Education for Sustainability: Where we are and where could we go? *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 12(1), 18–45. <https://doi.org/10.54337/ojs.jpblhe.v12i1.7799>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2022). *Metodología de la investigación* (7.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2023). Perú: distribución de estudiantes por áreas de estudio (2023).
- Korte, S.-M., Körkkö, M., & Føreland, L. R. (2025). Developing computational thinking skills in higher education through peer reflection on robotics and programming exercises with Bee-Bots, Lego Mindstorms EV3 and Minecraft Education. *Learning, Culture and Social Interaction*, 55, 100947. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2025.100947>
- OCDE. (2025). *Education at a Glance 2025: OECD Indicators*. OECD Publishing.
- Omeh, C. B. (2025). *Artificial intelligence meets PBL: transforming computer-robotics programming motivation and engagement*. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1674320>
- Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). (2025). Papeles del Observatorio No. 28 – Panorama de la educación superior en Iberoamérica.
- Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
- Pimentel, H. P. P. S., Lima, A. M. de, Silva, L. E. T. G., Santana, M. P. da S., & Rodrigues, R. L. (2025). Robótica educacional con LEGO Mindstorms EV3: Una abordagem activa para el ensino de lógica de

programación. In *Proceedings of the 33rd Workshop sobre Educação em Computação (WEI)* (pp. 330–340). Sociedade Brasileira de Computação. <https://doi.org/10.5753/wei.2025.8077>

Ríos Mamani, W. (2024). Desarrollo de sistemas robóticos orientado a la programación guiada bajo la tecnología LEGO Mindstorms EV3. *Revista Veritas de Difusão Científica*, 5(2), 1112–1138. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v5i2.139>

Suherman, S., Vidákovich, T., Mujib, M., Hidayatulloh, H., Andari, T., & Susanti, V. D. (2025). The role of STEM teaching in education: An empirical study to enhance creativity and computational thinking. *Journal of Intelligence*, 13(7), 88. <https://doi.org/10.3390/jintelligence13070088>

Tang, H., Xu, W., Feng, Y., & Cao, W. (2025). *Global effects of robot-based education on academic achievements, computation, motivation, and performance. Humanities and Social Sciences Communications*, 12, Article 1296. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05546-9>

Zamora, P., Lozada, A., Buele, J., & Avilés-Castillo, F. (2025). Robotics in higher education and its impact on digital learning. *Frontiers in Computer Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2025.1607766>

Zhang, D., Wang, J., Jing, Y., & Shen, A. (2024). *The impact of robotics on STEM education: Facilitating cognitive and interdisciplinary advancements. Applied and Computational Engineering*, 69, 7-12. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/69/20241433>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0 Internacional