

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA STEAM CON LEGO MINDSTORMS  
EV3 EN LA FORMACIÓN ACADÉMICA DE ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN  
BÁSICA Y SUPERIOR EN LA CIUDAD DE PASTO**

**(Resumen Analítico)**

**IMPLEMENTATION OF STEAM METHODOLOGY WITH LEGO MINDSTORMS  
EV3 IN THE ACADEMIC FORMATION OF BASIC AND HIGHER EDUCATION  
STUDENTS IN THE CITY OF PASTO.**

**(Analytical Summary)**

**Autores (Authors):** Dávila Quintaz Yessica Alexandra, Yépez Moreno Iván Darío

**Facultad (Faculty):** Ingeniería

**Programa (Program):** Ingeniería Mecatrónica

**Asesor (Support):** Msc. Ing. Tito Manuel Piamba Mamian

**Fecha de terminación del estudio (End of the research):** Noviembre 2024

**Modalidad de Investigación (Kind of research):** Trabajo de Grado

**PALABRAS CLAVE**

METODOLOGÍA STEAM  
LEGO MINDSTORMS EV3  
ROBÓTICA EDUCATIVA  
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS  
APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS  
APRENDIZAJE BASADO EN DISEÑO.

**KEY WORDS**

STEAM METHODOLOGY  
LEGO MINDSTORMS EV3  
EDUCATIONAL ROBOTICS  
PROJECT-BASED LEARNING  
PROBLEM-BASED LEARNING  
DESIGN-BASED LEARNING.

**RESUMEN:** El proyecto aborda la implementación de la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en estudiantes de educación básica y superior en la ciudad de Pasto, Colombia, utilizando el kit LEGO Mindstorms EV3 como herramienta educativa. El proyecto busca abordar la desconexión entre conceptos teóricos y su aplicación práctica, promoviendo el

desarrollo de habilidades como programación, diseño mecánico, pensamiento lógico y trabajo en equipo. Con un enfoque en aprendizaje basado en proyectos (PBL), aprendizaje basado en problemas (ABP) y diseño (ABD), se evaluó a dos grupos: estudiantes de 9-17 años y estudiantes de primer semestre de ingeniería mecatrónica de la Universidad Mariana. Los resultados se midieron mediante pretest y posttest, observación estructurada.

Los hallazgos muestran que la metodología STEAM aplicada con el kit LEGO Mindstorms EV3 mejora la motivación, el aprendizaje práctico y la retención en programas académicos exigentes como ingeniería. Los estudiantes desarrollaron habilidades técnicas y blandas, conectando la teoría con la práctica a través de proyectos de robótica educativa. Se concluye que esta metodología es eficaz para preparar a los estudiantes frente a los retos tecnológicos actuales y se sugiere escalar el proyecto mediante formación docente, ampliación de recursos educativos y replicación en otros contextos educativos.

**ABSTRACT:** *The project addresses the implementation of STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) methodology in elementary and higher education students in the city of Pasto, Colombia, using the LEGO Mindstorms EV3 kit as an educational tool. The project seeks to address the disconnect between theoretical concepts and their practical application, promoting the development of skills such as programming, mechanical design, logical thinking and teamwork. With a focus on project-based learning (PBL), problem-based learning (PBL) and design (ABD), two groups were evaluated: 9-17 year old students and first semester mechatronics engineering students at the Universidad Mariana. The results were measured by pretest and posttest, structured observation.*

*The findings show that STEAM methodology applied with the LEGO Mindstorms EV3 kit improves motivation, hands-on learning and retention in demanding academic programs such as engineering. Students developed technical and soft skills, connecting theory with practice through educational robotics projects. It is concluded that this methodology is effective in preparing students for today's technological challenges and it is suggested to scale the project through teacher training, expansion of educational resources and replication in other educational contexts.*

**CONCLUSIONES:** La metodología STEAM ha sido implementada de manera integral, logrando que los estudiantes interactúen no solo con componentes técnicos como la programación y la mecánica del robot, sino también con la creatividad en el diseño. Esta combinación de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas fomenta un aprendizaje holístico donde cada componente se relaciona de forma práctica y contextualizada en los proyectos de robótica. Los estudiantes desarrollaron habilidades personales, como la creatividad, el pensamiento crítico, la

resolución de problemas y el trabajo en equipo. Además, las habilidades técnicas, como el uso de algoritmos, sensores y motores, fueron adquiridas y aplicadas de manera satisfactoria. Esto resalta la capacidad de las estrategias de la metodología STEAM para preparar a los estudiantes en competencias técnicas y blandas las cuales son esenciales para el entorno laboral moderno.

La robótica ha sido una herramienta educativa fundamental en este curso, permitiendo a los estudiantes aplicar conceptos abstractos de una manera tangible y práctica. La robótica les ayuda a entender cómo se integran diferentes áreas de conocimiento y a visualizar cómo la tecnología puede resolver problemas reales y complejos, desde el diseño de robots hasta aplicaciones cotidianas. El proyecto de implementación de la metodología STEAM mediante el uso del kit LEGO Mindstorms EV3 demostró resultados positivos y diferenciados en los dos grupos poblacionales involucrados: estudiantes de educación básica (9-15 años) y de educación superior (17-21 años). Ambos grupos reflejaron avances significativos en términos de motivación, aprendizaje y habilidades técnicas, con fortalezas y desafíos específicos que permiten una evaluación integral de la experiencia educativa.

En el caso del grupo de educación básica, los estudiantes mostraron una notable motivación hacia las actividades prácticas, especialmente aquellas relacionadas con el diseño y la construcción de robots. Este grupo evidenció una fuerte inclinación hacia la creatividad, personalizando proyectos y explorando nuevas ideas dentro de los límites del kit LEGO. Aunque los estudiantes logran comprender conceptos básicos como el uso del bloque "Esperar" y la función del sensor de contacto, enfrentaron desafíos en programación avanzada y lógica secuencial, lo que resalta la necesidad de adaptar las actividades a un nivel más introductorio. Asimismo, su percepción de la tecnología estuvo orientada a un enfoque lúdico, asociándose principalmente con diversión y exploración. Por otro lado, el grupo de educación superior destacó en el desarrollo de habilidades técnicas más avanzadas. Los estudiantes de este grupo demostraron una comprensión sólida de la programación, integrando sensores y configurando movimientos precisos en los robots. Además, adoptaron un enfoque más crítico y analítico hacia los desafíos planteados, priorizando la funcionalidad y la eficiencia en sus proyectos. Esto evidencia su capacidad para aplicar conceptos técnicos con mayor profundidad, lo cual está alineado con su preparación previa y sus expectativas profesionales. Su percepción de la tecnología fue significativamente más orientada hacia la resolución de problemas complejos y su potencial en aplicaciones prácticas, especialmente en campos como la ingeniería y la automatización.

A través de la robótica y el enfoque STEAM, los estudiantes lograron visualizar cómo los conocimientos adquiridos pueden aplicarse a problemas del mundo real, tanto en el ámbito técnico como en el artístico. Ejemplos dados por ellos mismos incluyen aplicaciones en el arte, en la automatización de tareas domésticas y en soluciones de salud, lo cual muestra que el curso logró relacionar la teoría con aplicaciones

prácticas y relevantes.

La inclusión del arte en el enfoque STEAM les permitió expresar su creatividad en el diseño y la programación de los robots. Esto fomenta la innovación y la capacidad de ver la tecnología como una herramienta que puede ser usada en proyectos creativos, ayudando a desarrollar una mentalidad abierta y flexible.

El presente proyecto demostró que la implementación de la metodología STEAM, mediante el uso del kit LEGO Mindstorms EV3, tiene un impacto significativo en el desarrollo de habilidades técnicas y transversales en los estudiantes. Se observó un aumento en la motivación y participación activa, así como una mejora en competencias como la programación, el diseño mecánico y el pensamiento lógico. Sin embargo, se identificaron áreas de mejora, como la necesidad de evaluaciones más sistemáticas y a largo plazo para medir el impacto sostenido. También se recomienda ampliar la muestra poblacional y fortalecer la formación docente para asegurar una implementación efectiva.

Este proyecto sienta un precedente para futuras iniciativas de mayor escala, evidenciando que la integración de herramientas tecnológicas innovadoras en el aula puede transformar la experiencia educativa y preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI.

**CONCLUSIONS:** *The STEAM methodology has been implemented in a comprehensive manner, allowing students to interact not only with technical components such as programming and robot mechanics, but also with creativity in design. This combination of Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics fosters holistic learning where each component is related in a practical and contextualized way in the robotics projects. Students developed personal skills, such as creativity, critical thinking, problem solving and teamwork. In addition, technical skills, such as the use of algorithms, sensors and motors, were acquired and successfully applied. This highlights the ability of STEAM methodology strategies to prepare students in technical and soft skills which are essential for the modern work environment.*

*Robotics has been a fundamental educational tool in this course, allowing students to apply abstract concepts in a tangible and practical way. Robotics helps students to understand how different areas of knowledge are integrated and to visualize how technology can solve real and complex problems, from robot design to everyday applications. The STEAM methodology implementation project using the LEGO Mindstorms EV3 kit showed positive and differentiated results in the two population groups involved: elementary school students (9-15 years old) and higher education students (17-21 years old). Both groups reflected significant progress in terms of motivation, learning and technical skills, with specific strengths and challenges that allow a comprehensive evaluation of the educational experience.*

*In the case of the basic education group, students showed a remarkable motivation towards hands-on activities, especially those related to robot design and construction. This group evidenced a strong inclination towards creativity, customizing projects and exploring new ideas within the confines of the LEGO kit. Although the students manage to grasp basic concepts such as the use of the “Wait” block and the function of the touch sensor, they faced challenges in advanced programming and sequential logic, highlighting the need to adapt the activities to a more introductory level. Likewise, their perception of technology was oriented towards a playful approach, being mainly associated with fun and exploration. On the other hand, the higher education group excelled in developing more advanced technical skills. Students in this group demonstrated a solid understanding of programming, integrating sensors and configuring precise movements in robots. In addition, they adopted a more critical and analytical approach to the challenges posed, prioritizing functionality and efficiency in their projects. This evidences their ability to apply technical concepts in greater depth, which is aligned with their previous preparation and professional expectations. Their perception of technology was significantly more oriented towards solving complex problems and its potential in practical applications, especially in fields such as engineering and automation.*

*Through robotics and the STEAM approach, students were able to visualize how the knowledge acquired can be applied to real-world problems, both technical and artistic. Examples given by students included applications in art, automation of household tasks and healthcare solutions, which shows that the course managed to relate theory to practical and relevant applications. The inclusion of art in the STEAM approach allowed students to express their creativity in the design and programming of robots. This encourages innovation and the ability to see technology as a tool that can be used in creative projects, helping to develop an open and flexible mindset.*

*The present project demonstrated that the implementation of the STEAM methodology, through the use of the LEGO Mindstorms EV3 kit, has a significant impact on the development of technical and transversal skills in students. An increase in motivation and active participation was observed, as well as an improvement in competencies such as programming, mechanical design and logical thinking. However, areas for improvement were identified, such as the need for more systematic and long-term evaluations to measure sustained impact. It is also recommended that the population sample be expanded and that teacher training be strengthened to ensure effective implementation. This project sets a precedent for future larger-scale initiatives, demonstrating that the integration of innovative technological tools in the classroom can transform the educational experience and prepare students for the challenges of the 21st century.*

**RECOMENDACIONES:** Fortalecer la orientación en matemáticas aplicadas: Es fundamental que se realicen actividades preparatorias que refuercen conceptos matemáticos aplicables en robótica, como geometría y trigonometría. Esto facilitará

que los estudiantes comprendan la relación entre matemáticas y movimientos de los robots, mejorando la precisión en la programación.

Fomentar la Autonomía Progresiva: Inicialmente, se puede proporcionar guías y apoyo detallado, pero, con el avance de las sesiones, es recomendable reducir el nivel de asistencia para promover la autonomía en los estudiantes, motivándolos a explorar soluciones por sí mismos.

Integración de Proyectos Multidisciplinarios: Aunque se incluyen elementos de arte, se recomienda diseñar proyectos en los que los estudiantes puedan aplicar diseño estético y funcionalidad creativa a los robots, vinculando el arte y la tecnología de una manera tangible.

Monitoreo y Evaluación Continua: Implementar herramientas de evaluación formativa más frecuentes, como autoevaluaciones y coevaluaciones, permitirá un seguimiento detallado del desarrollo de competencias STEAM en tiempo real.

Desarrollo de un Entorno de Retroalimentación Activa: Crear un espacio donde los estudiantes puedan presentar sus avances, recibir retroalimentación de pares y tutores, y realizar ajustes en sus proyectos fomenta el aprendizaje iterativo y fortalece la confianza en sus habilidades.

Fortalecer el Aprendizaje Basado en Retos: Incorporar desafíos prácticos relacionados con problemas del mundo real, como proyectos de eficiencia energética o soluciones para la comunidad, puede aumentar el interés de los estudiantes al ver una aplicación directa y relevante de sus conocimientos.

Adaptación a Diferentes Niveles de Competencia: Proporcionar una estructura de actividades que permita adaptar la complejidad según el nivel de los estudiantes. Los estudiantes de educación básica pueden realizar tareas más lúdicas y experimentales, mientras que los estudiantes de ingeniería podrían enfrentarse a problemas técnicos más desafiantes.

Uso de la Tecnología de Simulación: Introducir simuladores de programación y diseño antes de trabajar directamente con los kits puede ayudar a los estudiantes a familiarizarse con conceptos básicos sin la presión de manipular equipos físicos desde el inicio.

***RECOMMENDATIONS:*** *Strengthen orientation in applied mathematics: It is essential to carry out preparatory activities that reinforce mathematical concepts applicable to robotics, such as geometry and trigonometry. This will make it easier for students to understand the relationship between mathematics and robot movements, improving programming accuracy.*

*Encourage Progressive Autonomy: Initially, detailed guidance and support can be provided, but, as the sessions progress, it is advisable to reduce the level of assistance to promote autonomy in students, motivating them to explore solutions on their own.*

*Integration of Multidisciplinary Projects: Although art elements are included, it is recommended to design projects in which students can apply aesthetic design and creative functionality to the robots, linking art and technology in a tangible way.*

*Continuous Monitoring and Evaluation: Implementing more frequent formative assessment tools, such as self- and co-assessments, will allow for detailed monitoring of STEAM competency development in real time.*

*Developing an Active Feedback Environment: Creating a space where students can present their progress, receive feedback from peers and tutors, and make adjustments to their projects encourages iterative learning and builds confidence in their abilities.*

*Strengthen Challenge-Based Learning: Incorporating practical challenges related to real-world problems, such as energy efficiency projects or community solutions, can increase student interest by seeing a direct and relevant application of their knowledge.*

*Adaptation to Different Proficiency Levels: Provide a structure of activities that allows adapting the complexity according to the level of the students. Basic education students can perform more playful and experimental tasks, while engineering students could be faced with more challenging technical problems.*

*Use of Simulation Technology: Introducing programming and design simulators before working directly with the kits can help students become familiar with basic concepts without the pressure of manipulating physical equipment from the start.*