



Universidad
Mariana

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

Iván Darío Yépez Moreno

Yessica Alexandra Dávila Quintaz

Universidad Mariana

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Mecatrónica

San Juan de Pasto

2024

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

Iván Darío Yépez Moreno

Yessica Alexandra Dávila Quintaz

Informe de investigación para optar al título de: Ingeniero Mecatrónico

Asesor

MsC. Ing. Tito Manuel Piamba Mamian

Universidad Mariana
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Mecatrónica
San Juan de Pasto
2024

Artículo 71: los conceptos, afirmaciones y opiniones emitidos en el Trabajo de Grado son responsabilidad única y exclusiva del (los) Educando (s)

Reglamento de Investigaciones y Publicaciones, 2007

Universidad Mariana

Contenido

Introducción	9
1. Resumen del proyecto	10
1.1. Descripción del problema	12
1.1.1. Formulación del problema	12
1.2. Justificación.....	13
1.3. Objetivos	14
1.3.1. Objetivo general.....	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
1.4. Marco referencial o fundamentos teóricos	15
1.4.1. Antecedentes	15
1.4.2. Marco teórico.....	19
1.4.3. Marco conceptual y teórico.....	20
1.4.4. Marco legal	24
1.4.5. Marco ético	24
1.5. Metodología	24
1.5.1. Paradigma de investigación	25
1.5.2. Enfoque de investigación.....	25
1.5.3. Tipo de investigación.....	26
1.5.4. Población y muestra / Unidad de trabajo y unidad de análisis	26
1.5.5. Categorización y variables de investigación.....	26
1.5.6. Técnica e instrumentos de recolección de información.....	27
1.5.7. Procedimiento metodológico	27
1.5.8. Procedimiento de Implementación.....	31
1.5.9. Análisis de resultados.....	31
1.5.10. Registro de Resultados.....	32

1.5.11. Instrumentos de investigación.....	32
2. Presentación de Resultados	37
2.1 Identificar y Clasificar estrategias de Metodología STEAM	39
2.2. Aplicación de estrategias basadas en la metodología STEAM	43
2.2.1. Desarrollo de actividades en la aplicación de las estrategias de aprendizaje basadas en la metodología STEAM.	44
2.3. Evaluación de estrategias basadas en la metodología STEAM.....	54
2.3.1. Grupo Poblacional No 1: Estudiantes educación básica y media, entre edades de 9 y 17 años	55
2.3.2. Matriz de Correlación:	61
2.3.2. Grupo Poblacional N°2: Estudiantes primer semestre ingeniería mecatrónica, Universidad Mariana.....	64
2.3.3 Correlación en la implementación de la metodología STEAM con respecto al Kit LEGO Mindstorms EV3	74
2.4. Análisis de Inferencia.....	75
2.4.1. Identificación de Áreas de Mejora	75
2.4.2. Replicación de Prácticas Efectivas.....	75
2.4.3. Sentar un Precedente para Proyectos a Mayor Escala.....	76
2.5 Plan para Implementar y Escalar el Proyecto STEAM con LEGO Mindstorms EV3	77
2.5.1 Plan de Capacitación Docente.....	77
2.5.2 Diseño del Programa de Escalamiento	78
2.5.3. Incorporar Grabaciones de Sesiones	79
2.5.4. Análisis de Productos Finales	80
2.5.5. Triangulación de Datos	81
2.5.6. Recursos Necesario de Financiamiento.....	81
2.5.7. Monitoreo y Evaluación del Proyecto Escalado:	82
2.5.8. Métodos de Evaluación	82

3. Conclusiones	83
4. Recomendaciones.....	85
Referencias bibliográficas	87
Anexos.....	88

Índice de Figuras

Figura 1 Kit de LEGO Mindstorms.....	22
Figura 2 Entorno de programación tipo Scratch	23
Figura 3 Matriz Metodológica.....	25
Figura 4 Acercamiento con el kit de LEGO Mindstorms EV3	46
Figura 5 Construcción e interacción con el modelo.....	47
Figura 6 Manejo del software de programación EV3 Educación	48
Figura 7 Reto de Carbot en pista con obstáculos	49
Figura 8 Acercamiento con el kit de LEGO Mindstorms EV3 y construcción del modelo de aprendizaje	50
Figura 9 Construcción e interacción con el modelo Carbot	51
Figura 10 Interacción del software de programación.....	52
Figura 11 Retos de construcción y trabajo en equipo.	53
Figura 12 Eficiencia en la programación del robot	56
Figura 13 Facilidad de aprendizaje trabajando en equipo.....	57
Figura 14 Percepción de habilidades técnicas.....	58
Figura 15 Importancia del uso de Tecnología.....	58
Figura 16 Metodología STEAM y resolución de problemas	59
Figura 17 Creatividad en el diseño y la programación.....	60
Figura 18 Matriz de correlaciones grupo poblacional N°1.....	62
Figura 19 Rango lineal de resultados grupo poblacional N°1	63
Figura 20 Comodidad al armar componentes mecánicos.....	66
Figura 21 Importancia del enfoque STEAM en la resolución de problemas	67
Figura 22 Impacto del trabajo en Equipo	68
Figura 23 Componentes STEAM en el curso.....	69
Figura 24 Matriz de correlaciones grupo poblacional N°2.....	72
Figura 25 Rango lineal de resultados grupo poblacional N° 2.....	73

Índice de Tablas

Tabla 1 Rubricas de Evaluación.....	32
Tabla 2 Clasificación de estrategias de Metodología STEAM	40

Introducción

En un mundo cada vez más globalizado y dependiente de la tecnología, el desarrollo de competencias en áreas relacionadas con la Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM, por sus siglas en inglés) se ha vuelto crucial para enfrentar los desafíos actuales y futuros. La educación superior, y en particular la formación en ingeniería, debe adaptarse a estos cambios mediante la implementación de metodologías que fomenten el aprendizaje activo, interdisciplinario y práctico.

La ingeniería, por su naturaleza multidisciplinaria, requiere que los estudiantes no solo adquieran conocimientos teóricos, sino que también desarrollen habilidades prácticas y de resolución de problemas desde etapas tempranas en su formación. En este contexto, la metodología STEAM emerge como una herramienta educativa, que combina ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas para ofrecer un aprendizaje integral.

Este proyecto tiene como objetivo diseñar una estrategia basada en la metodología STEAM, dirigida a Estudiantes de Educación Básica y Superior en la Ciudad de Pasto, se plantea la implementación de la metodología STEAM mediante la aplicación y el uso del kit LEGO Mindstorms EV3. Este kit ofrece una plataforma de hardware y software accesible y versátil para que los estudiantes desarrollen habilidades clave como la programación, construcción de modelos, diseño mecánico y electrónica. Mediante actividades prácticas y proyectos interdisciplinarios, los estudiantes podrán construir y programar robots, promoviendo el aprendizaje autónomo, el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico. Esta experiencia de aprendizaje inmersiva no solo facilita la conexión entre teoría y práctica, sino que también prepara a los estudiantes para abordar desafíos reales desde las primeras etapas de su formación, fortaleciendo su compromiso con el aprendizaje y su proyección en el campo de la ingeniería y otras disciplinas relacionadas.

1. Resumen del proyecto

El sistema educativo en la formación académica de Estudiantes de Educación Básica y Superior en la Ciudad de Pasto enfrenta grandes desafíos, para motivar a los estudiantes y mantener su interés en un entorno académico exigente. Los programas como ingeniería mecatrónica, que combinan disciplinas complejas como la mecánica, la electrónica y la programación, tienden a tener tasas de deserción en los primeros semestres. Los estudiantes que inician este tipo de programas suelen sentirse abrumados por la dificultad de las asignaturas básicas y la falta de conexión entre los conceptos teóricos y su aplicación práctica.

Según Vicente et al. (2021), los rápidos avances en la ciencia y la tecnología requieren que los estudiantes no solo adquieran conocimientos técnicos, sino que también desarrollen competencias como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad. Estos son componentes esenciales para enfrentar los desafíos del siglo XXI, y una metodología tradicional de enseñanza no siempre fomenta este tipo de habilidades en los estudiantes.

La metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) se presenta como una alternativa efectiva para abordar esta problemática. STEAM propone un enfoque interdisciplinario y práctico, permitiendo que los estudiantes apliquen los conceptos teóricos de manera creativa y orientada a la resolución de problemas. En este contexto, el presente proyecto tiene como objetivo implementar la metodología STEAM en estudiantes de primer semestre del programa de ingeniería mecatrónica, y en estudiantes de educación básica y secundaria a través de actividades prácticas que involucren el uso de la robótica educativa y la programación, con el fin de incrementar su motivación y mejorar el análisis en la resolución de problemas.

El proyecto se centrará en la utilización de kits de robótica, como LEGO Mindstorms EV3, para introducir a los estudiantes en la ingeniería mecatrónica desde una perspectiva práctica y atractiva. A través de esta metodología, se busca no solo mejorar el aprendizaje de los conceptos básicos de ingeniería, sino también estimular el interés continuo de los estudiantes y evitar la deserción al ofrecerles experiencias educativas enriquecedoras que conecten el contenido académico con aplicaciones del mundo real.

El proyecto se desarrollará a través de diversas etapas:

1. **Diagnóstico y Planeación:** Se identifican las necesidades educativas y se establecen los objetivos del programa STEAM, a partir de encuestas y entrevistas a estudiantes.
2. **Capacitación Integral:** Se entrenará en el uso de la metodología STEAM y de herramientas tecnológicas como LEGO Mindstorms, preparando materiales didácticos.
3. **Implementación del Programa:** Los estudiantes desarrollarán proyectos prácticos, combinando robótica y programación, aplicando conceptos de ingeniería en la resolución de problemas.
4. **Monitoreo y Evaluación:** Se realizará una evaluación continua para medir el progreso de los estudiantes, utilizando encuestas, observaciones y análisis de proyectos, para identificar las competencias desarrolladas.
5. **Retroalimentación y Mejora:** Los resultados obtenidos se revisarán con los participantes para ajustar y optimizar el programa.
6. **Difusión de Resultados:** Finalmente, se compartirán los hallazgos y las experiencias del proyecto con la comunidad académica.

Los kits educativos basados en la metodología STEAM, como LEGO Mindstorms EV3, se presentan como una herramienta innovadora para fomentar el aprendizaje práctico e interactivo en áreas vitales como la Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas. Estos kits permiten a los estudiantes experimentar, resolver problemas y trabajar en equipo, superando los enfoques tradicionales de enseñanza, que a menudo se centran en la formación teórica y carecen de desarrollo práctico. En el contexto de los primeros semestres de ingeniería mecatrónica, donde los estudiantes suelen enfrentar dificultades y desmotivación, la implementación de la metodología STEAM se perfila como una solución para aumentar la retención y el interés en el programa.

Este proyecto tiene como objetivo evaluar la efectividad de la metodología STEAM, aplicada a través del uso del kit LEGO Mindstorms EV3, en el desarrollo de habilidades fundamentales en los estudiantes de primer semestre de ingeniería mecatrónica y un grupo poblacional de estudiantes comprendido entre edades de 10 a 17 años. A través de la experimentación con robótica educativa, se busca fortalecer competencias como el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y el trabajo en equipo, al mismo tiempo que se incrementa la motivación para iniciar en el programa de ingeniería mecatrónica y continuar en el mismo.

El proyecto se basará en la revisión de la literatura sobre el impacto de la robótica educativa y la selección de 15 kits de LEGO Mindstorms EV3 disponibles en el campus Alvernia de la Universidad Mariana. Se implementará un programa educativo en el que los estudiantes participarán en proyectos prácticos diseñados para medir el impacto de esta metodología en: habilidades técnicas, pensamiento crítico, trabajo en equipo y motivación. Con este enfoque, el proyecto busca transformar la experiencia educativa en el primer semestre de ingeniería mecatrónica, a su vez que se hace una orientación vocacional en este campo a un grupo determinado de estudiantes, fortaleciendo sus habilidades y competencias desde una edad previa a su formación profesional, para enfrentar los retos tecnológicos del siglo XXI.

1.1. Descripción del problema

1.1.1. Formulación del problema

En una sociedad cada vez más dependiente de la tecnología, las competencias en áreas como ciencias, matemáticas, y el razonamiento crítico son fundamentales para preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI. Sin embargo, en el ámbito de la ingeniería mecatrónica, se observa que muchos estudiantes que ingresan al programa carecen de conocimientos previos relacionados con las diferentes disciplinas, como la electrónica, la programación y la mecánica. Esta falta de preparación inicial genera una desconexión entre los conceptos teóricos que se enseñan en los primeros semestres y su aplicación práctica, lo que contribuye significativamente a la desmotivación y, en algunos casos, a la deserción estudiantil.

Como señalan Vicente et al. (2021), los avances tecnológicos y sociales exigen que los estudiantes adquieran nuevas habilidades científicas y tecnológicas, además de desarrollar capacidades como la creatividad y la innovación. Sin embargo, los sistemas educativos actuales enfrentan dificultades para ofrecer enfoques innovadores que faciliten el desarrollo efectivo de estas competencias, especialmente en contextos como el de los estudiantes de ingeniería mecatrónica en Pasto, Nariño.

La falta de oportunidades para aplicar el conocimiento teórico en un contexto práctico y significativo limita el desarrollo de habilidades cruciales como el pensamiento crítico y la resolución de problemas, factores esenciales para abordar la carrera de ingeniería mecatrónica

como proyecto académico, así como la permanencia en la misma desde primer semestre. Frente a esta situación, surge la pregunta: ¿Qué estrategias se pueden implementar para integrar la metodología STEAM utilizando el kit Lego Mindstorms EV3, con el objetivo de impactar en el desarrollo de habilidades científico-tecnológicas y motivar a los estudiantes actuales y futuros interesados en el programa de ingeniería mecatrónica?

1.2. Justificación

La alta tasa de deserción en los programas de ingeniería y la falta de un conocimiento claro de cada programa en Colombia es un problema preocupante que afecta tanto el desarrollo académico como el futuro profesional de muchos estudiantes. Según datos del Ministerio de Educación y el Observatorio Laboral para la Educación, aproximadamente el 50% de los estudiantes que ingresan a carreras de ingeniería no culminan sus estudios. Este fenómeno es aún más pronunciado en regiones como Pasto, donde los desafíos socioeconómicos y académicos agravan la problemática. En particular, los estudiantes de ingeniería mecatrónica suelen enfrentar dificultades en áreas como matemáticas y física, así como una desconexión entre los contenidos teóricos y su aplicación práctica, lo que contribuye a la falta de motivación y, en muchos casos, a la deserción en los primeros semestres.

En este contexto, la implementación de la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) ofrece una alternativa al proceso constructivista que ha llevado a cabo la institución como una forma innovadora y relevante. La metodología STEAM permite a los estudiantes aprender a través de experiencias prácticas, integrando conceptos teóricos con aplicaciones tecnológicas reales. El uso de kits educativos como LEGO Mindstorms EV3 es efectivo para fomentar el desarrollo de habilidades científicas y tecnológicas, ya que permite a los estudiantes trabajar de manera colaborativa en la resolución de problemas y proyectos creativos. Esta metodología ha demostrado ser exitosa en motivar a los estudiantes al brindarles una experiencia de aprendizaje más dinámica y cercana a los retos que enfrentarán en el campo profesional, así como dar un enfoque más detallado de los componentes que brinda el programa en su oferta académica.

El presente proyecto está justificado por la necesidad de ofrecer un enfoque educativo que no solo refuerce las áreas académicas críticas, sino que también incremente el interés y la motivación

de los estudiantes con la posibilidad de abordar el programa de ingeniería mecatrónica como su proyecto de vida en la ciudad de Pasto. En una región donde diversas dificultades, la falta de recursos educativos avanzados limitan el acceso a herramientas tecnológicas, STEAM se convierte en una metodología esencial para incorporar a través de sus estrategias un enfoque más claro en el desarrollo de habilidades tecnológicas, pensamiento crítico y contexto global aplicativo del programa de ingeniería mecatrónica en la región.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar la Metodología STEAM con el kit LEGO Mindstorms EV3 en la Formación Académica de Estudiantes de Educación Básica y Superior en la Ciudad de Pasto

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar y clasificar estrategias orientadas al desarrollo de la metodología STEAM utilizando LEGO Mindstorms EV3, adaptadas a las necesidades formativas de los estudiantes.
- Aplicar estrategias basadas en la metodología STEAM utilizando el kit de LEGO Mindstorms EV3 para fomentar el desarrollo de habilidades técnicas y de resolución de problemas en los estudiantes.
- Evaluar el alcance e impacto de la metodología STEAM con LEGO Mindstorms EV3 en el desarrollo de competencias técnicas, pensamiento lógico y trabajo en equipo en los estudiantes.

1.4. Marco referencial o fundamentos teóricos

1.4.1. Antecedentes

Un aspecto crucial de la metodología STEAM es su capacidad para involucrar activamente a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. A través de la implementación de proyectos prácticos, los estudiantes desarrollan competencias como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Estos componentes no solo son esenciales para el éxito académico, sino que también son habilidades fundamentales para el desarrollo profesional en campos tecnológicos. En este sentido, Canacuán Rosero (2021) destaca que el uso de tecnologías como la robótica educativa facilita la comprensión de conceptos abstractos, mejorando la motivación y el compromiso de los estudiantes con sus estudios.

El uso de kits educativos como LEGO Mindstorms EV3 en la implementación de proyectos STEAM representa una herramienta efectiva para conectar la teoría con la práctica. Según López Rivera (2023), los kits de lego permiten a los estudiantes construir y programar robots, lo que les proporciona una experiencia tangible de los principios de mecánica, electrónica y programación. Además, estos kits fomentan un ambiente de aprendizaje activo, donde los estudiantes pueden experimentar, cometer errores y aprender de manera autónoma, aspectos esenciales para el desarrollo de la autodeterminación y el pensamiento innovador, tal como lo describe la Teoría de la Motivación Intrínseca (Orbegoso, 2016).

Además, los kits LEGO Mindstorms EV3 están alineados con los principios del aprendizaje basado en proyectos, una metodología que se centra en la resolución de problemas complejos mediante la creación de soluciones prácticas. Esta estrategia no solo fomenta el aprendizaje significativo, sino que también contribuye al desarrollo de habilidades interpersonales y sociales, como la colaboración y la comunicación, tal como señala Quint et al. (2017). En el contexto de la educación STEAM, los proyectos permiten a los estudiantes enfrentar desafíos reales que los motivan a investigar, probar y refinar sus soluciones, lo que fortalece su comprensión teórica y su capacidad de aplicar esos conocimientos en entornos prácticos.

El enfoque educativo STEAM promueve la integración de tecnologías accesibles y adaptables que facilitan el aprendizaje para todos los estudiantes. Canacuán Rosero (2021) subraya que las

tecnologías, como los kits de robótica, no solo permiten a los estudiantes desarrollar competencias técnicas, sino que también fomentan la inclusión en las aulas, ofreciendo herramientas accesibles que se adaptan a diferentes estilos de aprendizaje. De esta manera, la metodología STEAM se presenta como una solución efectiva para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y reducir la deserción, particularmente en disciplinas técnicas como la ingeniería mecatrónica.

1.4.1.1. Internacionales. A nivel internacional, muchos países han adoptado la metodología STEAM en sus sistemas educativos para mejorar el aprendizaje interdisciplinario. En Europa, particularmente, se ha observado un fuerte impulso hacia la implementación de STEAM, con proyectos educativos centrados en la robótica y la tecnología como herramientas. Documentos como "Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos" subrayan que este enfoque no solo busca mejorar las competencias en ciencias y tecnología, sino también formar individuos críticos y capaces de resolver problemas complejos, integrando conocimientos de diversas disciplinas. Este enfoque holístico ha sido apoyado en la Unión Europea, donde se han desarrollado programas educativos específicos que fomentan el aprendizaje práctico mediante la utilización de tecnologías avanzadas, como la robótica educativa y los proyectos basados en la creación de prototipos (Habilitas Educación, 2021).

En América Latina, el enfoque STEAM ha comenzado a ganar terreno en los últimos años, especialmente en países como Colombia, Chile y México, donde se han promovido iniciativas educativas que utilizan la robótica y la programación como herramientas de aprendizaje para fomentar la curiosidad científica desde edades tempranas. El documento "Habilitas Educación Propuesta Educativa 2021-2022" ejemplifica cómo la robótica educativa, a través de kits como LEGO Mindstorms, se ha convertido en un pilar fundamental para enseñar conceptos de programación y mecánica en niveles de primaria y secundaria. Este tipo de herramientas ofrece a los estudiantes una forma tangible de interactuar con la tecnología, lo que incrementa su motivación y participación en actividades educativas.

La implementación de proyectos como la construcción de ciudades con material reciclado, como se describe en el documento "Metodología STEAM: la construcción de una ciudad con material reutilizado como escenario de Stop Motion" , resalta cómo STEAM puede ser aplicada en contextos donde los recursos son limitados. Este enfoque no solo permite el aprendizaje de

disciplinas técnicas, sino que también fomenta la creatividad y el uso de materiales disponibles, mostrando que la metodología STEAM puede adaptarse a diversos entornos y realidades económicas (TFG, 1492).

En Asia, países como Corea del Sur y Japón han sido pioneros en la adopción de STEAM en su currículo educativo, integrando desde edades tempranas la robótica, la programación y el diseño en las aulas. Estos países han promovido políticas gubernamentales que apoyan la educación tecnológica como una herramienta para la innovación y el desarrollo económico a largo plazo. El uso de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial y la realidad aumentada, se ha incorporado en proyectos educativos que buscan formar estudiantes altamente calificados para enfrentar los retos de un mercado laboral en constante cambio (Educación-STEM/STEAM, 2022)

1.4.1.2. Nacionales. En Colombia, la implementación de la metodología STEAM ha ganado terreno en la última década, especialmente con el auge de iniciativas gubernamentales y privadas que buscan mejorar la calidad educativa y preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI. El contexto nacional muestra una creciente necesidad de profesionales en áreas relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, lo que ha impulsado la adopción de enfoques educativos que promuevan el desarrollo de competencias en estas disciplinas desde edades tempranas. En este sentido, la metodología STEAM ha sido promovida como una alternativa para combatir el rezago educativo en temas tecnológicos y científicos, así como para reducir la deserción escolar, particularmente en áreas rurales o con menos acceso a recursos tecnológicos.

Uno de los primeros pasos importantes hacia la implementación de STEAM en Colombia fue el desarrollo de programas como el Programa Ondas, impulsado por Colciencias (hoy Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación), que busca fomentar el interés por la ciencia y la investigación en estudiantes de primaria y secundaria a través de proyectos interdisciplinarios. A través de este tipo de iniciativas, se promueve el pensamiento crítico y la solución de problemas en un marco de colaboración y creatividad. Estos principios están alineados con los objetivos de la metodología STEAM, al fomentar un aprendizaje activo y basado en proyectos, en lugar de un enfoque puramente teórico (Habilitas Educación, 2021).

En el ámbito de la robótica educativa, la adopción de kits como LEGO Mindstorms ha sido un pilar fundamental en varias instituciones educativas del país. La implementación de estos kits

permite a los estudiantes desarrollar habilidades en programación y diseño, acercando la tecnología a las aulas de manera práctica. Un claro ejemplo de esto es la STEAM Conference en Cundinamarca, que se ha convertido en un punto de encuentro para la difusión de tecnologías educativas en el país, permitiendo que estudiantes de diferentes regiones, incluidas las rurales, accedan a experiencias interactivas de robótica y programación (Habilitas Educación, 2021). Estos eventos fomentan un entorno de aprendizaje dinámico y colaborativo, donde los estudiantes no solo adquieren competencias técnicas, sino que también desarrollan habilidades blandas, como el trabajo en equipo y la comunicación.

Además de los esfuerzos del sector educativo formal, diversas empresas privadas y organizaciones no gubernamentales han apoyado la implementación de la metodología STEAM en Colombia. Por ejemplo, el documento "Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos" resalta proyectos como el desarrollado por la Fundación Parque Explora en Medellín, que ha utilizado la tecnología educativa y la robótica para involucrar a niños y jóvenes en actividades interactivas que estimulan el interés por las ciencias y la ingeniería. Estas iniciativas han demostrado ser efectivas para aumentar la motivación de los estudiantes y acercar las ciencias a contextos donde tradicionalmente ha habido una mayor brecha en términos de acceso a educación tecnológica.

Un aspecto relevante en la implementación de STEAM en Colombia es la búsqueda de equidad educativa. En zonas rurales, el acceso a tecnología educativa sigue siendo un reto, pero iniciativas como las promovidas por Habilitas Educación buscan cerrar esta brecha al proporcionar materiales y programas de formación tanto para estudiantes como para docentes en áreas con menos recursos. En este contexto, la robótica educativa y el aprendizaje basado en proyectos permiten a los estudiantes aprender de manera tangible, involucrando no solo la resolución de problemas científicos y tecnológicos, sino también fomentando el uso de materiales accesibles y reciclados, como se menciona en proyectos como la construcción de una ciudad con material reutilizado en la metodología STEAM (TFG, 1492).

1.4.1.3. Regionales. A nivel regional, Nariño ha apostado por la formación docente como un pilar fundamental para asegurar la correcta implementación de STEAM en las aulas. La Secretaría de Educación de Nariño ha promovido la capacitación de los docentes en el uso de herramientas tecnológicas y en la aplicación de metodologías activas, lo que ha permitido que los profesores adapten sus prácticas pedagógicas a las nuevas exigencias de la educación del siglo XXI.

La implementación de STEAM en Nariño también se ha visto reflejada en el énfasis que se le ha dado a la educación ambiental y tecnológica. La región, conocida por su biodiversidad, ha utilizado el enfoque STEAM para desarrollar proyectos que vinculen a los estudiantes con su entorno natural, promoviendo prácticas sostenibles y soluciones tecnológicas aplicadas a la realidad local.

Uno de los esfuerzos más notables ha sido la creación de espacios académicos como el Foro Educativo Departamental de Nariño, que sirve como plataforma para la socialización de proyectos y experiencias educativas innovadoras que se alinean con los principios de la metodología STEAM. Este foro ha destacado la importancia de integrar la ciencia, la tecnología y la creatividad en el currículo escolar, con el fin de fomentar una educación más inclusiva y equitativa en las zonas rurales y urbanas del departamento.

1.4.2. Marco teórico

El sistema educativo actual enfrenta desafíos significativos para preparar a los estudiantes para un mundo cada vez más complejo e interconectado. Nuestra región no es ajena a ello y en la ciudad de Pasto, como en muchos otros lugares, los métodos de enseñanza tradicionales se han mostrado insuficientes para desarrollar en los estudiantes habilidades cruciales para el siglo XXI, como el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas. Según Vicente et al. (2021), los cambios sociales y tecnológicos requieren que los estudiantes se preparen para enfrentar los desafíos actuales, adquiriendo competencias en ciencia y tecnología, al mismo tiempo que fortalecen habilidades esenciales como la creatividad y la innovación. La metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) ofrece un enfoque interdisciplinario y práctico que busca superar estas limitaciones. Este proyecto propone implementar y evaluar el

impacto de un programa educativo basado en STEAM, utilizando el kit de LEGO Mindstorms EV3, en estudiantes de ingeniería mecatrónica de la universidad mariana, en la ciudad de Pasto.

1.4.3. Marco conceptual y teórico

Los conceptos que contribuyen al desarrollo de este estudio incluyen:

1.4.3.1. Metodología STEAM. La metodología STEAM es un enfoque pedagógico que integra las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas para fomentar un aprendizaje interdisciplinario y basado en proyectos. A diferencia de los enfoques tradicionales que tratan estas disciplinas por separado, STEAM busca que los estudiantes resuelvan problemas del mundo real utilizando el pensamiento crítico, la creatividad, y la colaboración entre disciplinas.

1.4.3.1.1. ¿Qué es la metodología STEAM?. STEAM se originó como una extensión de la metodología STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) al incluir el Arte, reconociendo la importancia de la creatividad y el diseño en la solución de problemas tecnológicos. El objetivo principal de STEAM es fomentar la innovación al vincular las competencias técnicas con la creatividad. Según Yakman y Lee (2012), STEAM busca “crear conexiones transversales entre las disciplinas, promoviendo un aprendizaje holístico que vincula teoría y práctica”.

Los estudiantes que participan en proyectos STEAM desarrollan no solo habilidades técnicas, sino también competencias transversales como el trabajo en equipo, la comunicación y el pensamiento crítico. Además, el enfoque promueve un aprendizaje basado en proyectos (PBL), donde los estudiantes trabajan en problemas abiertos y desarrollan soluciones innovadoras.

1.4.3.1.2. Estrategias STEAM en la Educación. Diversas estrategias pueden ser implementadas para enseñar STEAM, especialmente utilizando tecnologías como LEGO Mindstorms EV3:

1. **Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL):** Según Thomas (2000), el aprendizaje basado en proyectos es una metodología en la que los estudiantes adquieren conocimientos al involucrarse en proyectos complejos, que requieren la aplicación de diversas competencias. En el contexto STEAM, estos proyectos pueden incluir la creación de robots, el diseño de prototipos, o la resolución de problemas técnicos complejos utilizando el kit de LEGO Mindstorms EV3.

2. **Integración Interdisciplinaria:** STEAM promueve la integración de varias disciplinas. Un proyecto de robótica educativa, por ejemplo, puede incluir la programación de un robot (Tecnología e Ingeniería), el análisis de sus movimientos y fuerzas (Ciencia y Matemáticas), y el diseño de su estructura (Arte). La metodología busca que los estudiantes vean el aprendizaje como un proceso integral, tal como señalan Sanders y Nelson (2014) .
3. **Evaluación Formativa:** Un componente importante de STEAM es la retroalimentación continua. Los estudiantes son evaluados no solo en los resultados, sino en el proceso de resolución de problemas. Esto les permite reflexionar sobre su aprendizaje y ajustar sus estrategias, mejorando tanto sus habilidades técnicas como su capacidad para resolver problemas creativos.
 - **Pensamiento Crítico:** Capacidad para analizar y evaluar la información de manera objetiva para tomar decisiones fundamentadas.
 - **Creatividad:** Habilidad para generar ideas novedosas y útiles.
 - **Resolución de Problemas:** Proceso de identificar soluciones efectivas para situaciones complejas.

1.4.3.2. Lego mindstorms EV3. LEGO Mindstorms EV3 es una plataforma educativa que combina el aprendizaje práctico y la robótica. Permite a los usuarios, diseñar, construir y programar robots que utilizando adecuadamente el software LEGO, realizan tareas específicas. Como se observa en la Figura 1, estos kits incluyen una variedad de piezas, un sistema de control, software, motores y sensores que los usuarios pueden ensamblar para construir un robot motorizado capaz de interactuar con su entorno.

Figura 1

Kit de LEGO Mindstorms



Nota. Adaptado de lego mindstorms por mindstorms ev3, steam for high school (s. f.)

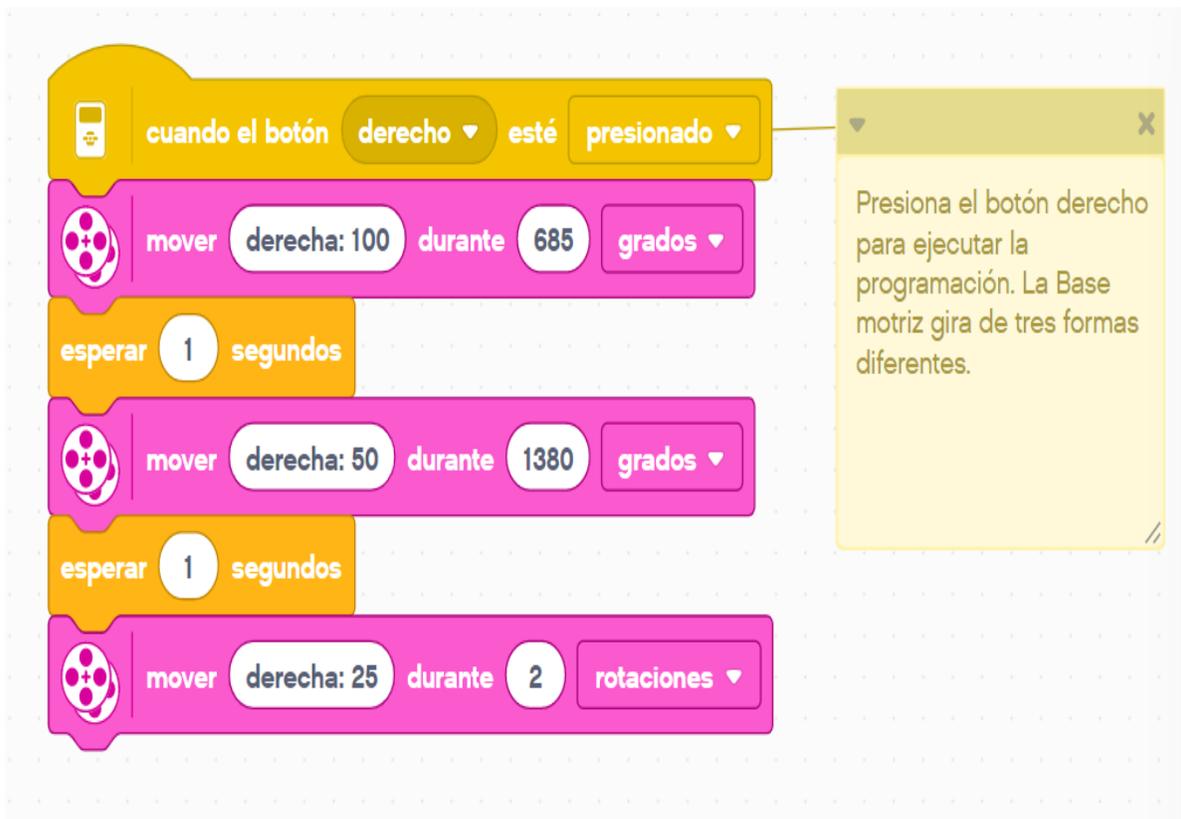
El funcionamiento de un robot sigue una secuencia específica. Primero, los sensores capturan información del entorno y la envían al bloque de control (brick/ladrillo). Posteriormente, esta información es procesada, y como resultado, el programa envía señales a los motores, que responden de acuerdo a la información recibida del exterior. Todo este proceso se puede visualizar de la siguiente manera:

La elección del kit LEGO Mindstorms EV3 entre los productos de robótica disponibles se debe a las numerosas ventajas que ofrece, entre estas se destaca que es uno de los sistemas que utiliza un sistema de montaje y desmontaje sencillo, es expandible y es compatible con diversos sensores. Además, permite trabajar en 2D (diseño por computadora) y en 3D, y admite múltiples lenguajes de programación. Este sistema se adapta a los diferentes estilos de aprendizaje presentes en un aula, es motivador tanto para niños como para adultos y permite que personas sin conocimientos previos en programación o robótica puedan trabajar con robots. Asimismo, LEGO Education propone una metodología educativa fundamentada en los cuatro pilares de la educación, establecidos por la UNESCO en su informe sobre la educación para el siglo XXI.

1.4.3.3. Software Lego Mindstorms EV3 Home. El software LEGO Mindstorms, ampliamente utilizado en kits educativos como el EV3, es una herramienta que permite a los estudiantes interactuar con los conceptos STEAM mediante actividades prácticas en robótica. Inspirado en la filosofía del lenguaje de programación visual Scratch, Mindstorms emplea una interfaz intuitiva y accesible basada en bloques como se observa en la Figura 2. Esta metodología, similar a Scratch, permite que los estudiantes “programen” arrastrando y conectando bloques, cada uno representando una acción o función específica, lo que hace el proceso de programación visual, sencillo y comprensible.

Figura 2

Entorno de programación tipo Scratch



1.4.3.4. Robótica Educativa. La robótica educativa es una herramienta pedagógica que utiliza robots y tecnología para enseñar conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Se basa en el principio de que el aprendizaje práctico y basado en proyectos facilita la comprensión de conceptos abstractos. Según Ferrari et al. (2009), la robótica educativa es una metodología eficaz para el desarrollo de habilidades como la creatividad, la resolución de problemas y el pensamiento crítico.

1.4.3.4.1. El impacto de la robótica educativa en el aprendizaje. La robótica educativa promueve un aprendizaje activo, donde los estudiantes no solo adquieren conocimientos, sino que también aplican esos conocimientos a situaciones del mundo real. La construcción y programación de robots permite a los estudiantes ver cómo los principios teóricos se traducen en acciones concretas. Al respecto, Alimisis (2013) argumenta que la robótica educativa tiene el potencial de transformar el aprendizaje, haciéndolo más relevante y motivador para los estudiantes.

1.4.4. Marco legal

El proyecto se enmarca dentro de la normativa educativa nacional de Colombia, que promueve la innovación y el mejoramiento continuo de la calidad educativa. Se tendrán en cuenta las directrices del Ministerio de Educación Nacional en cuanto a la implementación de nuevas metodologías, así como las regulaciones específicas de las instituciones educativas participantes.

1.4.5. Marco ético

El estudio respetará los principios éticos de la investigación educativa, garantizando la confidencialidad y el anonimato de los participantes. Se obtendrá el consentimiento informado de los estudiantes, y se asegurará que la intervención educativa no afecte negativamente el rendimiento académico o bienestar de los estudiantes.

1.5. Metodología

La investigación se orienta a reflejar, describir e interpretar la realidad educativa. Este enfoque permite comprender la influencia de la tecnología en el interés de los estudiantes por la innovación y la ciencia. La investigación se caracteriza por ser inductiva, abierta, flexible, cíclica y emergente, lo cual es adecuado para un entorno educativo dinámico.

1.5.1. Paradigma de investigación

Investigación cuantitativa: Este proyecto se enmarca en el enfoque cuantitativo, ya que se basa en el análisis detallado del desempeño de los roles de los estudiantes, sus comportamientos frente a los desafíos de los proyectos y su proceso de aprendizaje a través de la metodología STEAM con LEGO Mindstorms EV3. Este paradigma se complementará con un enfoque mixto para incorporar algunos elementos cuantitativos, como el uso de pretest y postest para evaluar los resultados como se detalla en la Figura 3, pero el análisis estará centrado en la observación, la interpretación y la comprensión del desarrollo de los estudiantes en contextos educativos reales favoreciendo el desarrollo de competencias técnicas y transversales en los estudiantes.

Figura 3

Matriz Metodológica.



1.5.2. Enfoque de investigación

Enfoque cualitativo: La investigación utiliza un enfoque cualitativo, que, según Bisquerra (2004), permite describir, reflejar e interpretar la realidad educativa. Esto implica que el investigador se involucra de manera cercana con los participantes para entender cómo la implementación de la robótica educativa y la metodología STEM impactan en los estudiantes ya que se está analizando un fenómeno complejo (el impacto de la robótica y STEM en la enseñanza) en un contexto específico (formación académica de ingenieros mecatrónicos). Además, se busca una comprensión

profunda de las experiencias de los estudiantes permitiendo obtener información rica y detallada sobre las percepciones y experiencias de los participantes.

1.5.3. Tipo de investigación

Al integrar la metodología STEAM se enmarca una investigación cuantitativa de tipo descriptivo, este estudio se propone explorar el comportamiento del grupo de prueba al utilizar el kit de LEGO Mindstorms como recurso didáctico en la adquisición de conocimientos adquiridos por parte de los estudiantes. A través de la percepción y evaluación de variables relevantes, se busca describir los cambios producidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo de roles al enfrentar los desafíos de proyectos de diferente complejidad.

1.5.4. Población y muestra / Unidad de trabajo y unidad de análisis

La investigación se realizaría con dos grupos poblacionales: estudiantes de formación académica de educación superior como lo son los estudiantes de ingeniería mecatrónica de la universidad Mariana de Pasto y como segundo grupo poblacional se aplica a estudiantes en etapa formativa de educación básica. El muestreo es no probabilístico, lo que significa que la selección de los participantes no sigue criterios aleatorios, sino que se ajusta a las características del contexto y las necesidades del estudio permitiendo un análisis de la dinámica educativa en un contexto de formación media y universitario, considerando a estudiantes con diferentes percepciones y características diversas evaluadas en el pre test de indagación inicial.

1.5.5. Categorización y variables de investigación

La investigación establece categorías y subcategorías relacionadas con los objetivos específicos del estudio, que incluyen:

- A. Comparar metodologías de enseñanza tradicionales con el enfoque STEM.
- B. Diseñar estrategias que promuevan el pensamiento creativo y técnicas transversales.
- C. identificar el comportamiento al integrar las estrategias STEM en el aprendizaje de los estudiantes

- D. Las variables fundamentales incluyen el desarrollo de competencias científicas, pensamiento creativo, tecnológico y colaborativo.

1.5.6. Técnica e instrumentos de recolección de información

La investigación emplea varios instrumentos para recoger los datos:

- A. Registro: Utilizado para análisis comportamientos y observaciones de los participantes en el desarrollo de actividades orientadas a la problemática o desafíos de proyectos reales.
- B. Encuestas: Para captar percepciones y reflexiones de los estudiantes.
- C. Observación participante: El investigador se involucra en las actividades educativas para observar de cerca las interacciones y dinámicas de los estudiantes en el aula.
- D. Entrevistas semiestructuradas: Estas se utilizan para obtener información detallada y profunda de los participantes.
- E. Unidades didácticas: Planeación de actividades educativas basadas en la metodología STEAM.
- F. Pretest y Postest cuantitativo para medir habilidades en los estudiantes:

La variedad de instrumentos permite obtener una visión más completa y holística del impacto de las metodologías STEM en el aprendizaje. Se combinan técnicas cualitativas como la observación y las entrevistas con el análisis de los planes de enseñanza (unidades didácticas).

1.5.7. Procedimiento metodológico

El procedimiento sigue un enfoque secuencial con diferentes fases:

- A. Revisión de la literatura y formulación del problema.
- B. Recolección de datos mediante entrevistas, observación y análisis documental.
- C. Análisis comparativo de los resultados obtenidos en relación con los conceptos de literatura realizados en la introducción de la metodología STEAM y la interacción con el Kit LEGO Mindstorms EV3.

1.5.7.1. Las técnicas de investigación. Se analizan los resultados de la implementación de la metodología STEAM en comparación con las metodologías tradicionales. El análisis considera el impacto de las estrategias STEAM en el desarrollo de habilidades tecnológicas y científicas en los estudiantes, destacando el aprendizaje activo y colaborativo.

Se realiza una comparación constante entre los datos recolectados y la literatura, lo que asegura una validación teórica de los hallazgos.

1.5.7.2. La técnica de observación. En el presente proyecto, se emplea una técnica de observación estructurada para evaluar el desarrollo de habilidades y competencias en dos grupos de estudiantes al aplicar la metodología STEAM. Esta técnica permite una evaluación sistemática y detallada, basada en criterios definidos que reflejan el éxito en la aplicación de STEAM, con un enfoque específico en la interacción de los estudiantes con el kit LEGO Mindstorms EV3.

1.5.7.3. Objetivo de la técnica de observación. El objetivo de esta técnica es registrar y evaluar de manera objetiva las competencias y habilidades científicas, tecnológicas, de ingeniería, artísticas y matemáticas que los estudiantes desarrollan a través de actividades prácticas en el entorno STEAM. Esta evaluación nos permitirá analizar el impacto de la metodología en el proceso de aprendizaje y la adquisición de competencias.

1.5.7.3.1. Metodología de Observación Estructurada. La técnica de observación estructurada se aplica en las distintas fases del proyecto educativo, desde la planificación hasta la ejecución y presentación final.

1.5.7.3.2. Definición de Criterios de Observación. Los criterios de observación se basan en las competencias determinadas que se busca desarrollar en los estudiantes al aplicar la metodología STEAM. Los criterios específicos a evaluar son:

- **Resolución de problemas:** Capacidad de identificar, analizar y resolver problemas técnicos o conceptuales que surjan durante el desarrollo del proyecto.
- **Pensamiento crítico:** Habilidad para evaluar y reflexionar sobre las decisiones y pasos que conducen a la solución de problemas.

- **Colaboración y trabajo en equipo:** Nivel de participación, cooperación y comunicación efectiva entre los estudiantes en el trabajo grupal.
- **Creatividad e innovación:** Grado de originalidad en las ideas propuestas, así como en el diseño y desarrollo de soluciones.
- **Manejo de herramientas tecnológicas:** Habilidad para utilizar el kit LEGO Mindstorms EV3 y otras herramientas tecnológicas de manera adecuada, optimizando su uso para cumplir con los objetivos del proyecto.
- **Comprensión y aplicación de conceptos científicos y tecnológicos:** Nivel de comprensión y capacidad para aplicar conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas en el desarrollo del proyecto.

1.5.7.3. Definición de la técnica de evaluación. Pretest y postest, para medir el impacto del proyecto en el desarrollo de habilidades específicas como programación, diseño mecánico y pensamiento lógico, permitiendo un análisis más detallado y objetivo de los resultados.

1.5.7.3.1. Habilidades Evaluadas:

Programación: Comprensión de conceptos básicos (estructuras condicionales, bucles, funciones) y capacidad para escribir y depurar códigos en el software LEGO Mindstorms, scratch.

Diseño Mecánico: Conocimiento de principios básicos de mecánica y habilidad para construir prototipos funcionales utilizando piezas del kit LEGO.

Pensamiento Lógico: Resolución de problemas mediante algoritmos y análisis de situaciones complejas y diseño de soluciones secuenciales.

1.5.7.3.2. Estructura del Pretest y Postest. Cada test incluirá secciones que evalúen estas habilidades mediante preguntas y actividades específicas:

Programación: En el pretest, se evaluará la capacidad de los estudiantes para identificar el resultado de un programa básico, ya sea en formato visual (bloques) o textual (pseudocódigo), y se les pedirá resolver un ejercicio simple de programación utilizando bucles o condicionales. Al finalizar las actividades, el postest se centrará en diseñar un programa para un robot que realice una tarea específica, como seguir una línea, y los estudiantes deberán implementar y depurar un

programa en el software LEGO Mindstorms, permitiendo evaluar el progreso en sus habilidades de programación a lo largo del proyecto.

Diseño Mecánico: En el pretest, se evaluará la capacidad de los estudiantes para seleccionar el diseño más estable entre varias opciones proporcionadas y se les pedirá ensamblar una estructura básica con las piezas de LEGO siguiendo un plano. Al finalizar las actividades, el postest se centrará en la habilidad de los estudiantes para explicar cómo modificar un diseño para mejorar su estabilidad o funcionalidad, los estudiantes diseñarán y construirán un prototipo funcional que cumpla con un objetivo específico, permitiendo así medir su progreso en diseño mecánico durante el proyecto.

Pensamiento Lógico: En el pretest, se evaluará el pensamiento lógico de los estudiantes mediante la resolución de un problema básico, como un acertijo con pasos secuenciales, y propondrán una solución para mover un robot de un punto A a un punto B. En el postest, se planteará un problema más complejo para que los estudiantes analicen y desglosen los pasos lógicos necesarios para resolverlo, acompañado de una actividad práctica donde diseñen un flujo de trabajo que permita a un robot realizar múltiples tareas en secuencia, reflejando así el desarrollo de sus habilidades lógicas.

1.5.7.4. Proceso de Observación Durante la Actividad STEAM. La observación se lleva a cabo de manera continua durante las distintas etapas de la actividad STEAM:

- **Fase de planificación:** Se observa cómo los estudiantes colaboran para definir objetivos y planificar su proyecto.
- **Fase de ejecución:** Se evalúan las habilidades prácticas y la resolución de problemas en tiempo real, así como el uso de herramientas tecnológicas.
- **Fase de presentación y retroalimentación:** Se observa la capacidad de los estudiantes para comunicar sus resultados y reflexionar sobre el proceso, así como su apertura a la retroalimentación.

1.5.8. Procedimiento de Implementación

El procedimiento de implementación del proyecto incluye dos fases esenciales de evaluación: primero, se realiza un pretest antes del inicio de las actividades STEAM, con el propósito de evaluar el nivel inicial de los estudiantes e identificar las brechas de conocimiento, lo que permitirá ajustar la metodología según sea necesario. Posteriormente, al finalizar todas las actividades, se lleva a cabo un postest para medir el progreso alcanzado en habilidades específicas y comparar los resultados con el pretest, con el fin de determinar el impacto del proyecto y evaluar los avances en el aprendizaje de los estudiante

1.5.9. Análisis de resultados.

Al finalizar la actividad, se realiza un análisis detallado de los datos registrados en la lista de cotejo. Este análisis se enfoca en identificar:

- **Patrones de desempeño:** Áreas en las que los estudiantes destacan o presentan desafíos.
- **Fortalezas y áreas de mejora:** Aspectos específicos que pueden ser reforzados en futuros proyectos o actividades.
- **Impacto de la metodología STEAM:** Mediante la comparación de los resultados obtenidos, se evalúa cómo la metodología STEAM, implementada a través del kit LEGO Mindstorms EV3, contribuye al desarrollo de habilidades en los estudiantes.

El método de evaluación se basa en una comparación cuantitativa entre los puntajes obtenidos en el pretest y postest, analizando cada habilidad específica para identificar las áreas de mayor progreso. Además, se emplearán pruebas estadísticas para validar la significancia del impacto, asegurando que los resultados obtenidos reflejan mejoras reales en las competencias de los estudiantes a lo largo del proyecto. Cada componente del pretest y postest puede ser evaluado con los siguientes niveles de desempeño:

Tabla 1

Rubricas de Evaluación

Nivel	Criterios	Puntaje
Avanzado	Respuestas completas, funcionales y optimizadas; diseño innovador y lógica impecable.	9-10
Intermedio	Respuestas funcionales con algunos con algunos errores menores; diseño funcional pero sin innovación significativa.	7-8
Básico	Respuestas incompletas o con errores significativos; diseño funcional mínimo.	5-6
Insuficiente	Respuestas incorrectas o sin fundamento lógico; diseño no funcional o inexistentes.	<5

1.5.10. Registro de Resultados. Los resultados de la observación se registran en el documento del proyecto, donde se detallan los puntajes de cada estudiante o grupo en cada criterio, junto con ejemplos de comportamiento observados que respaldan la evaluación. Además, se adjuntan notas cualitativas sobre el desempeño, como ejemplos de creatividad en el diseño de soluciones, actitudes de colaboración o problemas específicos enfrentados y resueltos.

1.5.11. Instrumentos de investigación.

1.5.11.1. La entrevista semiestructurada. Es el principal instrumento cualitativo que se utilizará en este estudio. Este tipo de entrevista permite a los investigadores explorar en profundidad las percepciones y experiencias de los estudiantes con respecto a la implementación de la metodología STEAM, centrándose en áreas como el desempeño de roles, el trabajo en equipo, la resolución de problemas, y los desafíos enfrentados durante el proyecto con LEGO Mindstorms EV3.

Se diseñará una guía con preguntas claves basadas en los objetivos específicos del proyecto. Estas preguntas estarán orientadas a obtener respuestas sobre la experiencia del estudiante en el

proyecto y el desarrollo de roles dentro de su equipo como también profundizar en temas como qué conoce sobre la metodología STEAM, estrategias y desarrollo de roles. Permitiendo explorar cómo los estudiantes perciben su participación en los proyectos con LEGO Mindstorms EV3 y cómo valoran su desempeño en competencias técnicas y transversales, como la toma de decisiones, la colaboración y el liderazgo.

Las entrevistas se realizan de manera individual con un formato digital para mejor recepción de las respuestas, estas serán analizadas utilizando técnicas de estudio de contenido proporcionado. Se buscarán patrones y temas recurrentes relacionados con el desempeño de roles, el trabajo en equipo y las competencias desarrolladas en el marco de la metodología STEAM.

1.5.11.2. Validez de la investigación. Uno de los principales retos identificados es captar y mantener la atención de los estudiantes, para la validación de la metodología aplicada, se ha tenido en cuenta los siguientes ítems:

- a. Herramientas de diseño y su aplicación:
Es necesario capacitar a los estudiantes en el uso efectivo de diversas herramientas que les permitan llevar a cabo sus retos y proyectos de manera práctica.
- b. Metodologías en diseño mecatrónico, como el diseño paralelo:
Es esencial que los estudiantes aprendan métodos y enfoques de diseño específicos en mecatrónica para facilitar la creación de proyectos de forma eficiente.
- c. Conceptos y criterios de Programación, Matemáticas:
Los estudiantes deben adquirir habilidades para desarrollar soluciones conceptuales basadas en criterios de lógica y secuenciales, que les permitan solucionar un problema específico.
- d. Enfoque sistémico:
Es crucial desarrollar en los estudiantes la capacidad de analizar proyectos desde una perspectiva sistémica, considerando las relaciones e interacciones entre sus distintos componentes.

1.5.11.2.1. Validez Interna . Para este proyecto, se ha asegurado de que los resultados se deban a las actividades diseñadas y no a factores externos.

Caracterización Demográfica

Para el estudio, se consideraron dos grupos poblacionales en la ciudad de Pasto: estudiantes de primer semestre de Ingeniería Mecatrónica y estudiantes de entre 9 y 15 años. A continuación, se detallan las características demográficas de estos grupos:

A. Edad:

- i. **Grupo 1:** Estudiantes en edades comprendidas entre 9 y 15 años, correspondientes a la educación básica en niveles de primaria y secundaria.
- ii. **Grupo 2:** Estudiantes de primer semestre de Ingeniería Mecatrónica, generalmente con edades entre 17 y 21 años

B. Nivel Educativo:

- i. **Grupo 1:** Estudiantes de educación básica y secundaria, cursando grados desde el cuarto de primaria hasta el noveno de secundaria en diversas instituciones educativas de la ciudad de Pasto
- ii. **Grupo 2:** Estudiantes de primer semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica, quienes se encuentran en su primer año de educación superior en una institución de nivel universitario.

C. Género: Ambos grupos incluyen participantes de género masculino y femenino, reflejando la diversidad de género en la población estudiantil de la ciudad de Pasto.

D. Contexto Socioeconómico: Los participantes provienen de diversos contextos socioeconómicos. La ciudad de Pasto presenta una variabilidad en las condiciones socioeconómicas, donde algunos estudiantes provienen de familias con ingresos medios o bajos, mientras que otros pueden contar con mayores recursos económicos. Este contexto socioeconómico mixto permite que el estudio refleje la realidad de los estudiantes de la región en términos de acceso a la educación y oportunidades de aprendizaje.

Estrategias para asegurar la validez interna:

A. Diseño Experimental Cuidadoso: Se utiliza un diseño controlado, con dos grupos poblacionales definidos para la implementación de las estrategias de la metodología STEAM.

- B. **Consistencia en la Implementación:** Se estandariza la aplicación de la metodología STEAM en todas las sesiones y para todos los grupos, siguiendo los mismos pasos, instrucciones y materiales.
- C. **Evaluación Continua del Progreso de los Estudiantes:**
 - a. Se realizan evaluaciones a través de rúbricas y cuestionarios que midan cada componente STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas). En donde se ha ponderado componentes con mayor valor de acuerdo a cada grupo poblacional.
 - b. Al monitorear el progreso en cada componente, se puede medir de manera asertiva el alcance de las estrategias implementadas.
- D. **Reducción de Sesgos de Evaluación:** Se incluye autoevaluación y coevaluación entre estudiantes para obtener una perspectiva integral.
- E. **Control de Variables Externas:** Se identifica y minimiza factores externos que puedan influir en los resultados, como el nivel de apoyo en casa, el acceso a recursos adicionales o la carga de trabajo fuera del proyecto.

1.5.11.2.1. Validez Externa. La validez externa evalúa si los resultados y aprendizajes obtenidos en el proyecto pueden generalizarse a otros contextos, como diferentes escuelas, niveles académicos o regiones.

Estrategias para asegurar la validez externa:

- A. **Diversificación de Participantes:**
 - a. Se implementa el proyecto en distintos contextos, para este caso, en dos grupos poblacionales bien definidos, y se complementa con visitas programadas a instituciones educativas de Pasto en donde se expone de manera clara el objetivo del proyecto.
 - b. Esto permite ver si los resultados obtenidos son aplicables a una muestra más amplia.
- B. **Replicación en Diferentes Contextos:**
 - a. Se replica el proyecto en otros grupos de estudiantes o en diferentes entornos educativos, manteniendo los mismos procedimientos y evaluaciones.

- b. Se documenta los resultados de cada contexto lo cual permite comparar y confirmar la efectividad del enfoque STEAM en diferentes entornos.

C. Generalización de los Resultados:

- a. Se desarrolla un análisis de los hallazgos para evaluar si las habilidades y conocimientos adquiridos por los estudiantes pueden aplicarse en situaciones fuera del entorno escolar (como en casa o en la comunidad).
- b. Se incluyen proyectos o actividades relacionadas con problemas de la vida real que permitan a los estudiantes aplicar sus aprendizajes en otros ámbitos.

D. Instrumentos Estandarizados de Evaluación:

- a. Se usan instrumentos de evaluación que hayan sido validados en otros estudios similares de acuerdo al marco teórico de referencia para obtener medidas consistentes.

E. Incluir la Opinión de Docentes y Expertos Externos:

- a. Se incluye información relevante de expertos en la metodología STEAM de acuerdo al marco de referencia.
- b. La retroalimentación externa ofrece una perspectiva adicional sobre la efectividad y relevancia del enfoque STEAM en otros contextos educativos.

F. Evaluación Longitudinal:

- a. Se realiza un seguimiento de los estudiantes en el tiempo para observar los conocimientos y habilidades adquiridos con el proyecto STEAM.
- b. Se compara el desarrollo en habilidades de pensamiento crítico, creatividad, y resolución de problemas en estudiantes que participaron en el proyecto STEAM.

2. Presentación de Resultados

En esta etapa se presentan los resultados obtenidos en el desarrollo de cada una de las fases de la investigación, siendo de tipo cualitativo con respecto a los datos obtenidos con los instrumentos de evaluación, la observación de características y variables desempeñadas en los estudiantes.

Los resultados se obtienen en base al desarrollo de los objetivos propuestos, de tal manera que la información se estructura en tres partes; la primera se basa en identificar las estrategias de aprendizaje orientadas a la implementación de la metodología STEAM y clasificar las mismas sin antes desarrollar un análisis de las áreas de conocimiento de la población en la que se va aplicar. Además la información se recolecta por medio de encuestas y seguimiento de observación, esto se realiza con la percepción que tiene los estudiantes en las áreas básicas del nivel académico que estén cursando, para la primera población pertenece a una etapa de educación básica se analizan áreas como; matemáticas, geometría, artes y las habilidades técnicas como lógica, análisis y resolución de problemas, mientras que para la población de educación superior; estudiantes de primer semestre de ingeniería mecatrónica se estudian áreas como: electrónica, programación, ingeniería y desarrollo de habilidades lógicas de construcción y resolución de problemas.

Respecto a la segunda parte se enfoca en el desarrollo y aplicación de las estrategias basadas en la metodología STEAM para analizar los procesos de aprendizaje en el cual se identifica el desempeño de los estudiantes en cada una de las áreas de conocimiento, variables de comportamientos y habilidades computacionales gracias a la interacción directa con la tecnología de una forma intuitiva y creativa. El aprendizaje se desarrolla en sesión estructuradas en teoría de conceptos básicos sobre el kit de LEGO Mindstorms, acercamiento con sus componentes y el aprendizaje basado en proyectos, de forma que se llevaron a cabo actividades de indagación, experimentación, lógica, problema-solución, solución-aplicación, en los cuales los estudiantes toman diferentes roles como parte del trabajo en equipo que proporciona un aprendizaje en conjunto, entrelazando diferentes conocimientos, fomentando el empleo de los componentes y piezas que estimulan permanentemente el pensamiento lógico y crítico, todas estas actividades se convierten en el protagonista principal para motivar a los estudiantes a la adquisición de competencias en cada área de trabajo y de estrategias para abordar un problema, buscar una solución con visión futurista y real. El análisis se realiza a través de la información recolectada,

observación, diferenciación, experimentación, comparación, indagación y argumentación de los estudiantes en cuanto a los conocimientos adquiridos y la percepción de la metodología a aplicar en un entorno de robótica educativa.

La última sección se enfoca en plasmar la evaluación del alcance obtenido evidenciando el impacto de la metodología STEAM al aplicar las estrategias en el curso de extensión Robótica educativa que se abrió en la Universidad Mariana de Pasto, siendo esta la primera población (**Gupo Poblacional N°1**) de evaluación que se encuentra entre los 9 a 17 años de edad y para el segundo grupo de evaluación se encuentran estudiantes de primer semestre de programa de Ingeniería Mecatrónica de la misma universidad, siendo una población (**Gupo Poblacional N°2**) entre los 17 y 21 años de edad para cada una de las poblaciones de evaluación se tienen procesos de aprendizajes diferentes de tal manera que los análisis de resultados son con respecto a las áreas de enfoque reforzadas durante las sesiones, sin embargo los estudiantes en general fortalecen las mismas competencias en cuanto lo que confiere al trabajo colaborativo, permitiendo el trabajo en equipo, flexibilidad en la comunicación entre los estudiantes y los grupos de trabajo, especialmente este comportamiento es más observable en la primera población, creando espacios de intercambio de saberes y como esa diferencia de percepción de las áreas de trabajo converge para buscar soluciones para resolver problemas generales, complejos y específicos del entorno educativos y más aún enfocados en la robótica.

Los estudiantes desarrollan competencias técnicas, pensamiento lógico al permanecer interactuando directamente en un campo tecnológico, manipulando componentes electrónicos, creando diseños mecánicos y apoyándose en herramientas digitales que son propias de las ciencias, tecnología e ingeniería, permitiendo al estudiantes definir su enfoque en las áreas académicas, en el caso de los estudiantes del curso de robótica educativa se observa gran percepción y acogimiento de la información proporcionada ya que despierta el interés por la electrónica, la programación y el pensamiento lógicos siendo estas unas áreas que están más alejados de las áreas que aprendizaje a los cuales están acostumbrados a trabajar, permitiendo encontrar una relación entre las áreas básicas de Matemáticas, ciencias, artes y la aplicación de las mismas en la ingeniería, la programación y la Tecnología.

2.1 Identificar y Clasificar estrategias de Metodología STEAM

Identificar y clasificar estrategias orientadas al desarrollo de la metodología STEAM utilizando LEGO Mindstorms EV3, adaptadas a las necesidades formativas de los estudiantes. El alcance de este objetivo se enfoca en analizar y categorizar las estrategias de aprendizaje que optimicen la enseñanza de la metodología STEAM. En este contexto, el aprendizaje basado en proyectos (PBL), el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje basado en diseño (ABD) son herramientas fundamentales que facilitan una educación interdisciplinaria, práctica y orientada a la resolución de problemas reales.

1. **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr):** Esta estrategia se centra en la ejecución de proyectos prácticos a través de los cuales los estudiantes aplican conocimientos de múltiples disciplinas (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas). En este enfoque, los estudiantes trabajan en el diseño y construcción de robots LEGO que cumplan con ciertos criterios, lo que no solo fortalece sus habilidades técnicas, sino también su creatividad y capacidad para trabajar en equipo. La estrategia se clasifica según el nivel de complejidad del proyecto y la autonomía requerida, adaptando actividades para cada grupo de estudiantes.
2. **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP):** Esta estrategia implica la presentación de problemas específicos que los estudiantes deben resolver a través de sus conocimientos en STEAM. En este enfoque, el uso de LEGO Mindstorms EV3 permite crear desafíos de programación y diseño de robots, donde los estudiantes aplican el pensamiento crítico para encontrar soluciones. Los problemas se diseñan para variar en complejidad, de modo que tanto estudiantes de educación básica como aquellos de nivel superior puedan desarrollar competencias en resolución de problemas.
3. **Aprendizaje Basado en Diseño (ABD):** Esta estrategia se enfoca en la conceptualización, planificación y creación de soluciones prácticas. En el marco de este proyecto, los estudiantes deben idear y diseñar robots que cumplan con ciertos objetivos funcionales y estéticos. La estrategia ABD permite a los estudiantes experimentar con el diseño y aplicar habilidades de ingeniería de manera creativa, desarrollando soluciones originales y eficientes. Este enfoque se adapta a las necesidades de cada nivel educativo, promoviendo un aprendizaje autónomo y basado en la experimentación.

Para el desarrollo de este objetivo, se utilizarán encuestas, entrevistas y observaciones para recopilar datos sobre la efectividad de cada estrategia en distintos grupos de estudiantes. Se diseñará una lista de cotejo con indicadores específicos para cada estrategia, permitiendo evaluar qué tan efectivas son en el desarrollo de habilidades STEAM y qué tan bien se adaptan a las características de cada grupo.

Tabla 2

Clasificación de estrategias de Metodología STEAM

Estrategias de aprendizaje	Estrategias de aprendizaje		Estrategias aplicadas dentro de las actividades
	Grupo poblacional N°1	Grupo poblacional N°2	
Aprendizaje basado en Proyectos (ABPr)	Participación, y trabajo en equipo. Pensamiento crítico y lógico	Desarrollo técnico (programación, mecánica, electrónica) Pensamiento crítico y analítico. Trabajo multidisciplinario.	Aprendizaje basado en juegos (Game Based Learning) Indagación guiada (IBL) Aprendizaje basado en retos.
Aprendizaje basado en problemas (ABP)	Análisis lógico y resolución de problemas reales	Análisis crítico de problemas técnicos, aplicaciones prácticas de ingeniería.	Aprendizaje colaborativo. Aprendizaje experiencial.
Aprendizaje basado en Diseño (ABD)	Diseño y Construcción de prototipado. Habilidades de creatividad, experimentación y autoaprendizaje. Interacción y adaptabilidad de manejo de herramientas tecnológicas.	Diseño de prototipos. Innovación en soluciones específicas y técnicas.	Diseño mecánico para solventar una necesidad. Aprendizaje Colaborativo

Teniendo en cuenta la Tabla 2 donde se clasifican las competencias desempeñadas por cada una de las estrategias de aprendizaje y el soporte que encuentran estas en otras estrategias que influyen en el desarrollo de actividades y son aplicadas en los dos grupos de trabajo, la clasificación se realizará en función de la capacidad de cada estrategia para impactar en áreas determinadas, tales como: Desarrollo técnico (programación, mecánica, electrónica), pensamiento crítico y creatividad, trabajo colaborativo y habilidades sociales, motivación y autonomía en el aprendizaje a través de proyectos creativos.

El enfoque de las estrategias planteadas permite diferenciar como se implementan y se adaptan según las necesidades de cada grupo, maximizando el desarrollo de habilidades en un entorno de robótica educativa, una vez obtenida la tabla de competencias desarrolladas en cada grupo dependiendo la estrategia aplicada se puede clasificar el proceso de aprendizaje que se desarrolla en cada grupo, el primer grupo poblacional correspondiente a los niños de nivel de educación básica desarrollará habilidades y competencias correspondientes a la estrategia de aprendizaje ABP y ABD, las cuales se adaptan mejor debido a la naturaleza creativa y lúdica que desempeñan estas estrategias. La clasificación de estrategias aplicadas a la población no se limita al momento del desarrollo de actividades ya que estas son impulsadas por otras estrategias que complementan el aprendizaje, para ello tenemos los juegos y retos que se realizan en cada una de las sesiones, convirtiéndose en estrategias de aprendizaje basada en juegos observando la alta receptividad por parte de los estudiantes hacia el aprendizaje colaborativo y experimental favoreciendo la interacción y comunicación. Los estudiantes encuentran motivación en estrategias que despiertan la singularidad al manipular herramientas tecnológicas, especialmente cuando utilizan los kits de Robótica como LEGO Mindstorms.

Dentro de la clasificación de estrategias para el grupo poblacional N° 2 se realiza un análisis de las competencias que cada una de las estrategias promete desarrollar, por ende teniendo en cuenta los resultados de las encuestas y conocimiento que son estudiantes de nivel de educación superior en áreas de ingeniería se determina que las estrategias de aprendizaje son las que conciernen a ABPr y ABP, de la misma manera las actividades desarrolladas en las sesiones tienen soporte en estrategias de aprendizaje basadas en retos, la indagación guiada es un enfoque que fomenta el pensamiento crítico y la curiosidad científica. Este enfoque impulsa a los estudiantes a hacer preguntas, experimentar y llegar a conclusiones, lo que se alinea con el enfoque práctico y

exploratorio de la metodología STEAM. A los estudiantes universitarios se les permite por medio de la indagación guiada puedan investigar temas más avanzados como la programación, el diseño de sistemas electrónicos y la resolución de problemas de ingeniería. Este enfoque también les permite experimentar con soluciones prácticas en la creación de proyectos robóticos, que es importante para su desarrollo en áreas de tecnología, ciencia e ingeniería, así mismo se implementa el aprendizaje colaborativo para trabajar en proyectos interdisciplinarios que requieren la integración de conocimientos en programación, electrónica y diseño mecánico. Además, fomenta el intercambio de ideas y el desarrollo de habilidades de liderazgo, esenciales en entornos profesionales.

Adaptación a Niveles Formativos: Las estrategias implementadas según el nivel educativo se realiza teniendo en cuenta las entrevistas y encuestas realizadas por los tutores a cada uno de los estudiantes, el estudiante X de grupo poblacional N°1 responde a la pregunta *¿Qué relación cree que existe entre las áreas de conocimiento tradicionales como Matemáticas, ciencias, artes y la robótica?* a la cual responde “ *no sé cómo funciona un robot y las operaciones que miramos en matemáticas*” de la misma manera se obtiene respuestas similares con cada uno de los estudiantes, en el desarrollo de las primeras sesiones se realizan preguntas *¿cómo aplicaría las matemáticas en el movimiento de un motor?* para dicha pregunta se observa el miedo al hablar hasta que se empieza a realizar la relación que existe entre las matemáticas y otras áreas como el arte, las ciencias y la robótica, explicando que el motor es muy similar a una circunferencia que requiere de realizar un giro de 360° lo que corresponde a 1 vuelta o rotación, de la misma manera se realizan explicación y repaso de las áreas básicas en las que se enfoca según el grupo poblacional.

El análisis de competencias permite determinar que estrategias se adaptarán para cumplir con las expectativas de cada grupo, permitiendo que los estudiantes de nivel básico y los de ingeniería mecatrónica experimenten la metodología STEAM de acuerdo con sus conocimientos previos y habilidades para los cuales se implementan actividades con las misma estrategia de aprendizaje y desarrollo pero con diferente complejidad y orientación práctica como: El Aprendizaje Basado en Retos (Challenge-Based Learning) consiste en involucrar a los estudiantes en resolver problemas del mundo real, donde deben aplicar conocimientos de las distintas áreas de STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas). Esta estrategia ayuda a los estudiantes a enfocarse en

solucionar problemas prácticos, incentivando la búsqueda de ideas y soluciones innovadoras (Lombardi, 2007).

Por otro lado, el Aprendizaje Basado en Juegos (Game-Based Learning) se enfoca en crear un entorno de aprendizaje divertido e interactivo, que combina elementos de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Al utilizar juegos como herramienta educativa, esta estrategia no solo facilita la comprensión de conceptos complejos, sino que también fomenta el trabajo en equipo para resolver problemas de manera colaborativa (Gee, 2003).

2.2. Aplicación de estrategias basadas en la metodología STEAM

Aplicar estrategias basadas en la metodología STEAM utilizando el kit de LEGO Mindstorms EV3 para fomentar el desarrollo de habilidades técnicas y de resolución de problemas en los estudiantes.

El alcance de este objetivo es implementar de manera práctica las estrategias de PBPr, ABP y ABD previamente identificadas para que los estudiantes desarrollen habilidades técnicas y de resolución de problemas. Cada estrategia permite a los estudiantes interactuar con LEGO Mindstorms EV3 en contextos prácticos, aplicando conocimientos de STEAM de forma interdisciplinaria y desarrollando competencias.

1. Implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr):

Alcance: Los estudiantes trabajaron en proyectos grupales que involucraron la construcción y programación de robots que cumplieron con una tarea específica (por ejemplo, navegar una pista, recoger objetos). Estos retos se diseñaron para ser realizados en varias sesiones, permitiendo que los estudiantes tengan tiempo para diseñar, construir y probar sus modelos.

Desarrollo: Los proyectos se estructuraron en etapas (instrucción, diseño, construcción y evaluación), lo que permitió a los estudiantes trabajar en equipo y asumir roles específicos. La implementación de ABP fomenta la colaboración, la creatividad y la capacidad de planificación, además de ofrecer una experiencia práctica que integra diversas áreas del conocimiento STEAM.

2. Implementación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP):

Alcance: Se presentaron problemas específicos que los estudiantes resolvieron mediante la programación y el diseño de robots con LEGO Mindstorms EV3. Los problemas se

estructuraron de manera que los estudiantes aplicaron conocimientos de programación, lógica, y matemática para encontrar soluciones efectivas.

Desarrollo: Cada reto se abordó con una guía de exploración que permitió a los estudiantes analizar el problema, identificar las posibles soluciones, para posteriormente diseñar y programar el robot. Esto permitió a los estudiantes mejorar sus habilidades de resolución de problemas y aplicar conceptos teóricos en un entorno práctico. Además, los estudiantes pudieron realizar iteraciones de prueba y error, reforzando el aprendizaje.

3. **Implementación del Aprendizaje Basado en Diseño (ABD):**

Alcance: Los estudiantes trabajaron en la conceptualización y diseño de robots que cumplan con requisitos específicos en funcionalidad. Esta estrategia fomenta el desarrollo de habilidades de ingeniería y creatividad, permitiendo que los estudiantes hayan experimentado con el diseño y optimización de sus robots.

Desarrollo: Los estudiantes construyeron prototipos, los sometieron a pruebas y realizaron ajustes en función de los resultados obtenidos. Durante esta fase, se incentivó el análisis crítico y la experimentación, así como la reflexión sobre el impacto del diseño en el desempeño del robot. Esta estrategia fomenta la innovación y ayuda a los estudiantes a comprender la relación entre el diseño y la funcionalidad, habilidades esenciales en la ingeniería.

2.2.1. Desarrollo de actividades en la aplicación de las estrategias de aprendizaje basadas en la metodología STEAM.

La aplicación de la metodología STEAM en entornos educativos permite abordar contenidos abstractos y complejos de manera comprensible y tangible, dando paso a que el estudiante interactúe con el tema a estudiar, realizar preguntas, si corresponde a un tema práctico, se le permita experimentar y desarrollar competencias lógicas al momento de que su mente explore nuevos conocimientos con un proceso de aprendizaje que desarrolla mejor comprensión de la información, interacción con las herramientas de aprendizaje, antes, durante y después de las actividades asignadas.

La educación necesita aplicar metodologías de enseñanza STEAM, en las cuales los estudiantes muestran buen desempeño en el desarrollo de proyectos, buenas prácticas y el manejo de

herramientas que despierte el interés en áreas específicas como la programación, mecánica, electrónica, entre otras áreas que la robótica puede abordar. El rol del tutor o educador en los entornos de enseñanza es guiar a los estudiantes, retroalimentar los avances del proyecto, orientar y apoyar las ideas de construcción de soluciones, con el objetivo de que la creatividad sea impulsada por nuevas ideas que complementen su construcción. De manera que, la aplicación de estrategias de aprendizaje se implementa en diferentes campos de trabajo y con actividades que permiten evidenciar el trabajo investigativo por parte de los tutores al interpretar el acercamiento, reconocimiento de componentes y manejo del kit de LEGO en sesiones iniciales como también en salidas a colegios, como el colegio: Liceo de la Merced Maridiaz, Pasto y la Institución Educativa Municipal de Cabrera, en los cuales se tuvo un acercamiento con niños y adolescentes de los diferentes grados académicos, permitiendo a los tutores realizar una evaluación observacional donde los estudiantes despiertan el interés por asistir a cursos o clases donde se implementan estas estrategias, ya que sus preguntas frecuentemente son “¿Qué es esto? ¿Cómo puedo manejarlo? ¿Dónde enseñan esto?” y para los estudiantes que ya tienen conocimientos mínimos en componentes electrónicos y programación realizan preguntas como: “¿Qué es Metodología STEAM? ¿Cómo las matemáticas se aplican en la robótica? ¿La universidad abre cursos de aprendizaje con estos Kits de Lego?” Entre otras preguntas estas corresponden a las que se realizan frecuentemente, el comportamiento de interés por parte de los estudiantes de educación media y superior es bastante diferente, los niños se impresionan por el modelo del kit construido, como Modelo SKIPPER, GRIPPER Y RAPTER, los cuales fueron presentados en la participación de los colegios, mientras que los estudiantes de grados superiores muestran interés en la relación que pueden tener las áreas de aprendizaje como matemáticas, física, artes y ciencias con los kit de robótica educativa, como también muestran interés por la complejidad que puede traer un entorno de programación.

2.2.1.1. Grupo Poblacional N°1. La primera sesión se enfoca en el acercamiento con los kits de robótica, explicación sobre el enfoque del curso de robótica, las estrategias y metodología de aprendizaje que se van aplicar, los estudiantes empiezan a interactuar con cada uno de los componentes que contiene el kit como se observa en la Figura 4, para lo cual se realiza una introducción en la robótica, componentes electrónicos, mecánicos y la programación, aplicaciones de la robótica en un campo real como tipos de robot, campos de acción, actividades que desarrollan y prototipos a escala que se puede construir con los Kits de LEGO Mindstorms EV3,

posteriormente se realiza profundización en los sensores y actuadores que componen el kit, para ello se clasifica los sensores con su respectiva función y manejo, brindando la información necesaria del sensor, en qué actividades se los puede implementar, qué tipo de datos se va a recibir dentro del ladrillo de control o bloque EV3, siendo este el Cerebro del kit robótico y al cual se van a conectar los sensores y actuadores.

Figura 4

Acercamiento con el kit de LEGO Mindstorms EV3



Posteriormente se realiza una prueba de diseño y funcionamiento básico en la cual los estudiantes empiezan a construir un modelo, realizando un acompañamiento en las instrucciones de construcción y orientación en el mismo, donde se observa dificultad con la identificación de las piezas de lego, los estudiantes empiezan a construir el modelo aplicando su creatividad al usar otras piezas que les permite llegar al mismo modelo de resultado, reduciendo el número de piezas o sustituyendolas por otras, siendo este el primer encuentro de interacción con el Kit, para la conexión de los sensores se les especifica en los puertos 1- 4 del bloque de control, los actuadores como motores y servomotores en los puertos A- D del mismo bloque. Los estudiantes realizan la construcción en dos fases, la primera se observa como un solo estudiante toma el rol de liderazgo en la construcción del modelo, identificación de piezas e interacción con el kit, una vez se identificó la situación, realizamos las intervenciones necesarias para que el aprendizaje sea en conjunto y colaborativo como se observa en la Figura 5, donde los integrantes de cada grupo empiezan a ser protagonistas en el desarrollo de la práctica.

Figura 5

Construcción e interacción con el modelo.



Todos las actividades se desarrollan progresivamente realizando retroalimentación de los temas o conceptos vistos con anterioridad para continuar con la programación de movimientos de los motores, para ellos se revisa conceptos de matemáticas que tienen relación con los giros, ángulos y movimientos del motor, realizando la debida retroalimentación y haciendo ejercicios para que el estudiante recuerde conceptos en geometría y matemáticas, como cuantos grados tiene una vuelta o rotación, que valores toman los números al realizar un giro en sentido horario o antihorario, llevando la información a relacionar con los números enteros, revisando conceptos que corresponden a los cuadrantes de un plano cartesiano, ejes que lo conforman y valores que corresponden a cada cuadrante simulando que el punto 0 del plano cartesiano corresponde al eje del motor. En la programación se inicia con una visualización y comparación de lo que es la algoritmia relacionando con las actividades que realizamos a diario por lo general a la misma generando un concepto comparativo de lo que es la programación.

Cada grupo de estudiantes como se detalla en la Figura 6, empieza a interactuar con el software de programación Lego EV3 Education, empezando con el manejo de herramientas básicas, configuración de los bloques de programación como el puerto de conexión de los componentes, inicio del programa, entre otras opciones del software permite realizar, dentro de las actividades de

la sesión se enfoca a que cada grupo programe movimientos en sentido horario y antihorario de los motores, controlando la velocidad, tiempo, grados y número de rotaciones que se plantea, posteriormente los estudiantes realizan cada tarea solicitada y al final integrarán sonidos, expresiones y visualizaciones de la pantalla del ladrillo de control, se observa el trabajo en equipo, intercambio de conocimiento y mayor comunicación de las decisiones que se toman dentro del grupo de trabajo. Se evidencia el trabajo colaborativo y la flexibilidad de parte de los estudiantes hacia los tutores quienes orientamos y respondemos a sus inquietudes.

Figura 6

Manejo del software de programación EV3 Educación



Para esta parte del proceso de aprendizaje se desarrolla un enfoque computacional por medio de la programación en el software de programación, con la explicación realizada sobre la iniciación del código, el cuerpo o tareas como se las denominó dentro del proceso, corresponden a los movimientos de los motores, configuración de los sensores de color, sensor de impacto y sensor de luz, además se proporciona información sobre el manejo de este tipo de configuraciones o cómo se las puede trabajar de manera secuencial, ciclica y condicional que también se encuentran en el entorno de programación, una vez realizada la introducción a todos estos conceptos y relaciones con las áreas de aprendizaje, se procede a realizar actividades de ejecución de conocimientos previos, resolución de problemas planteados teniendo en cuenta la especificación de movimientos en grados, rotaciones y tiempo de movimiento, como pueden evitar que el modelo construido colisione con un objeto o llegue a volcarse a través de la pista, de tal manera que los estudiantes

desarrollan competencias creativas y análisis al momento de ubicar un nuevo componente al modelo que ya tienen construido como se observa en la Figura 7.

Figura 7

Reto de Carbot en pista con obstáculos



De esta manera se aplican las estrategias de aprendizaje con el grupo 1, cada sesión de práctica corresponde a una tarea específica que refuerza la metodología STEAM, la ingeniería, la tecnología y ciencia se desarrollan dentro de las actividades asignadas, construyendo diversos modelos para su construcción y funcionamiento en pistas, como también la interacción que tienen los estudiantes con cada uno de los sensores y la aplicabilidad que le encuentran a cada uno de ellos, donde sus respuestas son muy coherentes a la visualización a escala de un prototipo que ellos crean para solucionar una problemática de una banda transportadora, brazo robótico, carro con evasión de obstáculos, por último implementan una serie de giros realizados por el modelo al momento de que el sensor emite una señal, procediendo a realizar movimientos geométricos, sonidos y expresiones emocionales en la pantalla del módulo brick. Además de que construyen una garra tipo gripper en la que se solicita delimitar la apertura de la misma con un ángulo, y giro específico en el software de aplicación.

2.2.1.2. Grupo Poblacional N°2. El enfoque del proceso de aprendizaje para las primeras sesiones se enfoca en el acercamiento con los kits de robótica realizando una introducción mucho más rápida de los componentes, aplicaciones de los robots convencionales en el campo real como se observa en la Figura 8, se realiza una entrevista para determinar las áreas de trabajo que se van a reforzar en el desarrollo del curso. Los estudiantes de primer semestre de ingeniería mecatrónica requieren de una retroalimentación sobre las partes del código, teniendo un acercamiento directo con el lenguaje de programación y posibles relaciones con otro tipo de lenguajes y softwares de programación, los estudiantes desarrollan destrezas de construcción y montaje mucho más rápido, permitiendo avanzar un poco más en la aplicación de ABD y enfocándose en ABP en entornos de programación, electrónica, mecánica y, aplicaciones de la robótica con los Kits de LEGO Mindstorms. Se lleva a cabo una exploración detallada de los sensores y actuadores que forman parte del kit, clasificando cada sensor según su función y forma de uso. Se proporciona la información necesaria sobre el funcionamiento de cada sensor, las posibles actividades en las que pueden ser aplicados, y el tipo de datos que transmiten al ladrillo de control o bloque EV3, el cual actúa como el "cerebro" del kit robótico y al que se conectan tanto los sensores como los actuadores

Figura 8

Acercamiento con el kit de LEGO Mindstorms EV3 y construcción del modelo de aprendizaje



Se realiza una prueba inicial donde los estudiantes construyen un modelo guiados por instrucciones, enfrentando desafíos en la identificación de piezas. Algunos utilizan su creatividad para modificar el diseño usando menos piezas o sustituyéndolas. Esta actividad permite su primer

contacto con el kit. Para conectar los sensores y motores, se especifican los puertos correspondientes del bloque de control de la misma manera que se realiza con el primer grupo.

El avance de construcción para este grupo de aprendizaje es menor en comparación al primer grupo, se logra realizar un análisis de observación del rol que toma cada estudiante formando grupos de trabajo más fuertes en el desarrollo de trabajo en equipo, otros en la creatividad y diseño, mientras que otro grupo tiene fallas de comunicación y asignación de roles, ocasionan obstrucción en el desarrollo de construcción. De esta manera se tiene en cuenta que enfoques y modelos de aprendizaje se aplica con los estudiantes.

La Figura 9 permite observar la interacción inicial que los estudiantes tienen al conocer kit lego y el software de desarrollo, una herramienta que contribuye al aprendizaje en la robótica, un área que fomenta el conocimiento en el ámbito computación y lógica de programación.

Figura 9

Construcción e interacción con el modelo Carbot



Los estudiantes avanzan en enfoques diferentes, para esta etapa se trabaja con el software de programación Lego Education EV3 según la Figura 10, el cual es muy intuitivo y su curva de aprendizaje es más rápida en comparación con entornos que ya han trabajado previamente, de los cuales muchos de ellos preguntan sobre la estructura que tiene un ciclo, condicional y funciones dentro de la programación, sin embargo los estudiantes presentan dificultad en la organización de ideas, aplicación de herramientas que ofrece el mismo entorno, finalmente organizan las competencias lógicas que les permitirá plantear las actividades a realizar. La metodología STEAM

se aborda desde el punto de vista de construcción y programación con conocimientos básicos, desde el punto de vista artístico y matemáticas aplicados en el desarrollo de los reto.

Figura 10

Interacción del software de programación.



Una vez realizado el acercamiento con cada una de las partes principales de kit y el entorno de programación se promueven actividades constantes basadas en retos de movimientos, seguidor de línea y clasificador de objetos dentro de las cuales se realiza un acompañamiento constante en la orientación de ideas de construcción, lógica de programación, estrategias para emplear las configuraciones básicas de un movimiento de un motor donde y como poder usar ciertos grados de giro o apertura de un modelo tipo garra, la velocidad y tiempo de desplazamiento del robot, entre otras actividades que inicialmente son realizadas sin una orientación, únicamente con la distribución de actividades entre el grupo de trabajo, posteriormente a ello se observa mayor tiempo de desarrollo, mientras que al realizar un acompañamiento exhaustivo en el proceso de aprendizaje los chicos empiezan a desarrollar roles y distribución de tareas, aportes lógicos y relaciones matemáticas en cada campo de práctica.

Figura 11

Retos de construcción y trabajo en equipo.



A medida que avanzaron las sesiones, se asignaron actividades más desafiantes que involucran el uso de sensores y motores en proyectos prácticos como en el reto seguidor de línea en la Figura 11. En las últimas actividades, los estudiantes mostraron un gran avance en su comprensión de la programación. Comprendieron mejor conceptos fundamentales relacionados con electrónica y programación, que son áreas clave en ingeniería. Los ejercicios son gradualmente complejos, lo que les permitió aplicar sus conocimientos en situaciones prácticas y aprender de manera más dinámica. El proceso de aprendizaje permitió a los estudiantes adquirir habilidades importantes tanto en la construcción de los robots como en la programación de los mismos. La metodología aplicada, que combina ciencia, tecnología, arte y matemáticas, ayudó a los estudiantes a desarrollar tanto habilidades técnicas como de trabajo en equipo, preparándose mejor para los desafíos futuros en su carrera de ingeniería mecatrónica.

La aplicación de estas estrategias se ha tenido en cuenta en actividades prácticas y de reflexión para asegurar que los estudiantes no solo adquieran habilidades técnicas, sino que también desarrollen competencias en pensamiento crítico y creatividad. Se utilizarán instrumentos como, evaluaciones de desempeño para medir el desarrollo de habilidades. Se llevó a cabo una evaluación continua en cada etapa de las actividades, documentando tanto el proceso como los resultados alcanzados, empleando rubricas para evaluar aspectos específicos de cada estrategia, como la creatividad en el diseño, la capacidad de resolución de problemas y la aplicación técnica en la programación de los robots. Después de cada actividad, los estudiantes expresan situaciones de

dificultad para discutir los desafíos que enfrentaron, las estrategias utilizadas y los aprendizajes adquiridos. Esta retroalimentación permite ajustes en las futuras actividades, asegurando un enfoque de mejora continua en el proceso de aprendizaje.

2.3. Evaluación de estrategias basadas en la metodología STEAM

Evaluar el alcance e impacto de la metodología STEAM con LEGO Mindstorms EV3 en el desarrollo de competencias técnicas, pensamiento lógico y trabajo en equipo en los estudiantes.

Criterios de evaluación para la realización de formularios

Claridad y Precisión

Criterio: Las preguntas y opciones deben ser claras, específicas y evitar ambigüedades.

Indicadores:

- Redacción simple y comprensible para el público objetivo.
- Uso de términos adecuados al nivel de conocimiento de los participantes.
- Evitar preguntas dobles o confusas.

Relevancia de las Preguntas

Criterio: Las preguntas deben estar alineadas con los objetivos del formulario.

Indicadores:

- Cada pregunta tiene un propósito específico y relevante.
- No incluir preguntas redundantes o irrelevantes para el análisis.
- Relación directa entre las preguntas y los datos que se desean recolectar.

Tipo de Preguntas

Criterio: Selección adecuada del tipo de preguntas (abiertas, cerradas, escala, opción múltiple, etc.).

Indicadores:

- Uso de preguntas abiertas para obtener información cualitativa.

- Uso de escalas para medir percepciones o actitudes.
- Preguntas cerradas o de opción múltiple bien definidas para facilitar el análisis cuantitativo.

Para la presentación de resultados, se ha realizado un análisis detallado de cada grupo poblacional.

2.3.1. Grupo Poblacional No 1: Estudiantes educación básica y media, entre edades de 9 y 17 años

Para evaluar los conocimientos adquiridos y la percepción de los estudiantes durante el desarrollo del curso de robótica, se elaboró un cuestionario titulado 'Formulario de evaluación del curso de robótica educativa'. Este cuestionario consta de 26 preguntas de selección múltiple y preguntas abiertas, a través de las cuales se evalúa la comprensión y apropiación de conceptos técnicos (como algoritmos, sensores y motores), experiencias personales (comodidad, aprendizaje, desafíos), la utilidad de la tecnología en el aprendizaje, y el impacto de la robótica tanto en la vida cotidiana como en la expresión creativa.

Dentro de los campos de evaluación, se incluyen aspectos cuantitativos, representados por preguntas con escala numérica que permiten cuestionar al estudiante sobre temas como: comodidad en el desarrollo de las actividades, eficiencia en el entorno de programación, aportes del curso en sus áreas de aprendizaje y, finalmente, la percepción de la metodología. En las preguntas abiertas, se invita al estudiante a describir con sus propias palabras la aplicabilidad de la robótica en el arte o en problemas cotidianos.

2.3.1.1. Items evaluados

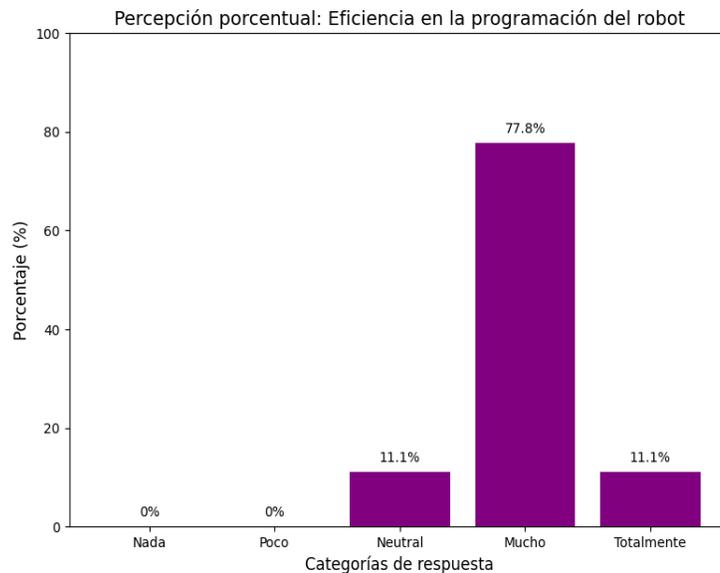
A. Eficiencia en la programación del robot:

Alrededor de 78% de los estudiantes indicaron haber aprendido a programar el robot, lo que indica que dentro de la escala de evaluación sobre la comodidad de programar el robot y familiarizarse con el entorno de programación marcan la respuesta "Mucho" como se observa en la Figura 12, para este ítem se tiene en cuenta la evaluación de observación realizada en cada uno

de los encuentros con los estudiantes, se realizan sesiones completas desarrollando talleres con juegos interactivos permitiendo a cada estudiante aprender estructuras de control, identificando estructuras secuenciales, de repetición y condicionales las cuales fueron las principales estructuras de programación abordadas, durante el desarrollo de los talleres se observa a los estudiantes con dudas de construir un algoritmo básico, para ello se emplea el software en línea llamado Blockly, un juego interactivo y desafiante, diseñado para desarrollar habilidades de los estudiantes en variedad de técnicas de programación y soluciones basadas en algoritmos, este juego permite que los estudiantes empiecen a construir un algoritmo e identificar qué estructura de control aplicar según la complejidad y requerimiento que solicita cada problema, estas competencias abordadas fueron fundamentales para la comprensión sólida de la programación de algoritmos a través de software LEGO. Al involucrar una herramienta interactiva facilitó el entendimiento de conceptos abstractos y de áreas como matemáticas al emplear operaciones aritméticas, generar números aleatorios y su aplicación en la vida real. Los estudiantes aprendieron a desarrollar la estructura con bloques en el software, sino también a visualizar cómo esto se traduce en el comportamiento del robot.

Figura 12

Eficiencia en la programación del robot

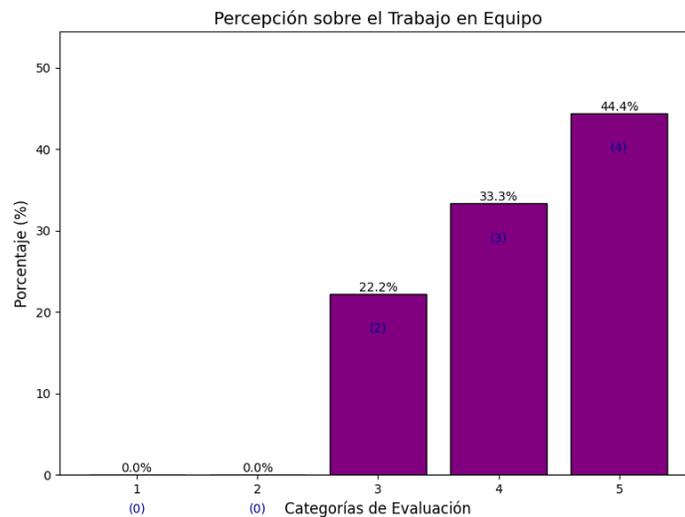


B. Motivación para participar activamente y trabajo en equipo:

El trabajo en equipo fue altamente valorado, ya que alrededor de 77 % de estudiantes reflejaron que colaborar con otros compañeros facilitó la comprensión de los conceptos. En la Figura 13 se observa que, el aprendizaje colaborativo, característico de la metodología STEAM, no solo fomenta el intercambio de conocimientos, sino que también permitió a los estudiantes fortalecer sus habilidades de comunicación y resolución de conflictos dentro de un contexto técnico ya que dentro de la categoría de evaluación, un gran porcentaje de estudiantes coincidieron en calificar entre 4-5.

Figura 13

Facilidad de aprendizaje trabajando en equipo

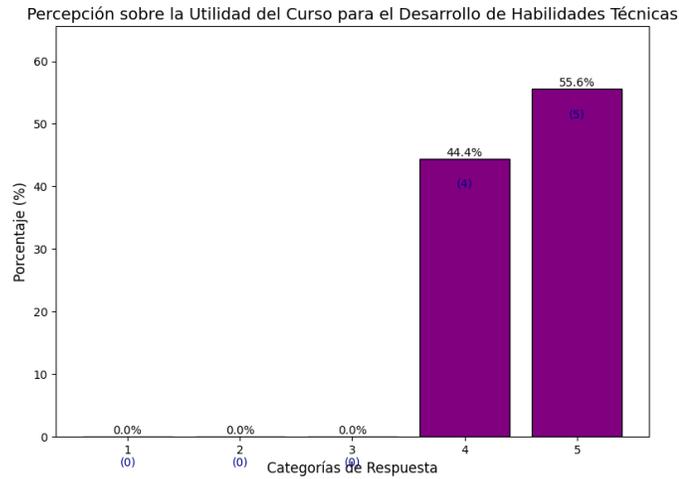


C. Desarrollo de Habilidades Técnicas:

En la Figura 14 se observa que el 55.6% de los estudiantes considera que la utilidad del curso contribuye al aprendizaje y desarrollo de habilidades técnicas, las cuales están alineadas con los objetivos de la metodología STEAM de integrar diversas disciplinas en un único proyecto. Además, esta habilidad técnica desarrollada puede tener un impacto positivo en su rendimiento en otras asignaturas. De igual manera, se concluye que el porcentaje restante también se encuentra dentro de la categorización de evaluación entre 4 y 5, lo que evidencia que la totalidad del grupo tiene una percepción positiva respecto al desarrollo del curso.

Figura 14

Percepción de habilidades técnicas

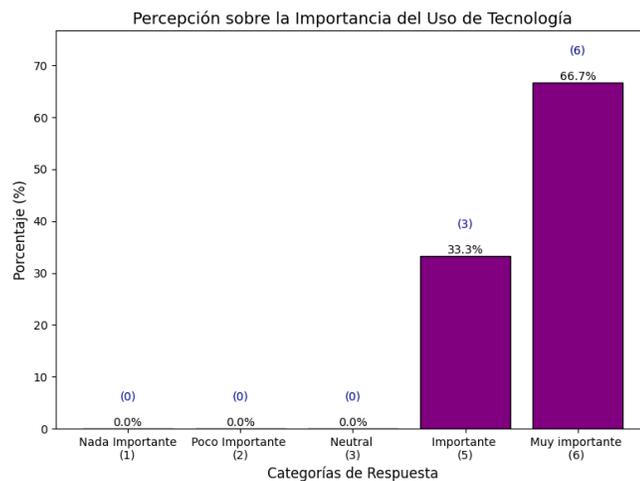


D. Importancia del uso de tecnología en el curso:

Cerca del 67% de los estudiantes aseguran que es “muy importante ” la tecnología en el desarrollo del curso con el propósito de alcanzar los objetivos del proyecto, como se observa en la Figura 15. Considerando que fue fundamental en la experiencia de manejo de componentes como sensores, motores, entre otros.

Figura 15

Importancia del uso de Tecnología.

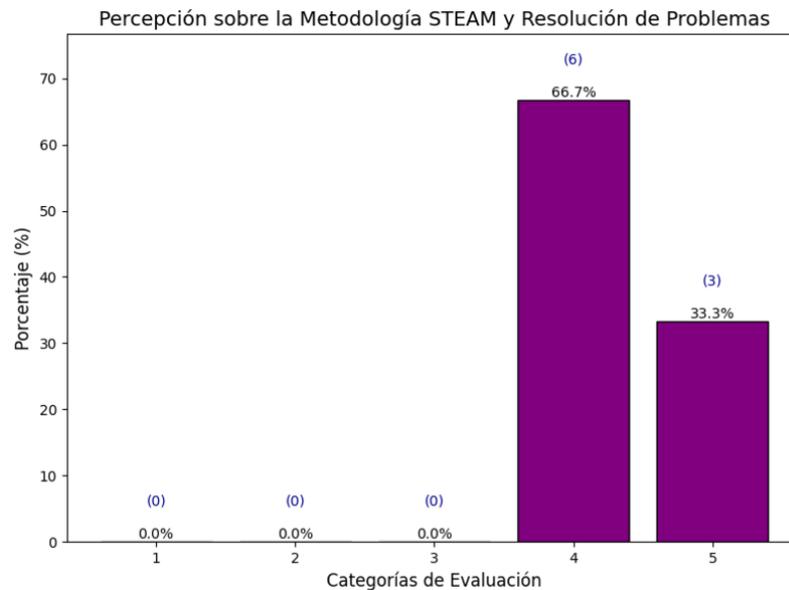


E. Impacto de la metodología STEAM en la comprensión de problemas:

La metodología STEAM hace un aporte positivo, ya que un 67% de los participantes, como se observa en la Figura 16, concluyeron que el enfoque integrador de matemáticas, ciencia y tecnología mejoró su capacidad para resolver problemas, calificando este aspecto con un 4 dentro de la categoría de evaluación. Esta metodología permitió a los estudiantes entender cómo las herramientas tecnológicas y los principios matemáticos empleados en el análisis de movimientos de ruedas, grados o puntos de giro del robot, operaciones aritméticas, entre otros, se utilizan para solucionar problemas reales, mejorando su capacidad analítica. Además, se observa que el 33% del grupo calificó con la puntuación más alta en la evaluación sobre la percepción de la metodología STEAM y su aplicación en la resolución de problemas.

Figura 16

Metodología STEAM y resolución de problemas



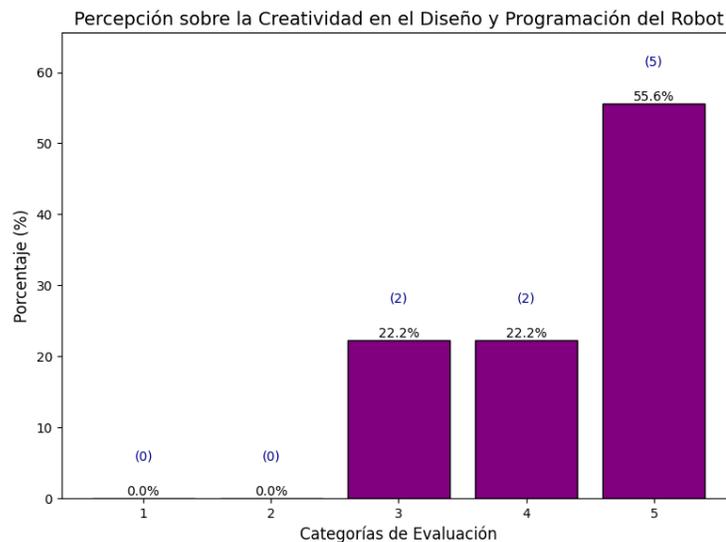
F. Expresión de creatividad a través del diseño y programación del robot:

La creatividad fue otro aspecto central del curso, los estudiantes valoraron la oportunidad de expresar su creatividad en el diseño mecánico, estética y la programación del robot, ya que estos aspectos les permiten personalizar y dar forma a sus soluciones de acuerdo con sus ideas; por ejemplo, creando pistas con objetos que tienen a su alrededor, elaboración de rampas, ensamblar el robot con diferentes piezas, logrando cumplir tanto con la funcionalidad como con la estética del prototipo. El curso brindó un espacio donde los estudiantes pudieron combinar creatividad y

tecnología, lo que es un principio característico de la metodología STEAM. En la Figura 17 se observa que este enfoque se evaluó en escala numérica de 1 a 5, en la cual el 55% de los estudiantes indicaron calificar en 5 como la creatividad aporta significativamente en el diseño y la programación.

Figura 17

Creatividad en el diseño y la programación



Los estudiantes destacaron que el curso fue enriquecedor, divertido y contribuyó significativamente al fortalecimiento del compañerismo dentro del grupo. Además de los logros técnicos relacionados con la programación y el diseño del robot, los participantes valoraron profundamente el entorno colaborativo creado durante el curso. Las dinámicas de interacción no solo facilitaron el aprendizaje de conceptos técnicos, sino que también promovieron la comunicación y la cohesión dentro de los equipos de trabajo. La posibilidad de trabajar en equipo permitió a los estudiantes compartir ideas, resolver problemas conjuntamente y apoyarse en el desarrollo de los proyectos y retos planteados. Este aspecto refleja el impacto positivo de la metodología STEAM, con una experiencia integral, equilibrando el aprendizaje técnico en el desarrollo de la práctica.

Para realizar un análisis más profundo de los resultados obtenidos, se realizó una correlación de las respuestas del formulario. Este análisis estadístico permitió identificar la relación entre

diferentes variables evaluadas, como la motivación para participar activamente, la valoración del trabajo en equipo y la percepción sobre la creatividad.

2.3.2. Matriz de Correlación:

La correlación de estos ítems proporcionó una visión más clara de cómo las variables influyen entre sí, evidenciando que las respuestas sobre la motivación y la experiencia colaborativa están estrechamente relacionadas.

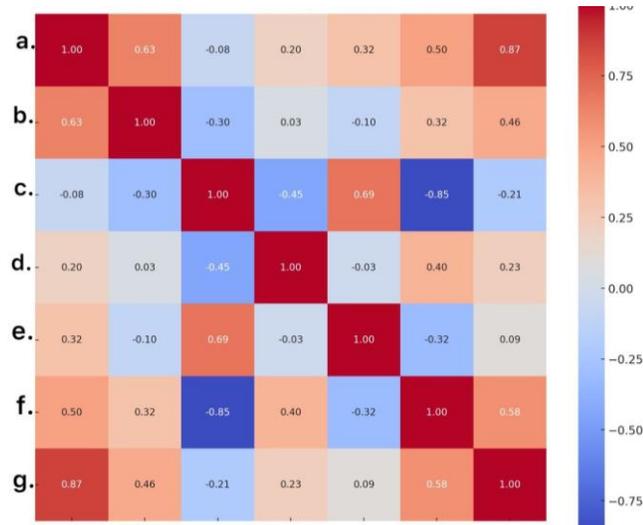
Sin embargo, al intentar realizar una correlación por edades, se encontró que las diferencias entre los estudiantes eran mínimas, ya que las edades de los participantes son bastante homogéneas. Este factor dificulta el análisis de correlaciones significativas basadas en la variable edad, ya que no existen suficientes variaciones para hacer comparaciones entre distintos rangos de edad. Por lo tanto, se concluye que las correlaciones más relevantes se realizaron entre los ítems de evaluación, las áreas en las que se enfoca la metodología STEAM, motivación, trabajo en equipo y creatividad.

Preguntas cuantitativas del grupo poblacional de estudiantes de educación básica y media.

- a. ¿Qué tan cómodo/a te sentiste al armar el robot y familiarizarte con sus piezas?
- b. ¿Qué tan útil encontraste el uso de sensores en el robot para realizar tareas específicas?
- c. ¿Te sentiste motivado a participar activamente en el curso?
- d. ¿Crees que el trabajo en equipo facilitó el aprendizaje de los conceptos en el curso?
- e. ¿Qué tan útil considera el curso para tu aprendizaje y desarrollo de habilidades técnicas?
- f. ¿Sientes que la metodología STEAM, en especial el enfoque en matemáticas y tecnología, mejoró tu comprensión de cómo resolver problemas?
- g. En tu opinión, ¿el curso te permite expresar tu creatividad (arte) en el diseño y programación del robot?

Figura 18

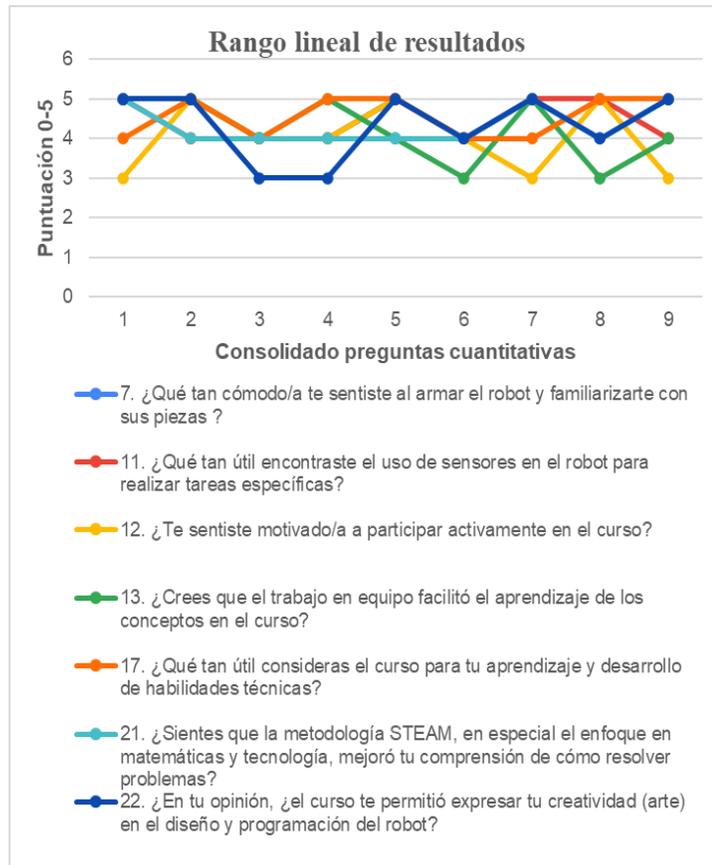
Matriz de correlaciones grupo poblacional N°1



El análisis de las correlaciones se realiza teniendo en cuenta la matriz de correlación generada en python como se observa en la Figura 18 y el rango lineal de resultados como se observa en la figura 19, en donde se puede observar la comodidad al armar el robot vs percepción de creatividad, utilidad de los sensores vs metodología STEAM muestra interrelaciones que destacan cómo los estudiantes interactúan con las herramientas tecnológicas y el enfoque del curso. La alta correlación (0.87) entre comodidad al armar el robot y percepción de creatividad sugiere que los estudiantes que se sienten cómodos manipulando las piezas del robot también tienden a valorar más su capacidad para expresar creatividad en el diseño y la programación. Esta familiaridad con los componentes del kit LEGO potencia su disposición a experimentar y crear soluciones innovadoras. La comodidad con las piezas mecánicas no solo facilita el ensamblaje, sino que también aumenta la confianza de los estudiantes para explorar aspectos creativos del proyecto, como la programación y el diseño.

Figura 19

Rango lineal de resultados grupo poblacional N°1



Asimismo, la correlación positiva (0.63) entre comodidad al armar el robot y utilidad de los sensores indica que los estudiantes que se sienten cómodos con el ensamblaje básico del robot valoran más el uso de los sensores en tareas específicas. Esta relación resalta que el manejo fluido de los componentes mecánicos facilita la integración de elementos más complejos como los sensores, permitiendo que los estudiantes resuelvan problemas de manera más eficiente y comprendan mejor cómo funcionan estos dispositivos en el robot. Por otro lado, la correlación de 0.46 entre creatividad y utilidad de los sensores muestra que aquellos estudiantes que tienen buena percepción de manejo y empleo de sensores también tienden a percibir el curso como una oportunidad para expresar su creatividad. Esto sugiere que los sensores no son solo herramientas técnicas, sino también recursos que permiten la creación de soluciones innovadoras, y su uso fomenta una percepción de creatividad que va más allá de lo funcional.

Finalmente, la correlación (0.50) entre metodología STEAM y comodidad al armar el robot refleja cómo el enfoque interdisciplinario de STEAM influye positivamente en la confianza de los estudiantes al trabajar con los componentes del robot. Los estudiantes que consideran útil la metodología STEAM se sienten más cómodos al manipular y ensamblar el robot, lo que resalta la influencia de la integración de ciencias, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas en el desarrollo de habilidades técnicas y creativas. Este enfoque interdisciplinario no solo facilita el aprendizaje técnico, sino que también fomenta un ambiente en el que los estudiantes se sienten más seguros al abordar tecnologías complejas y pueden conectar conceptos de distintas disciplinas para resolver problemas de manera creativa

2.3.2.1. Correlaciones Débiles. Las correlaciones negativas muestran áreas específicas para mejorar. La relación negativa moderada entre precisión matemática y creatividad en los proyectos (-0.51) indica que, aunque los estudiantes valoran la creatividad, su enfoque en la precisión matemática puede limitar la creatividad en sus soluciones. Esto sugiere la necesidad de integrar ejercicios que fomenten ambos aspectos. La correlación débil entre el uso de sensores y el éxito del proyecto (-0.21) indica que los estudiantes pueden enfrentar dificultades al integrar sensores, posiblemente debido a una falta de formación o a los desafíos técnicos asociados. Para mejorar, se debe proporcionar más capacitación y tiempo para el uso efectivo de sensores. En general, estas correlaciones reflejan oportunidades para fortalecer la enseñanza en estas áreas y optimizar los resultados de los estudiantes.

2.3.2. Grupo Poblacional N°2: Estudiantes primer semestre ingeniería mecatrónica, Universidad Mariana.

Para el análisis de conocimientos adquiridos en el desarrollo del curso en el grupo se elaboró un formulario tipo cuestionario titulado "Formulario Evaluación Robótica-Lego". El formulario contiene respuestas que abarcan distintos aspectos de la evaluación del curso de robótica con lego. Se incluyen preguntas de opción múltiple como de escala numérica, abordando conceptos para la integración de Metodología STEAM, programación, uso de sensores, habilidades personales como el pensamiento crítico y la creatividad, integración de creatividad en ingeniería y habilidades desarrolladas en el curso. Varias preguntas utilizan una escala de 1 a 5 para evaluar aspectos como comodidad en el ensamblaje de componentes, precisión de conceptos matemáticos y la importancia

de la creatividad en ingeniería. La mayoría de las respuestas reflejan una comprensión adecuada de conceptos técnicos y su relación con STEAM.

A. Comprensión y Aplicación de Conceptos Técnicos

Las respuestas de los formularios indican una comprensión sólida de conceptos como algoritmos, variables y sensores de luz, con la mayoría de estudiantes seleccionando respuestas correctas o demostrando apropiación de conocimiento con respecto a sus explicaciones de funcionamiento, modelo de construcción y algoritmo de control. Un gran porcentaje de los estudiantes identificaron correctamente el significado de STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) y la importancia de la creatividad en la resolución de problemas en ingeniería. La integración del arte fue valorada, especialmente en términos de mejorar la estética y funcionalidad de los proyectos.

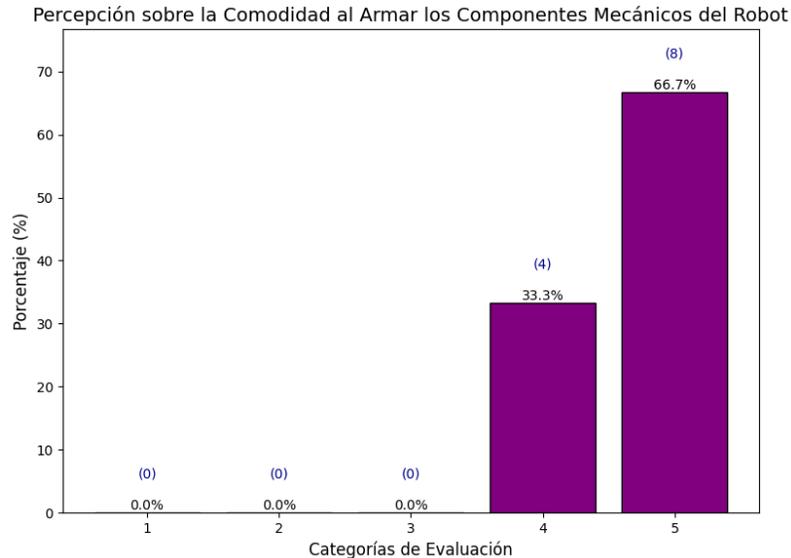
A continuación, se muestra varias gráficas que indican las tendencias y frecuencias principales en las respuestas de los estudiantes:

B. Comodidad en el Ensamblaje Mecánico:

El análisis muestra cómo los estudiantes identifican positivamente la comodidad frente al ensamble de componentes, indicando un buen nivel en la construcción de los modelos. En la Figura 20 se puede evidenciar la seguridad y confianza al realizar estas tareas según la escala de evaluación, sugieren que el diseño intuitivo y modular del kit LEGO Mindstorms EV3 facilita el aprendizaje práctico, incluso para aquellos sin experiencia previa en robótica obteniendo el 66.7% de la evaluación.

Figura 20

Comodidad al armar componentes mecánicos.



Los estudiantes destacaron que las instrucciones claras y visuales proporcionadas con el kit desempeñaron un papel fundamental para guiar el ensamblaje. Además, se observó que el trabajo en equipo fue un factor importante para aumentar esta comodidad, ya que permitió a los estudiantes intercambiar ideas y resolver dudas en el momento. Aquellos que inicialmente mostraron inseguridad lograron adaptarse rápidamente gracias al apoyo de sus compañeros y al acompañamiento de los tutores.

No obstante, el 33 % mencionó cierta dificultad al ensamblar piezas más complejas o al integrar sensores y motores de forma precisa al marcar 4 dentro de la categoría de evaluación. Esto resalta la necesidad de incluir más sesiones de práctica guiada al inicio del curso, especialmente para los estudiantes que enfrentan problemas de motricidad fina o tienen menor experiencia con actividades manuales.

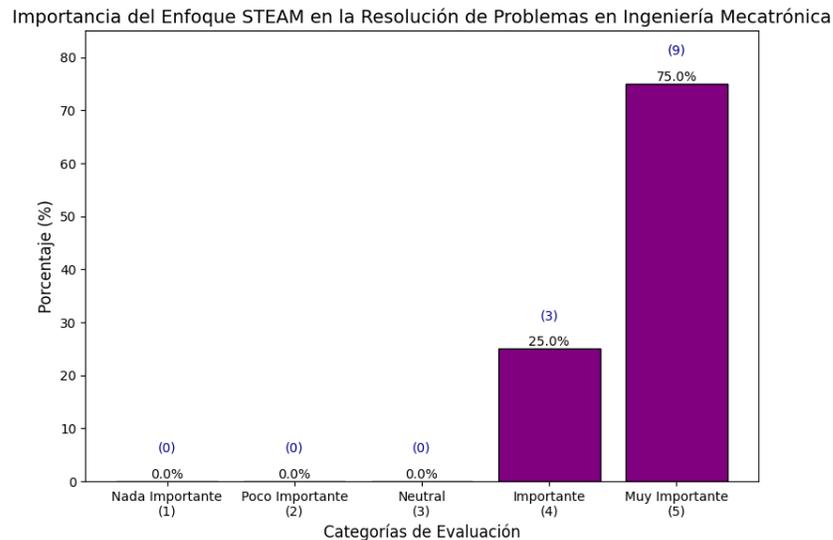
C. Importancia del Enfoque STEAM para la Resolución de Problemas:

Resalta cómo los estudiantes valoran el enfoque STEAM en la resolución de problemas en ingeniería mecatrónica, según las rúbricas y test de evaluación se identifica que el estudiante fue comprendiendo correctamente el significado de STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) y la importancia al desarrollar la creatividad en la resolución de problemas en

ingeniería, la integración del arte tiene alta valoración en el formulario, especialmente en términos de mejorar la estética y funcionalidad de los proyectos. En la Figura 21 se puede observar que el 75% de los estudiantes marcan que es “Muy importante” del enfoque STEAM para abordar problemas en ingeniería.

Figura 21

Importancia del enfoque STEAM en la resolución de problemas

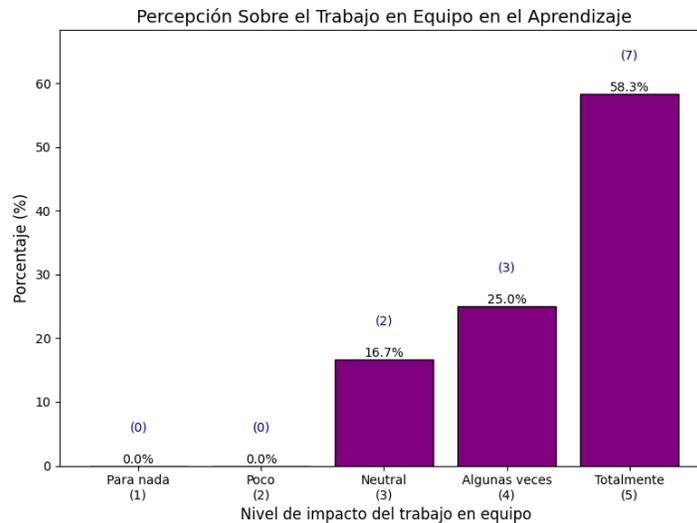


D. Impacto del Trabajo en Equipo:

Ilustra la percepción de los estudiantes al trabajar en equipo, considerando que es un factor que facilita el aprendizaje de conceptos complejos apreciando la creatividad como un componente fundamental en el desarrollo de soluciones tecnológicas y de ingeniería, ya que les permitió compartir ideas y aprender de sus compañeros. Sin embargo, algunos señalaron que la falta de coordinación o roles definidos pudo haber dificultado el proceso. A pesar de esto, el trabajo en equipo fue fundamental para fortalecer habilidades técnicas y transversales, como la comunicación y el liderazgo. En la Figura 22 se evidencia que el 58% de los estudiantes reflejan que el trabajo en equipo contribuyó positivamente al aprendizaje, aunque algunos estudiantes pueden haber tenido experiencias diversas.

Figura 22

Impacto del trabajo en Equipo

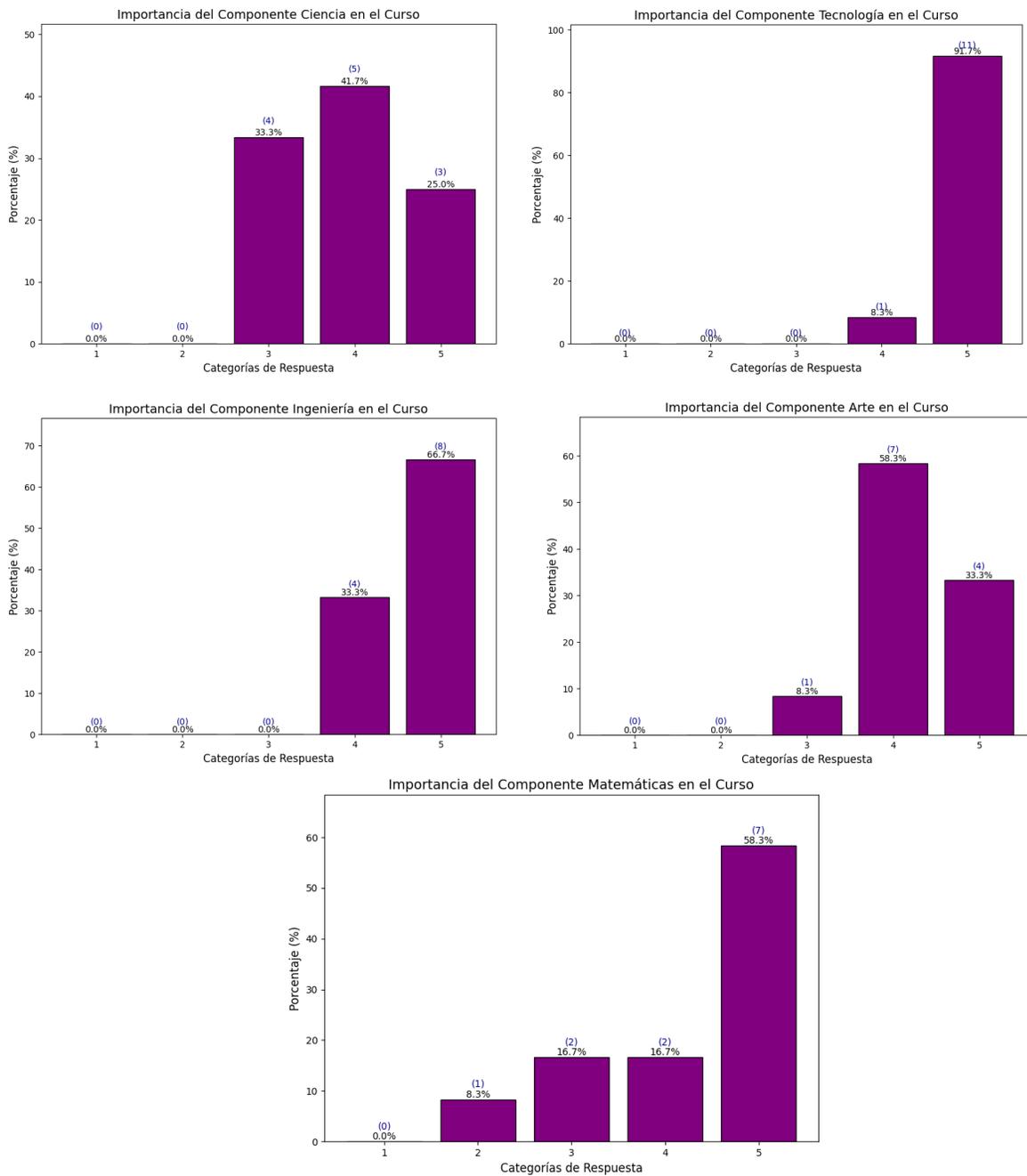


E. Importancia Promedio de los Componentes STEAM:

Una comparativa de la importancia de cada componente de STEAM (Ciencia, Ingeniería, Tecnología, Matemáticas, y Arte) como se observa en la Figura 23, revela que el 91% de los estudiantes valoran especialmente la Tecnología y el 66 % considera que la Ingeniería es crucial en el desarrollo de actividades en entornos de robótica educativa, lo que sugiere una preferencia por los aspectos prácticos y aplicados de la robótica y la ingeniería mecatrónica. Estos componentes son considerados fundamentales en el proceso de creación y diseño de soluciones tecnológicas, lo que refleja la naturaleza del curso, que se enfoca en la aplicación de herramientas y técnicas más que en la teoría subyacente. En contraste, el 66% de estudiantes afirma que la Ciencia, el 74% en Matemáticas y el Arte en un 91 %, se valoran de manera similar, lo que resalta la importancia de las habilidades matemáticas para la precisión en los proyectos y de la creatividad para la innovación y estética de los diseños, aunque con menor peso comparativo que la Tecnología y la Ingeniería. Esto refleja una tendencia hacia un aprendizaje más enfocado en la solución práctica de problemas y la creatividad técnica dentro del contexto STEAM.

Figura 23

Componentes STEAM en el curso



Estos fueron algunos de los ítems más relevantes de la evaluación pero en las respuestas del formulario se evidencia aspectos como los estudiantes muestran una comprensión sólida de conceptos fundamentales en el ámbito STEAM, con un énfasis particular en la tecnología, artes

matemáticas e ingeniería, áreas que fueron altamente valoradas por los estudiantes. El enfoque en la programación y las estructuras de control aprendidas en el software Lego tipo Scratch fueron elementos esenciales en el desarrollo de competencias para el manejo de otros cursos afines, que evidenció en el desempeño de los estudiantes en evaluaciones posteriores. Esto indica que la metodología aplicada, centrada en la programación y estructuras de control mediante el uso de tecnologías accesibles como Scratch, preparó adecuadamente a los estudiantes para enfrentar desafíos más complejos, como los planteados en un lenguaje como Arduino, facilitando la transición de un entorno de programación visual a un lenguaje de programación más técnico.

Sin embargo, durante el desarrollo del curso los estudiantes expresaron un interés en trabajar con proyectos de mayor complejidad que les permitieran profundizar más en el uso de sensores y tecnologías avanzadas, un tema que no sólo es relevante para la comprensión teórica, sino también para el desarrollo práctico de soluciones tecnológicas reales.

A partir de los análisis de evaluación en cuestionario y observacional, se correlacionan los datos para identificar patrones de relación entre las diferentes áreas de aprendizaje. Por ejemplo, si los estudiantes consideran que el trabajo en equipo y la complejidad de los proyectos son factores que contribuyen a su aprendizaje, se podría observar una posible relación entre el aumento de la dificultad de los proyectos y la mejora en las competencias de programación y diseño de sistemas. Para realizar un cruce de datos, se realiza un análisis de la relación entre la valoración de la tecnología, ingeniería y la capacidad de los estudiantes para resolver problemas más complejos en programación. Este análisis, además de orientar las áreas de mejora, puede ser un punto de partida para ajustar el currículo de manera que los proyectos y actividades sean más desafiantes, promoviendo una integración aún más sólida entre teoría y práctica.

2.3.2.1. Matriz de Correlación. Preguntas cuantitativas del grupo poblacional de estudiantes de primer semestre de Ingeniería Mecatrónica.

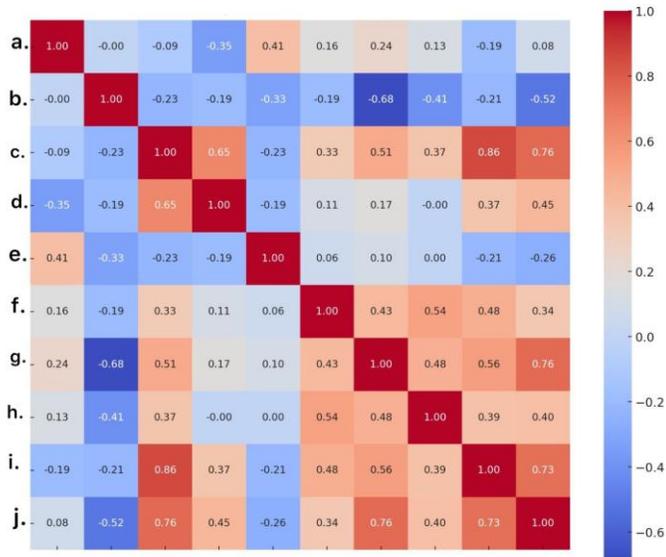
- a. ¿Qué tan cómodo/a te sentiste al armar los componentes mecánicos del robot?
- b. ¿En qué medida te ayudó el uso de sensores a mejorar el rendimiento del robot en sus tareas?
- c. ¿Qué tan precisa consideras que fue la aplicación de conceptos matemáticos en la

construcción del robot?

- d. ¿Te sentiste motivado a participar activamente en el curso?
- e. ¿Qué tan importante consideras el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) para la resolución de problemas en ingeniería mecatrónica?
- f. ¿Consideras que el trabajo en equipo facilitó el aprendizaje de los conceptos en el curso?
- g. ¿Cómo evalúas la integración del arte en el diseño y desarrollo de tus proyectos en este curso?
- h. ¿Consideras que el enfoque STEAM te permitió encontrar soluciones innovadoras en ingeniería?
- i. ¿Qué tan importante fue el uso de conceptos matemáticos para la precisión y éxito del proyecto?
- j. ¿Crees que los conceptos aprendidos en este curso te ayudarán a resolver problemas reales en ingeniería?

Figura 24

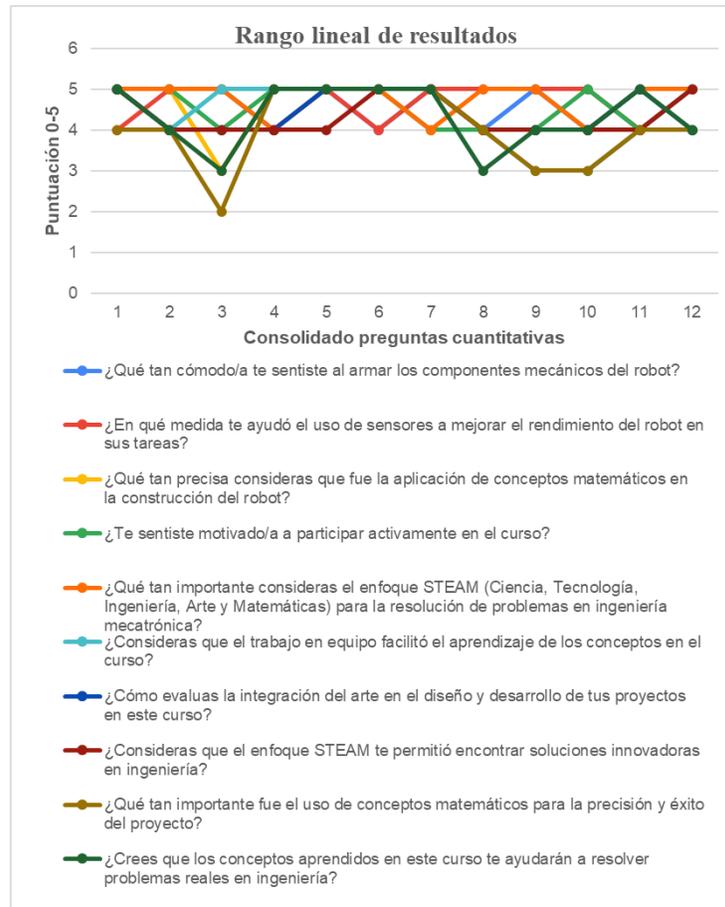
Matriz de correlaciones grupo poblacional N°2



El análisis de las correlaciones en los resultados para este grupo también se realiza teniendo en cuenta la matriz de correlación como se observa en la figura 24 y el rango lineal de resultados como se observa en la figura 25, revela relaciones relevantes entre distintos factores del aprendizaje en el contexto de la construcción de robots y la aplicación de conceptos matemáticos. En primer lugar, se observa una correlación significativa de 0.65 entre la precisión matemática y la motivación para participar activamente en el proyecto. Esto indica que los estudiantes se sienten más motivados cuando comprenden cómo sus conocimientos matemáticos se aplican para obtener resultados precisos y funcionales. Ver la utilidad directa de las matemáticas en la construcción del robot parece aumentar su interés y disposición para participar en el proceso, lo que resalta la importancia de vincular los conceptos matemáticos con aplicaciones prácticas.

Figura 25

Rango lineal de resultados grupo poblacional N° 2



Por otro lado, la correlación más fuerte se da entre precisión matemática y éxito del proyecto, con un valor de 0.85. Este hallazgo muestra que los estudiantes perciben la correcta aplicación de conceptos matemáticos como crucial para el éxito de sus proyectos, lo que refuerza la idea de que una comprensión sólida de las matemáticas es fundamental no solo para el desempeño académico, sino también para la calidad de los resultados en proyectos prácticos. Este fuerte vínculo sugiere que los estudiantes reconocen la importancia de las matemáticas para alcanzar el éxito, lo que destaca la necesidad de seguir enfocándose en el desarrollo de estas competencias en el currículo STEAM.

Finalmente, aunque la correlación entre trabajo en equipo y precisión matemática es moderada (0.33), aún indica que el trabajo colaborativo puede mejorar la precisión en la aplicación de conceptos matemáticos. Las discusiones y el intercambio de ideas en el trabajo en equipo pueden

ayudar a los estudiantes a resolver problemas con mayor precisión, lo que sugiere que fomentar el trabajo en grupo es una estrategia beneficiosa en el aprendizaje de las matemáticas y la ingeniería.

2.3.2.2. Correlaciones Negativas. Las correlaciones negativas muestran áreas específicas para mejorar. La relación negativa moderada entre precisión matemática y creatividad en los proyectos (-0.51) indica que, aunque los estudiantes valoran la creatividad, su enfoque en la precisión matemática puede limitar la creatividad en sus soluciones. Esto sugiere la necesidad de integrar ejercicios que fomenten ambos aspectos. La correlación débil entre el uso de sensores y el éxito del proyecto (-0.21) indica que los estudiantes pueden enfrentar dificultades al integrar sensores, posiblemente debido a una falta de formación o a los desafíos técnicos asociados. Para mejorar, se debe proporcionar más capacitación y tiempo para el uso efectivo de sensores. En general, estas correlaciones reflejan oportunidades para fortalecer la enseñanza en estas áreas y optimizar los resultados de los estudiantes.

2.3.3 Correlación en la implementación de la metodología STEAM con respecto al Kit LEGO Mindstorms EV3

La implementación de la metodología STEAM con el Kit LEGO Mindstorms EV3 muestra una correlación significativa en el desarrollo de competencias técnicas y transversales entre los estudiantes. El kit permite una inmersión práctica en la programación, tanto básica como avanzada, mientras los estudiantes aplican conceptos de diseño mecánico, sensores y motores. Esto les proporciona habilidades técnicas esenciales para su formación en ingeniería. Además, el uso del kit fomenta el desarrollo de competencias transversales como la creatividad y la resolución de problemas, esenciales en proyectos interdisciplinarios, lo que enriquece la formación integral de los estudiantes.

Para términos de motivación estudiantil, la metodología activa basada en proyectos, que integra el uso del kit LEGO Mindstorms, demuestra ser efectiva. La metodología activa fomenta un aprendizaje basado en la resolución de problemas reales, aumentando la motivación y el interés de los estudiantes por áreas técnicas como la robótica y la ingeniería. El enfoque lúdico del kit reduce la barrera entre la teoría y la práctica, lo que resulta especialmente beneficioso para estudiantes con menos familiaridad con conceptos técnicos, haciendo que el aprendizaje sea más accesible y

atractivo. Por último, el uso del kit proporciona resultados tangibles que se pueden medir en términos de proyectos desarrollados, habilidades adquiridas y niveles de compromiso estudiantil. Los datos obtenidos en el proyecto (e.g., resultados del pretest y postest) permiten identificar qué áreas del aprendizaje STEAM tienen un mayor impacto con el uso de la herramienta.

2.4. Análisis de Inferencia.

2.4.1. Identificación de Áreas de Mejora

A. **Evaluación del impacto:** La propuesta de evaluar el impacto a largo plazo es esencial para determinar cómo las habilidades adquiridas en el proyecto se trasladan a la trayectoria académica o profesional de los estudiantes, aunque se mide el impacto inmediato, se sugiere la ampliación, diversificación y enfoque del curso para hacer un proceso de seguimiento en cómo las habilidades adquiridas influyen en la trayectoria académica o profesional de los estudiantes a largo plazo. Se sugiere incluir herramientas más robustas para evaluar competencias como la creatividad y el pensamiento crítico, por ejemplo, observaciones sistemáticas, uso de software interactivo, análisis de proyectos más complejos.

B. **Inclusión de Diversos Grupos Poblacionales:** Incluir estudiantes de diferentes niveles educativos (primaria, secundaria y superior) para explorar cómo el impacto varía según el grupo. Además diseñar actividades y proyectos que requieran menos dependencia de kits LEGO, haciéndolos más accesibles para escuelas con recursos limitados. Utilizando alternativamente simuladores o kits de inicio más económicos.

2.4.2. Replicación de Prácticas Efectivas

La replicación de prácticas efectivas busca extender el éxito del proyecto a otras instituciones educativas, tanto a nivel local como regional, garantizando que el impacto positivo pueda ser sostenido y multiplicado. Dentro de este proceso, se destacan diversas estrategias centradas en la implementación de metodologías activas y la estandarización de actividades, lo que facilita la réplica y expansión del proyecto en diferentes contextos educativos.

En cuanto al uso de metodologías activas, se resalta la importancia de enfoques como el Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) y la gamificación, que han demostrado aumentar la motivación y el compromiso estudiantil. Estos métodos no solo fomentan la creatividad, sino que

también fortalecen elementos fundamentales en la metodología STEAM. Se recomienda integrar proyectos interdisciplinarios en los que los estudiantes no solo programen, sino que también resuelvan problemas prácticos, aplicando conceptos de ciencias, matemáticas, tecnología, ingeniería y arte.

Por otro lado, la estandarización de actividades juega un papel crucial al garantizar que el proyecto sea replicable en diversas instituciones. Se propone documentar las actividades realizadas, junto con los resultados obtenidos, y definir un conjunto de proyectos modelo adaptables a distintos contextos educativos, como la construcción de robots (e.g., con sensores funcionales, seguidores de línea, selector de colores) adaptables a diferentes contextos educativos

Finalmente, la generación de recursos educativos complementarios, como tutoriales, videos y manuales, es fundamental para optimizar el uso de las herramientas STEAM, como el kit LEGO Mindstorms. Estos materiales no solo ayudarán a estudiantes y docentes a sacar el máximo provecho de los recursos disponibles, sino que también permitirán difundir las buenas prácticas implementadas en el proyecto y animar a otras instituciones a unirse a la iniciativa. La creación y distribución de estos recursos contribuirá a la continuidad del proyecto, asegurando su replicabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

2.4.3. Sentar un Precedente para Proyectos a Mayor Escala

- Validación del Modelo: Utilizar los resultados de este proyecto como base para validar la metodología y los instrumentos educativos y tecnológicos disponibles en cada institución. Realizar estudios comparativos con otras herramientas STEAM para destacar los beneficios del uso de LEGO Mindstorms EV3.
- Escalabilidad: Proponer la expansión del proyecto a nivel regional, involucrando más instituciones educativas y estudiantes a través de la unidad de proyección social de la Universidad Mariana. Diseñar programas de capacitación docente que acompañen la implementación de proyectos a gran escala.
- Sostenibilidad: Explorar la posibilidad de integrar alianzas con empresas, ONGs o gobiernos locales como la alcaldía de Pasto o gobernación de Nariño para financiar y sostener la adquisición de kits LEGO y otros recursos tecnológicos.

2.5 Plan para Implementar y Escalar el Proyecto STEAM con LEGO Mindstorms EV3

El proyecto STEAM con LEGO Mindstorms EV3 busca integrarse de manera efectiva en cursos posteriores y expandirse a otras instituciones educativas. A continuación, se detallan las recomendaciones y estrategias para implementar y escalar este proyecto.

2.5.1 Plan de Capacitación Docente

Mejorar la capacitación docente en herramientas como LEGO Mindstorms, Scratch y App Inventor es importante para asegurar una implementación efectiva y estandarizada de la metodología. Se debe ofrecer formación continua a los docentes para que puedan dominar estas herramientas. Este punto también puede estar relacionado con la estandarización de actividades, ya que, aunque diferentes colegios de la ciudad de Pasto cuentan con herramientas similares pero los docentes requieren de este tipo de orientación para dar un acompañamiento constante durante la implementación del proyecto y guiar a los estudiantes con confianza mediante el siguiente plan de formación:

A. Diagnóstico Docente

Realizar encuestas para evaluar conocimientos iniciales en:

- Uso de herramientas LEGO.
- Metodología STEAM.
- Competencias digitales.

B. Programa de Capacitación

- a. Fase 1: Introducción a STEAM y LEGO Mindstorms:
 - i. Talleres prácticos sobre programación, diseño mecánico y manejo de sensores.
 - ii. Introducción a la metodología STEAM y su integración en el currículo.
 - iii. Guías prácticas (físicas y digitales).
- b. Fase 2: Diseño de Proyectos Tecnopedagógicos:
 - i. Entrenamiento en la creación de actividades interdisciplinarias.
 - ii. Desarrollo de proyectos específicos ajustados a las necesidades de la institución.
- c. Fase 3: Evaluación y Mejora Continua:
 - i. Uso de rúbricas para evaluar el impacto en los estudiantes.
 - ii. Sesiones de retroalimentación para docentes.

C. Retroalimentación Padres de familia y comunidad educativa

De Padres:

- Ajustar el nivel de dificultad según la percepción de los cambios observados en los estudiantes.
- Proporcionar recursos adicionales, como guías para que los padres puedan apoyar a sus hijos en casa.

De la Comunidad:

- Desarrollar proyectos alineados con necesidades locales (e.g., soluciones tecnológicas para problemas de la comunidad).
- Fomentar colaboración entre escuelas y comunidades para ampliar el impacto.

D. Herramientas para Recoger Retroalimentación

- Plataformas Digitales: Google Forms para realizar encuestas.
- Aplicaciones Interactivas: Padlet o Mentimeter para recoger ideas y comentarios en tiempo real.
- Actividades Presenciales: Tableros de sugerencias durante eventos o talleres.

2.5.2 Diseño del Programa de Escalamiento

A. Componentes Fundamentales

- Metodología STEAM:** Mantener el enfoque interdisciplinario y basado en proyectos, ajustado a los contextos locales y diseñar actividades escalables, desde proyectos básicos hasta tareas avanzadas.
- Uso de LEGO Mindstorms EV3:** Adaptar las actividades según el número de kits disponibles y complementar con simuladores o herramientas alternativas para instituciones con recursos limitados.

- c. **Modelo Tecnopedagógico:** Integrar herramientas digitales (software de diseño, simuladores, recursos en línea) y diseñar guías pedagógicas que combinen teoría y práctica, accesibles para docentes y estudiantes.

B. Etapas del Escalamiento

- a. Plan Piloto:
 - i. Seleccionar 2-4 instituciones representativas (urbanas, rurales, con recursos altos y bajos).
 - ii. Implementar el proyecto adaptado durante un periodo de 4-6 meses.
 - iii. Recoger datos para evaluar el impacto inicial, corregir y ajustar el modelo.
- b. **Expansión Gradual:**
 - i. Escalar el proyecto a 5-8 instituciones adicionales por cada ciclo académico.
 - ii. Proveer kits LEGO, kits de inicio en electrónica de manera compartida o en rotación para maximizar su uso.
- c. Sostenibilidad a Largo Plazo:
 - i. Establecer alianzas con alcaldía, gobernación, empresas privadas y ONGs para garantizar recursos continuos.
 - ii. Promover el desarrollo de kits y herramientas de bajo costo complementarias.

2.5.3. Incorporar Grabaciones de Sesiones

La grabación de las sesiones permitirá un análisis más detallado y objetivo de las interacciones, procesos de trabajo y dinámicas grupales, asegurando que se capturen evidencias de las competencias transversales en acción realizando un registro Visual y Auditivo: utilizando cámaras o dispositivos móviles para grabar las actividades, asegurando buena calidad de audio y video, además capturar momentos determinantes, como la resolución de problemas en equipo, discusiones grupales y presentación de proyectos. Finalmente diseñar una lista de cotejo o guías de observación que definan aspectos importantes para evaluar, tales como; Creatividad presentando originalidad de ideas, innovación en soluciones, Pensamiento Crítico es la capacidad para analizar problemas y justificar decisiones y Colaboración son las interacciones grupales, nivel de participación y roles asumidos.

Retroalimentación Continua: La retroalimentación fomenta un aprendizaje reflexivo y mejora el desempeño de los estudiantes en futuras actividades. Algunas estrategias son:

- A. **Sesiones de Retroalimentación:** Organizar reuniones posteriores a las actividades para discutir fortalezas y áreas de mejora observadas en las grabaciones y proyectos.
- B. **Autoevaluación y Coevaluación:** Permitir que los estudiantes evalúen su propio desempeño y el de sus compañeros.
- C. **Planes de Mejora:** Diseñar estrategias específicas para reforzar competencias que presentan bajo desarrollo.

2.5.4. Análisis de Productos Finales

Los proyectos finales son representaciones tangibles del aprendizaje y reflejan cómo los estudiantes aplicaron las competencias desarrolladas durante las actividades teniendo en cuenta los siguientes lineamientos:

- A. **Criterios de Evaluación:** Definir criterios específicos para analizar los proyectos en términos de:
 - a. Funcionalidad técnica.
 - b. Innovación en diseño.
 - c. Resolución de problemas.
 - d. Integración de conocimientos STEAM.
- B. **Rúbricas de Evaluación:**
 - a. Crear rúbricas detalladas con niveles de desempeño (bajo, medio, alto) para cada competencia transversal y técnica.
 - b. Ejemplo de rúbrica para creatividad:
 - i. **Bajo:** Soluciones repetitivas, falta de innovación.
 - ii. **Medio:** Aplicación de ideas nuevas pero con limitaciones en ejecución.
 - iii. **Alto:** Propuestas altamente originales y funcionales.
- C. **Documentación de Proyectos:** Solicitar a los estudiantes que acompañen sus proyectos con un breve informe o presentación, describiendo:
 - a. Proceso creativo.

- b. Decisiones tomadas.
- c. Desafíos enfrentados y cómo fueron resueltos.

D. Exposición de Resultados:

- a. Organizar una feria de proyectos donde los estudiantes presenten y expliquen sus soluciones.
- b. Incorporar evaluaciones por pares y retroalimentación de docentes y expertos.

2.5.5. Triangulación de Datos

Combinar diferentes fuentes de información fortalecerá la validez de los resultados y permitirá una visión integral del impacto del proyecto evaluando:

A. Datos Cuantitativos:

- a. Evaluaciones pretest y postest para medir mejoras en conocimientos técnicos.
- b. Encuestas para evaluar percepción de aprendizaje y motivación.

B. Datos Cualitativos:

- a. Análisis de grabaciones para observar competencias transversales.
- b. Evaluación de proyectos para identificar creatividad e innovación.

C. Integración:

- a. Comparar resultados de observaciones, grabaciones y productos finales para identificar coherencia y posibles discrepancias.
- b. Generar reportes descriptivos y gráficos que resuman hallazgos significativos.

2.5.6. Recursos Necesario de Financiamiento

- A. **Gobiernos y Alianzas:** Solicitar apoyo gubernamental para proveer kits y herramientas tecnológicas y asociaciones con empresas como LEGO Education, Microsoft o Google para obtener descuentos y recursos.
- B. **Autogestión Institucional:** Implementar sistemas de préstamo y rotación de kits LEGO y proyectos de crowdfunding para comunidades con pocos recursos.
 - a. Infraestructura

- Adecuar espacios en cada institución (laboratorios o aulas STEAM).
- Asegurar acceso a internet para actividades que lo requieran.

b. **Herramientas Complementarias**

- Uso de simuladores de robótica en línea para complementar la falta de kits.
- Incorporar software de diseño y programación gratuitos como Scratch, Tinkercad, App Inventor.

2.5.7. Monitoreo y Evaluación del Proyecto Escalado:

Aborda los siguientes indicadores.

- A. **Académicos:** Incremento en competencias técnicas (programación, diseño mecánico) y Mejora en pensamiento crítico y habilidades de resolución de problemas.
- B. **Motivacionales:** Mayor interés en áreas STEAM y reducción en la deserción escolar en programas técnicos.
- C. **Institucionales:** Número de instituciones participantes y Satisfacción docente y estudiantil con el programa.

2.5.8. Métodos de Evaluación

- A. Aplicar pretest y posttest en estudiantes para medir el desarrollo de habilidades.
- B. Realizar entrevistas y encuestas con docentes para evaluar la implementación.
- C. Crear un sistema de reportes institucionales para documentar resultados y lecciones aprendidas.

Comunicación y Difusión

- A. **Documentación de Resultados:** Publicar informes anuales sobre el impacto del proyecto y Diseñar estudios de caso exitosos para inspirar a otras instituciones.
- B. **Difusión:** Utilizar plataformas digitales y redes sociales para compartir logros del proyecto y organizar eventos como ferias STEAM para mostrar proyectos estudiantiles.

3. 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 subraya la capacidad de las estrategias de la metodología STEAM para preparar a los estudiantes en competencias técnicas y blandas, que 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 ayuda a los estudiantes 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 estudiantes 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 los estudiantes 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 permitió a los estudiantes 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.

4. 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.

Referencias bibliográficas

- Vicente, F. R., Zapatera Llinares, A., & Montes Sánchez, N. (2021). *Curriculum analysis and design, implementation, and validation of a STEAM project through educational robotics in primary education*.
- Salinas, V. (s. f.). *Aplicación de la técnica educativa aprendizaje basado en problemas para capacitación a distancia (e-learning)*. En *RIED*. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (Vol. 16). <https://doi.org/10.5944/ried.16.1.2060>
- Polman, J. L. (2023). *Designing Project-Based Science: Connecting Learners Through Guided Inquiry*. *Ways Of Knowing In Science Series.*, 2000. <https://eric.ed.gov/?id=ED465541>
- Quint, J., Visher, M. G., Bangser, M. R., Drohojowska, S., Saco, L., & Nelson, E. (2017). *Project-Based Learning A Literature Review*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED578933.pdf>
- Ferrada, Carrillo, Díaz y Silva (2020). *La robótica desde las áreas STEM en educación primaria: una revisión sistemática*.
- Palacios, M. N., & Barroso, F. G. (2023). *Competencias de comunicación y trabajo en equipo mediante aprendizaje basado en proyectos en física moderna*.
- Kim, S., Kim, H., & Lee, W. (2018). *The effects of a STEAM program on creativity and problem-solving skills: A case study in South Korea*. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(3), 487-503.
- Ferrada, D., & Coll, C. (2020). *Implementación de estrategias STEAM para el desarrollo de habilidades del siglo XXI en estudiantes de secundaria*. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*,
- Valenzuela, J. M. (2019). *Robótica educativa: Metodología y recursos para el aula*. Madrid: Editorial Narcea.
- LEGO Education. (2023). *LEGO Mindstorms EV3 Curriculum*. <https://education.lego.com/en-us/>
- ISTE Standards for Students. (2016). *International Society for Technology in Education*.

Anexos

Anexo A:

Cuestionario preliminar STEAM con LEGO Mindstorms EV3 para estudiantes de primer semestre de ingeniería mecatrónica Universidad Mariana.

Ciencia

- ¿Qué principio físico se utiliza para entender cómo los robots de LEGO Mindstorms EV3 se mueven y navegan por su entorno?
 - a) Leyes de la termodinámica
 - b) Leyes del electromagnetismo
 - c) Leyes del movimiento de Newton
 - d) Leyes de la óptica
- ¿Cómo funciona un sensor de color en el LEGO Mindstorms EV3?
 - a) Detecta la temperatura del objeto
 - b) Mide la distancia entre el sensor y el objeto
 - c) Detecta la luz reflejada del objeto y puede distinguir colores
 - d) Mide la velocidad del objeto
- ¿Qué tipo de energía transforma el motor del LEGO Mindstorms EV3 para generar movimiento?
 - a) Energía térmica a energía cinética
 - b) Energía eléctrica a energía cinética
 - c) Energía química a energía potencial
 - d) Energía potencial a energía térmica

Tecnología

- ¿Qué software se utiliza para programar los robots de LEGO Mindstorms EV3?
 - a) Scratch
 - b) EV3 Lab
 - c) Python
 - d) Java
- ¿Cómo se puede hacer que un robot EV3 siga una línea en el suelo?
 - a) Usando un sensor de proximidad
 - b) Usando un sensor de color para detectar la línea y ajustar el movimiento
 - c) Programando el robot para moverse en línea recta
 - d) Usando un sensor de temperatura para detectar cambios en la superficie
- ¿Cuál es la función del bloque 'Esperar' en el software de programación EV3?
 - a) Hacer que el robot espere durante un período de tiempo específico
 - b) Detener el robot por completo
 - c) Acelerar el movimiento del robot
 - d) Cambiar la dirección del robot

Ingeniería

- ¿Qué consideraciones de diseño son importantes al construir un robot con LEGO Mindstorms EV3 para que pueda superar obstáculos?
 - a) Tamaño del robot y capacidad de los motores
 - b) Color de las piezas y la forma del robot
 - c) Cantidad de sensores utilizados
 - d) Número de piezas utilizadas
- ¿Cómo afecta el peso del robot a su rendimiento?
 - a) Un robot más pesado puede moverse más rápido
 - b) Un robot más ligero generalmente se mueve más rápido y puede superar obstáculos con mayor facilidad
 - c) El peso no afecta el rendimiento del robot
 - d) Un robot más pesado siempre es más estable, sin importar el diseño
- ¿Qué aspecto del diseño del robot se debe ajustar si el robot no se mueve en línea recta?
 - a) La programación de los motores
 - b) El color de las piezas del robot
 - c) La forma de los sensores
 - d) La altura del robot

Artes

- ¿Cómo puede la creatividad influir en el diseño de un robot LEGO Mindstorms EV3?
 - a) Permitiendo que el robot tenga un aspecto único y atractivo
 - b) Asegurando que el robot funcione más rápido
 - c) Haciendo que el robot pueda volar
 - d) Estableciendo que el robot use menos piezas
- ¿Por qué es importante presentar un informe o una presentación sobre el diseño y funcionamiento del robot?
 - a) Para recibir una calificación más alta
 - b) Para comunicar las ideas, resultados y el proceso de diseño a otros
 - c) Para hacer que el robot se vea más atractivo
 - d) Para demostrar que el robot puede hacer trucos
- ¿Qué habilidades artísticas podrían ser útiles al personalizar el robot?
 - a) Dibujo y diseño gráfico
 - b) Conocimiento de programación avanzada
 - c) Conocimientos en matemáticas aplicadas
 - d) Habilidades en investigación científica

Matemáticas

- ¿Cómo se puede calcular la velocidad de un robot utilizando LEGO Mindstorms EV3?
 - a) Dividiendo la distancia recorrida por el tiempo que ha tardado en recorrerla
 - b) Sumando la distancia y el tiempo

- c) Multiplicando el número de piezas por la distancia
 - d) Restando la distancia del tiempo
- ¿Qué fórmula matemática se utiliza para calcular la distancia que debe recorrer el robot?
 - a) Distancia = Velocidad \times Tiempo
 - b) Distancia = Tiempo \div Velocidad
 - c) Distancia = Velocidad + Tiempo
 - d) Distancia = Velocidad \div Tiempo
- Interdisciplinario (Aplicación STEAM)
- ¿Cómo se relaciona la programación de un robot con la resolución de problemas en el diseño del robot?
 - a) La programación no está relacionada con el diseño del robot
 - b) La programación permite ajustar el comportamiento del robot para resolver problemas específicos del diseño
 - c) La programación solo se usa para hacer que el robot sea más rápido
 - d) La programación cambia el color del robot
- ¿Qué impacto tiene el análisis de datos en la mejora del rendimiento del robot?
 - a) Permite ajustar los parámetros del robot para mejorar su precisión y eficiencia
 - b) No tiene impacto, ya que el rendimiento del robot depende solo de su diseño
 - c) Solo afecta al aspecto estético del robot
 - d) Hace que el robot sea más pesado
- ¿Cómo puede la creatividad ayudar en la fase de prueba y ajuste de un robot?
 - a) Permitiendo encontrar soluciones innovadoras para problemas inesperados durante las pruebas
 - b) Haciendo que el robot se vea más atractivo
 - c) Asegurando que el robot siga la línea correctamente
 - d) Reduciendo la cantidad de piezas del robot
- ¿Por qué es importante entender los conceptos matemáticos cuando se programa un robot para una tarea específica?
 - a) Para calcular correctamente los parámetros necesarios para que el robot realice la tarea con precisión
 - b) Para decorar el robot
 - c) Para hacer que el robot sea más rápido
 - d) Para aumentar el número de piezas del robot
- ¿Cómo puede el diseño interdisciplinario mejorar el proyecto de robótica en STEAM?
 - a) Al integrar conocimientos de diferentes disciplinas para crear soluciones más efectivas y completas
 - b) Al enfocarse solo en un área del conocimiento
 - c) Al utilizar menos piezas en el diseño
 - d) Al hacer que el robot sea más pesado.

Sección 2: Metodología de Enseñanza

¿Cuál es su enfoque principal en la enseñanza? (Seleccione una opción)

- Tradicional (clases magistrales)
- Aprendizaje activo
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- STEAM
- Otra (especifique): _____

¿Está familiarizado con la metodología STEAM?

- Sí
- No

¿Ha implementado STEAM en su enseñanza?

- Sí
- No

Si respondió "Sí", ¿en qué áreas ha aplicado STEAM? (Seleccione todas las que apliquen)

- Ciencia
- Tecnología
- Ingeniería
- Arte
- Matemáticas

Sección 3: Enfoque y Estilo de Aprendizaje

¿Qué métodos utiliza para fomentar el aprendizaje activo en sus clases?
(Seleccione todas las que apliquen)

- Proyectos en grupo
- Estudios de caso
- Discusiones en clase
- Uso de tecnologías
- Otros (especifique): _____

¿Cómo integra diferentes disciplinas en sus clases utilizando STEAM?

¿Cree que la metodología STEAM mejora el aprendizaje y la motivación de los estudiantes?

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

Sección 4: Retos y Mejora

Implementación de la Metodología STEAM con LEGO Mindstorms EV3

¿Cuáles considera que son los principales desafíos al implementar STEAM en su enseñanza? (Seleccione todas las que apliquen)

- Falta de recursos
- Resistencia al cambio
- Capacitación docente
- Falta de interés de los estudiantes
- Otros (especifique): _____

¿Qué cambios le gustaría implementar para mejorar la integración de STEAM en su enseñanza?

Anexo B:

Formulario evaluación curso robótica-educativa para grupo poblacional No 1, estudiantes de educación básica y media:

Formulario de Evaluación del Curso de Robótica Educativa

Nombre del Estudiante:

Fecha:

Grupo:

Sección 1: Conocimientos Técnicos

1. ¿Qué es un algoritmo?

- a) Una serie de pasos ordenados para resolver un problema.
- b) Un tipo de motor del robot.
- c) Un componente de hardware del robot EV3.
- d) Ninguna de las anteriores.

2. ¿Para qué sirve el bloque “Esperar” en el software EV3?

- a) Espera un tiempo específico antes de continuar con la siguiente acción.
- b) Hace que el robot espere hasta recibir una señal de luz.
- c) Pausa el programa indefinidamente.
- d) Ninguna de las anteriores.

3. ¿Qué función tiene el sensor de contacto en el robot EV3?

- a) Detectar la distancia entre objetos.
- b) Detectar la presión de un botón.
- c) Emitir sonido cuando se presiona.
- d) Medir la intensidad de la luz.

4. ¿Cuál es el propósito de los motores en un robot?

(Pregunta abierta)

5. ¿Cuántas ruedas son suficientes para que un minirobot funcione correctamente?

- a) 2 ruedas
- b) 3 ruedas
- c) 4 ruedas
- d) Depende del diseño y de la función del minirobot

6. Cuando está presionado el sensor de contacto, ¿qué información se muestra en el software?

- a) 1

- b) 0
- c) Encendido
- d) Apagado

7. Explica cómo programarías el robot para que avance, gire 90 grados y retroceda usando sensores.

(Pregunta abierta)

Sección 2: Aplicación Práctica

8. ¿Qué tan cómodo te sentiste al armar el robot y familiarizarte con sus piezas?

- 1 (Muy incómodo)
- 2 (Incómodo)
- 3 (Neutral)
- 4 (Cómodo)
- 5 (Muy cómodo)

9. ¿Consideras que aprendiste a programar el robot de manera eficiente?

- 1 (Para nada)
- 2 (Poco)
- 3 (Neutral)
- 4 (Mucho)
- 5 (Totalmente)

10. Marca las acciones que programaste correctamente en el robot durante el curso (puedes seleccionar varias):

- a) Avanzar y retroceder
- b) Girar y rotar
- c) Utilizar sensores para detectar objetos
- d) Seguir una línea negra
- e) Reaccionar a obstáculos usando sensores
- f) Emisión de sonidos

11. ¿Qué fue lo más desafiante al programar el movimiento del robot?

(Pregunta abierta)

12. ¿Qué tan útil encontraste el uso de sensores en el robot para realizar tareas específicas?

- 1 (Nada útil)
- 2 (Poco útil)
- 3 (Neutral)
- 4 (Útil)
- 5 (Muy útil)

13. ¿Qué cambiarías o mejorarías en el diseño del robot para que funcione mejor?
(Pregunta abierta)

14. Explica una situación en la que el sensor de distancia fue clave para completar un desafío.
(Pregunta abierta)

Sección 3: Percepción del Curso y Metodología STEAM

15. ¿Te sentiste motivado/a a participar activamente en el curso?

- 1 (Para nada motivado/a)
- 2 (Poco motivado/a)
- 3 (Neutral)
- 4 (Motivado/a)
- 5 (Muy motivado/a)

16. ¿Crees que el trabajo en equipo facilitó el aprendizaje de los conceptos de robótica?

- 1 (Para nada)
- 2 (Poco)
- 3 (Neutral)
- 4 (Mucho)
- 5 (Totalmente)

17. ¿Qué fue lo que más disfrutaste del curso de robótica educativa?
(Pregunta abierta)

18. ¿Recomendarías este curso a otros estudiantes? ¿Por qué?
(Pregunta abierta)

19. ¿Qué habilidades personales crees que desarrollaste más durante el curso? (puedes seleccionar varias):

- a) Comunicación
- b) Trabajo en equipo
- c) Creatividad
- d) Liderazgo
- e) Pensamiento crítico
- f) Innovación
- g) Resolución de problemas

20. ¿Qué tan útil consideras el curso para tu aprendizaje y desarrollo de habilidades técnicas?

- 1 (Nada útil)
- 2 (Poco útil)

- 3 (Neutral)
- 4 (Útil)
- 5 (Muy útil)

21. ¿Qué aspectos del curso te gustaría mejorar?

- a) La claridad de las explicaciones sobre los sensores y motores
 - b) La dificultad de los desafíos prácticos
 - c) La cantidad de trabajo en equipo
 - d) La cantidad de sesiones de práctica
- (Selecciona una opción para cada uno: Nada que mejorar - Poco - Neutral - Necesita mejoras - Mucho que mejorar)*

Preguntas relacionadas con STEAM

22. ¿Qué tan importante consideras que fue el uso de tecnología en el curso para alcanzar los objetivos del proyecto?

- 1 (Nada importante)
- 2 (Poco importante)
- 3 (Neutral)
- 4 (Importante)
- 5 (Muy importante)

23. ¿De qué manera los conceptos matemáticos, como la medición de ángulos o distancias, te ayudaron a programar y diseñar las acciones del robot?

(Pregunta abierta)

24. ¿Sientes que la metodología STEAM, en especial el enfoque en matemáticas y tecnología, mejoró tu comprensión de cómo resolver problemas?

- 1 (Para nada)
- 2 (Poco)
- 3 (Neutral)
- 4 (Mucho)
- 5 (Totalmente)

25. En tu opinión, ¿el curso te permitió expresar tu creatividad (arte) en el diseño y programación del robot?

- 1 (Para nada)
- 2 (Poco)
- 3 (Neutral)
- 4 (Mucho)

- 5 (Totalmente)

26. ¿Cómo crees que la robótica y la tecnología pueden ser usadas en el arte o en otros proyectos creativos? Da un ejemplo.

(Pregunta abierta)

27. ¿Crees que la robótica puede ayudar a solucionar problemas en la vida cotidiana? Si es así, menciona un ejemplo.

(Pregunta abierta)

28. ¿Cómo describirías tu experiencia general en el curso?

(Pregunta abierta)

Anexo C:

Formulario evaluación curso robótica-lego para grupo poblacional No 2, estudiantes de primer semestre de ingeniería mecatrónica Universidad Mariana:

Formulario de Evaluación del Curso a primer semestre de Ingeniería Mecatrónica con Enfoque STEAM

Nombre del Estudiante:

Fecha:

Grupo:

Sección 1: Conocimientos Técnicos

1. ¿Qué es un algoritmo?
 - a) Un conjunto de pasos ordenados para resolver un problema.
 - b) Un dispositivo mecánico del robot.
 - c) Un tipo de software utilizado en ingeniería.
 - d) Ninguna de las anteriores.
2. ¿Qué representa una variable en un programa?
 - a) Un valor fijo que no cambia.
 - b) Un valor que puede cambiar durante el programa.
 - c) Un sensor del robot.
 - d) Un componente eléctrico del robot.
3. ¿Cuál es la función de un sensor de proximidad en robótica?
 - a) Detectar el color de un objeto.
 - b) Medir la distancia a un objeto.
 - c) Emitir luz para detectar obstáculos.
 - d) Controlar la velocidad del robot.
4. ¿Qué significa STEAM en el contexto de este curso?
 - a) Ciencia, Tecnología, Electrónica, Ingeniería y Matemáticas.
 - b) Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas.
 - c) Software, Tecnología, Electrónica, Arte y Mecatrónica.
 - d) Ninguna de las anteriores.
5. ¿Cómo se relaciona el arte con la ingeniería mecatrónica?
 - a) Mejorando la estética y funcionalidad de los diseños.
 - b) Aplicando creatividad para resolver problemas.
 - c) Agregando valor artístico a los prototipos.
 - d) Todas las anteriores.
6. Para qué se utiliza un ciclo en programación y cómo podría aplicarse en un proyecto de robótica?
 - a) Para definir variables.
 - b) Para repetir un conjunto de instrucciones varias veces.
 - c) Para detener el programa.
 - d) Para almacenar datos de sensores.
7. ¿Cuál es el objetivo de utilizar sensores en un robot?
 - a) Mejorar la apariencia del robot.

- b) Permitir que el robot interactúe con su entorno.
- c) Aumentar la velocidad del robot.
- d) Reducir el peso del robot.

Sección 2: Aplicación Práctica en el Contexto STEAM

8. ¿Qué tan cómodo/a te sentiste al armar los componentes mecánicos del robot?
(Escala de Likert)
- 1 (Muy incómodo/a)
 - 2 (Incómodo/a)
 - 3 (Neutral)
 - 4 (Cómodo/a)
 - 5 (Muy cómodo/a)
9. ¿Cómo evalúas tu habilidad para integrar conceptos de tecnología y programación en la práctica de este curso?
(Escala de Likert)
- 1 (Nada)
 - 2 (Poco)
 - 3 (Neutral)
 - 4 (Mucho)
 - 5 (Totalmente)
10. Marca las actividades que realizaste correctamente en el curso (puedes seleccionar varias):
- a) Construcción del sistema mecánico del robot.
 - b) Programación de movimiento del robot.
 - c) Uso de sensores para detección de obstáculos.
 - d) Análisis de datos de sensores en experimentos.
 - e) Diseño estético y funcional del robot.
11. ¿Con qué frecuencia utilizaste conceptos matemáticos (ángulos, velocidad, distancia) en la programación del robot?
- a) Nunca
 - b) Rara vez
 - c) Algunas veces
 - d) Frecuentemente
 - e) Siempre
12. ¿Qué tan útil encontraste el uso de conceptos de ingeniería en este proyecto?
(Escala de Likert)
- 1 (Nada útil)
 - 2 (Poco útil)
 - 3 (Neutral)
 - 4 (Útil)
 - 5 (Muy útil)
13. ¿En qué medida te ayudó el uso de sensores a mejorar el rendimiento del robot en sus tareas?
(Escala de Likert)
- 1 (Nada)
 - 2 (Poco)

- 3 (Neutral)
 - 4 (Mucho)
 - 5 (Totalmente)
14. ¿Qué tan importante consideras la creatividad en el desarrollo de soluciones tecnológicas y de ingeniería?
(Escala de Likert)
- 1 (Nada importante)
 - 2 (Poco importante)
 - 3 (Neutral)
 - 4 (Importante)
 - 5 (Muy importante)
15. ¿Qué tan precisa consideras que fue la aplicación de conceptos matemáticos en la construcción del robot?
(Escala de Likert)
- 1 (Nada precisa)
 - 2 (Poco precisa)
 - 3 (Neutral)
 - 4 (Precisa)
 - 5 (Muy precisa)

Sección 3: Percepción del Curso y Enfoque STEAM

16. ¿Te sentiste motivado/a a participar activamente en el curso?
(Escala de Likert)
- 1 (Para nada motivado/a)
 - 2 (Poco motivado/a)
 - 3 (Neutral)
 - 4 (Motivado/a)
 - 5 (Muy motivado/a)
17. ¿Qué tan importante consideras el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) para la resolución de problemas en ingeniería mecatrónica?
(Escala de Likert)
- 1 (Nada importante)
 - 2 (Poco importante)
 - 3 (Neutral)
 - 4 (Importante)
 - 5 (Muy importante)
18. ¿Consideras que el trabajo en equipo facilitó el aprendizaje de los conceptos en el curso?
(Escala de Likert)
- 1 (Para nada)
 - 2 (Poco)
 - 3 (Neutral)
 - 4 (Mucho)
 - 5 (Totalmente)

19. ¿Cómo evalúas la integración del arte en el diseño y desarrollo de tus proyectos en este curso?
(Escala de Likert)
- 1 (Nada útil)
 - 2 (Poco útil)
 - 3 (Neutral)
 - 4 (Útil)
 - 5 (Muy útil)
20. ¿De qué manera el enfoque en creatividad (arte) mejoró el diseño y funcionalidad del robot?
- a) No mejoró el diseño ni la funcionalidad
 - b) Incrementó el atractivo visual del robot
 - c) Facilitó la identificación de soluciones innovadoras
 - d) Ayudó a combinar estética y funcionalidad
21. ¿Consideras que el enfoque STEAM te permitió encontrar soluciones innovadoras en ingeniería?
(Escala de Likert)
- 1 (Para nada)
 - 2 (Poco)
 - 3 (Neutral)
 - 4 (Mucho)
 - 5 (Totalmente)
22. ¿Qué tan importante fue el uso de conceptos matemáticos para la precisión y éxito del proyecto?
(Escala de Likert)
- 1 (Nada importante)
 - 2 (Poco importante)
 - 3 (Neutral)
 - 4 (Importante)
 - 5 (Muy importante)
23. ¿Qué aspectos del curso te gustaría mejorar para aplicar más el enfoque STEAM?
- a) Mayor enfoque en la tecnología y uso de sensores
 - b) Más ejemplos de aplicación práctica de matemáticas en robótica
 - c) Integración de actividades creativas y de diseño en el proyecto
 - d) Proyectos de mayor complejidad en ingeniería mecánica
 - e) Actividades en equipo para fortalecer el trabajo colaborativo
24. ¿Crees que los conceptos aprendidos en este curso te ayudarán a resolver problemas reales en ingeniería?
(Escala de Likert)
- 1 (Para nada)
 - 2 (Poco)
 - 3 (Neutral)
 - 4 (Mucho)
 - 5 (Totalmente)
25. ¿Qué habilidades personales sientes que desarrollaste más con el enfoque STEAM? (selección múltiple)
- a) Pensamiento crítico

- b) Resolución de problemas
- c) Creatividad
- d) Trabajo en equipo
- e) Comunicación

26. Califica la importancia de cada componente de STEAM en el curso:

(Escala de Likert para cada uno)

- Ciencia (1 a 5)
- Tecnología (1 a 5)
- Ingeniería (1 a 5)
- Arte (1 a 5)
- Matemáticas (1 a 5)