



ITCA
FEPADE

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

EDUROBOLEARNING. INNOVACIÓN DIDÁCTICA EN ROBÓTICA Y PROGRAMACIÓN PARA EDUCACIÓN MEDIA

**EN ASOCIO CON LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL
DE EDUCACIÓN DE LA PAZ**

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL
MTRO. NILSON ERICK GALDÁMEZ MARTÍNEZ

DOCENTE COINVESTIGADOR
TÉC. JIMMY GERZON RUÍZ CARMONA

CENTRO REGIONAL MEGATEC ZACATECOLUCA

ENERO 2025



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA





ITCA
FEPADE

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

EDUROBOLEARNING. INNOVACIÓN DIDÁCTICA EN ROBÓTICA Y PROGRAMACIÓN PARA EDUCACIÓN MEDIA

**EN ASOCIO CON LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL
DE EDUCACIÓN DE LA PAZ**

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL
MTRO. NILSON ERICK GALDÁMEZ MARTÍNEZ

DOCENTE COINVESTIGADOR
TÉC. JIMMY GERZON RUÍZ CARMONA

CENTRO REGIONAL MEGATEC ZACATECOLUCA

ENERO 2025



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA



Rector

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrector

Ing. Christian Antonio Guevara Orantes

**Director de Investigación
y Proyección Social**

Ing. Mario W. Montes Arias

**Dirección de Investigación
y Proyección Social**

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo

Inga. Jeannette Tatiana Galeas Rodríguez

Téc. Cristina Michellé Vásquez Hernández

Sra. Delmy Roxana Reyes Zepeda

**Director Centro Regional
MEGATEC Zacatecoluca**

Mtro. José Ricardo Somoza Vásquez

372.358

G149e

slv

Galdámez Martínez, Nilson Erick 1989 -

EduRoboLearning, innovación didáctica en Robótica y Programación para Educación Media. En asocio con la Dirección Departamental de Educación de La Paz (recurso electrónico) / Nilson Erick Galdámez Martínez y Jimmy Gerzon Ruíz Carmona. -- 1ª ed. -- Santa Tecla, La Libertad, El Salv.: ITCA Editores, 2025. 1 recurso electrónico, (52 p.: il. col.; 28 cm.)

Datos electrónicos (1 archivo: pdf, 2 MB). --
<https://www.itca.edu.sv/produccion-academica/>

ISBN: ISBN: 978-99983-69-62-7 (E-Book, pdf)

ISBN: 978-99983-69-61-0 (Impreso)

1. Robótica educativa. 2. Programación-Enseñanza. 3. Arduino (Plataforma de Hardware libre). 4. Innovación-Didáctica y Tecnología. 5. Métodos de enseñanza-Aprendizaje. 6. Tecnología educativa. I. Ruíz Carmona, Jimmy Gerzon 1988-, coaut. II. Título.

Autor

Mtro. Nilson Erick Galdámez Martínez

Coautor

Téc. Jimmy Gerzon Ruíz Carmona

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2025

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica, el sector empresarial y la sociedad, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial
Compartir Igual
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América

Sitio Web. www.itca.edu.sv

TEL. (503)2132-7423

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
2.1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	7
	ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	8
2.2.	ESTADO DE LA TÉCNICA - ANTECEDENTES	8
2.3.	JUSTIFICACIÓN	9
3.	OBJETIVOS	10
3.1.	OBJETIVO GENERAL	10
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4.	HIPÓTESIS.....	10
5.	MARCO TEÓRICO	10
5.1.	EDUCACIÓN EN PROGRAMACIÓN Y ROBÓTICA.....	10
5.2.	ESTADO ACTUAL EN EL SALVADOR	11
6.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	12
6.1.	ENFOQUE METODOLÓGICO	13
6.2.	PROCEDIMIENTOS Y DISEÑO DE PROPUESTA.	13
6.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	14
	VALIDACIÓN DEL MANUAL DE CONSTRUCCIÓN	14
	VALIDACIÓN DEL CÓDIGO FUENTE EN ARDUINO.....	15
	VALIDACIÓN DE LA ESTRUCTURA CURRICULAR	15
	MATRIZ OPERACIONAL DE LA METODOLOGÍA.....	16
7.	RESULTADOS	18
7.1.	ESTRUCTURA CURRICULAR DE EDUROBOLEARNING	20
8.	CONCLUSIONES.....	34
9.	RECOMENDACIONES	36
10.	GLOSARIO.....	37
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
12.	ANEXOS.....	41
12.1.	ANEXO 1. MANUAL DE MONTAJE EDUROBOLEARNING	41
12.2.	ANEXO 2. MANUAL DE USO DE LIBRERÍA DE ARDUINO PARA EDUROBOLEARNING	42
12.3.	ANEXO 3. MANUAL DE USO DE IMPRESIÓN 3D	43
12.4.	ANEXO 4. FOTOGRAFÍAS DEL ROBOT EDUROBOLEARNING	44
12.5.	ANEXO 5. CAPACITACIÓN A DOCENTES DE LA PAZ SOBRE EDUROBOLEARNING	48

1. INTRODUCCIÓN

La educación en robótica y programación se ha convertido en un pilar fundamental en la formación de estudiantes en el ámbito de la tecnología e innovación. Sin embargo, el acceso a herramientas didácticas adecuadas sigue siendo un desafío, especialmente en entornos con recursos limitados. En este contexto, el presente documento describe el desarrollo del proyecto EduRoboLearning, una iniciativa orientada a la creación de un robot educativo de bajo costo y código abierto, diseñado para fortalecer el aprendizaje de programación y electrónica en ambientes educativos.

Este informe detalla el proceso de diseño, modelado y construcción de EduRoboLearning, un robot basado en la plataforma Arduino Nano, con componentes modulares impresos en 3D y una estructura curricular adaptada para facilitar su integración en el aula. A diferencia de otros modelos comerciales, este proyecto busca ofrecer una alternativa accesible y flexible, permitiendo que los estudiantes experimenten con la programación y la robótica de manera práctica.

El objetivo del proyecto fue diseñar y desarrollar un robot educativo accesible, acompañado de un manual de construcción, código fuente en Arduino y una estructura curricular con módulos de aprendizaje. Para ello, se definieron especificaciones técnicas precisas, se desarrollaron modelos 3D de sus componentes, y se programaron funcionalidades clave utilizando el lenguaje de programación de Arduino. Además, se estableció una metodología de trabajo ágil para asegurar la evolución continua del proyecto y su alineación con los objetivos educativos.

En la primera fase del desarrollo, se realizó una revisión de literatura sobre robots educativos y metodologías de enseñanza en entornos tecnológicos. Posteriormente, se definieron las dimensiones y componentes esenciales del robot, se diseñaron los modelos tridimensionales y se seleccionó la plataforma de programación. A partir de estos fundamentos, se estructuró un plan de implementación que integra tanto la fabricación del hardware como el desarrollo de contenido pedagógico para su uso en el aula.

Se utilizaron herramientas de diseño asistido por computadora CAD para crear modelos tridimensionales de cada componente del robot, tomando como base un proyecto de código abierto. Este enfoque permitió la reutilización de piezas ya existentes, optimizando el tiempo de diseño y asegurando la compatibilidad con la parte física del robot. Las piezas fueron adaptadas y mejoradas, considerando las necesidades educativas y los requerimientos de impresión 3D.

El manual de construcción fue validado por los alumnos de segundo año del Técnico en Hardware Computacional mediante pruebas de impresión y ensamblaje. Este proceso permitió verificar que las piezas fueran compatibles y funcionales, asegurando que el diseño cumple con los estándares de calidad requeridos para su uso en entornos educativos. Como resultado, se confirmó que el manual proporciona una guía clara y accesible, facilitando la replicabilidad del kit en distintas instituciones educativas y garantizando su correcta implementación.

El diseño y construcción de EduRoboLearning representan un aporte significativo para la enseñanza de la robótica en instituciones educativas de nivel media, proporcionando un recurso innovador, accesible y alineado con las necesidades actuales de formación en tecnología. La aplicación de este proyecto permitirá fortalecer competencias en programación, resolución de problemas y trabajo en equipo, preparando a los estudiantes para los retos del entorno tecnológico actual.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la era actual de la tecnología, es crucial que los estudiantes desarrollen habilidades que les permitan afrontar los desafíos del mundo digital en constante evolución. La programación y la robótica son disciplinas fundamentales para la automatización, la inteligencia artificial y la innovación en diversas áreas del conocimiento. Sin embargo, el acceso limitado a herramientas y metodologías adecuadas para la enseñanza de estas disciplinas dificulta la preparación de los estudiantes para los retos del futuro.

El sistema educativo en El Salvador enfrenta importantes desafíos para integrar la programación y la robótica en los niveles de educación media. A pesar de la creciente importancia de estas áreas, muchas instituciones carecen de los recursos tecnológicos necesarios, metodologías estructuradas y docentes capacitados para impartir estos conocimientos de manera efectiva. Como resultado, los estudiantes tienen pocas oportunidades para desarrollar competencias en pensamiento computacional, resolución de problemas y creatividad mediante experiencias prácticas.

Los principales problemas identificados son los siguientes.

1. Escasez de recursos educativos accesibles y avanzados. La mayoría de las escuelas carecen de kits de robótica y herramientas que permitan el aprendizaje práctico de la programación en Arduino y la construcción de robots.
2. Dificultades en la enseñanza efectiva de robótica y programación. Muchos docentes no cuentan con la capacitación necesaria ni con un programa estructurado que les facilite la enseñanza de estos temas en el aula.
3. Baja motivación y compromiso estudiantil. La falta de experiencias prácticas y aplicaciones reales en programación y robótica reduce el interés de los estudiantes por aprender estas disciplinas.
4. Brecha en el desarrollo de habilidades del siglo XXI. La ausencia de formación en robótica y programación deja a los estudiantes con una preparación limitada para carreras tecnológicas y desafíos profesionales futuros.

Ante este panorama, surgió la necesidad de desarrollar EduRoboLearning, un robot educativo de bajo costo y código abierto que facilite la enseñanza de robótica y programación en entornos educativos. Este proyecto proporciona un kit de robótica accesible, materiales didácticos estructurados y un aprendizaje basado en Arduino, lo que permitiría a estudiantes y docentes contar con un recurso educativo integral para fortalecer sus conocimientos en estas áreas.

El problema central que abordó este proyecto es la falta de herramientas didácticas accesibles y estructuradas para la enseñanza de robótica y programación en entornos educativos. Al desarrollar un recurso práctico, de código abierto y adaptable, EduRoboLearning busca cerrar la brecha en el acceso a educación tecnológica, fomentando el aprendizaje práctico y promoviendo el desarrollo de competencias esenciales para la era digital.

Enunciado del problema

¿Cómo podemos diseñar un programa educativo efectivo que enseñe programación en Arduino, impresión 3D y robótica de manera práctica y significativa, con el objetivo de preparar a los estudiantes de educación media para un mundo cada vez más tecnológico y fomentar su creatividad e innovación?

2.2. ESTADO DE LA TÉCNICA - ANTECEDENTES

El avance tecnológico en el ámbito educativo ha permitido la creación de herramientas y metodologías que facilitan el aprendizaje de programación, robótica e impresión 3D. Diversas soluciones han sido desarrolladas para mejorar la enseñanza en estas áreas, incluyendo robots programables, plataformas de aprendizaje en línea, kits educativos y literatura especializada. A continuación, se presenta un análisis de las principales tecnologías y recursos utilizados en la actualidad.

1. Robots Educativos Programables

Los robots educativos han transformado la enseñanza de la programación y la robótica al proporcionar experiencias de aprendizaje interactivas. Algunas de las soluciones más destacadas son.

- **LEGO Mindstorms.** Combina el clásico sistema de construcción LEGO con componentes electrónicos avanzados y un entorno de programación intuitivo. Su flexibilidad permite a los estudiantes desarrollar proyectos desde simples movimientos hasta complejas tareas autónomas. Es ampliamente utilizado en entornos educativos debido a su capacidad para fomentar el pensamiento lógico y la resolución de problemas.
- **Makeblock mBot.** Diseñado para ser accesible y fácil de programar, el mBot es ideal para principiantes. Utiliza una interfaz gráfica basada en bloques y permite la integración de sensores y actuadores para la construcción de proyectos educativos. Además, su diseño modular facilita la personalización, promoviendo la creatividad en los estudiantes.
- **VEX IQ.** Un kit de robótica ampliamente utilizado en competencias académicas. Proporciona herramientas para que los estudiantes construyan robots móviles y resuelvan desafíos específicos, fomentando la resolución de problemas y el trabajo en equipo.
- **LEGO Boost.** Diseñado para niños más pequeños, LEGO Boost permite la creación de robots interactivos mediante programación gráfica. Su enfoque lúdico facilita la introducción a la robótica a edades tempranas.

2. Plataformas de Enseñanza en Línea

La educación en línea ha abierto nuevas oportunidades para el aprendizaje de robótica, programación e impresión 3D. Entre las plataformas más utilizadas se encuentran.

- **Udemy.** Ofrece una amplia gama de cursos sobre Arduino, impresión 3D y programación de robots. Los cursos son impartidos por expertos y permiten el aprendizaje autodidacta a través de videos y ejercicios prácticos.
- **Coursera y edX.** Estas plataformas colaboran con universidades de prestigio para ofrecer cursos estructurados con certificaciones. Los cursos en áreas STEAM incluyen contenido actualizado y enfoques pedagógicos innovadores.

- **YouTube y blogs especializados.** La comunidad de aprendizaje en línea ofrece una gran cantidad de tutoriales gratuitos que facilitan la adquisición de habilidades en robótica y programación.

3. Impresoras 3D Educativas

El uso de impresoras 3D en la educación ha permitido a los estudiantes materializar sus proyectos de robótica y aprender sobre diseño digital. Algunas características clave de las impresoras 3D diseñadas para entornos educativos incluyen.

- **Seguridad.** Modelos con sistemas de protección y materiales seguros para su uso en aulas.
- **Facilidad de uso.** Software intuitivo y configuraciones predeterminadas que permiten a docentes y estudiantes imprimir sin necesidad de conocimientos avanzados.
- **Software educativo.** Programas específicos que simplifican el proceso de diseño e impresión, facilitando la creación de prototipos y modelos funcionales.

4. Kits de Robótica Educativa

Los kits de robótica son una herramienta fundamental para la enseñanza de STEAM, proporcionando materiales listos para el desarrollo de proyectos prácticos. Algunos de los más utilizados son.

- **Arduino.** Plataforma de código abierto ampliamente utilizada en educación y desarrollo de proyectos electrónicos. Su flexibilidad y accesibilidad la convierten en una excelente opción para la enseñanza de robótica.
- **Raspberry Pi.** Una microcomputadora que permite la programación avanzada y la integración con diferentes sensores y dispositivos, utilizada en proyectos de robótica más complejos.
- **Kits basados en Arduino y sensores personalizados.** Existen múltiples kits de robótica que integran sensores y actuadores basados en Arduino, proporcionando un entorno de aprendizaje accesible y personalizable.

2.3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, la acelerada transformación digital y la automatización de procesos en diversas industrias han generado la necesidad de formar profesionales con habilidades en programación y robótica desde edades tempranas. La integración de tecnologías como Arduino, impresión 3D y robótica educativa en el aprendizaje permite a los estudiantes desarrollar competencias esenciales para enfrentar los desafíos del siglo XXI y adaptarse a un mundo cada vez más digitalizado.

Identificar, evaluar y aplicar metodologías efectivas para la enseñanza de estas tecnologías permitirá no solo fortalecer el aprendizaje de los estudiantes en áreas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas), sino también mejorar la preparación de los docentes para impartir conocimientos actualizados en estas disciplinas. Además, la implementación de enfoques prácticos y basados en proyectos fomentará la creatividad, la resolución de problemas y el pensamiento lógico en los estudiantes, competencias clave en un mercado laboral altamente competitivo. En El Salvador, la enseñanza de la programación y la robótica en educación media aún enfrenta diversas limitaciones, como la falta de recursos tecnológicos, la escasa capacitación docente y la ausencia de metodologías prácticas que motiven a los estudiantes. Esta situación representa una oportunidad para explorar nuevas estrategias educativas que

promuevan el aprendizaje significativo en estos campos. El proyecto "EduRoboLearning" busca reducir esa brecha educativa, proporcionando herramientas accesibles y una plataforma de enseñanza innovadora que contribuya al desarrollo de competencias tecnológicas en la educación media.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Se desarrolló un programa educativo integral, denominado "EduRoboLearning", que capacita a estudiantes de educación media en programación con Arduino, impresión 3D y robótica, con el propósito de prepararlos para el futuro tecnológico y fomentar su pensamiento creativo e innovador.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Se elaboró un manual de construcción del kit EduRoboLearning, utilizando piezas en formato STL provenientes del proyecto de software libre Escornabot con el fin de facilitar la fabricación y ensamblaje del robot educativo.
2. Se desarrolló un código fuente en Arduino, para EduRoboLearning, que sea aplicado en los ambientes de aprendizaje.
3. Se diseñó una estructura curricular compuesta por módulos, lecciones y actividades prácticas integradas con el uso de EduRoboLearning, facilitando su implementación en el aula y promoviendo el aprendizaje activo de programación y robótica en estudiantes de educación media.

4. HIPÓTESIS

¿Cómo podemos diseñar un programa educativo efectivo que enseñe programación en Arduino, impresión 3D y robótica de manera práctica y significativa, con el objetivo de preparar a los estudiantes de educación media para un mundo cada vez más tecnológico y fomentar su creatividad e innovación?

5. MARCO TEÓRICO

En torno a la educación en programación y robótica se despliega en múltiples dimensiones, abordando con detenimiento aspectos cruciales para entender, contextualizar y proponer soluciones efectivas en el ámbito educativo salvadoreño.

5.1. EDUCACIÓN EN PROGRAMACIÓN Y ROBÓTICA

El paradigma educativo ha evolucionado notablemente en la conceptualización de la programación y la robótica como disciplinas fundamentales. La programación trasciende su carácter técnico, actuando como una herramienta cognitiva que fomenta el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Este enfoque holístico subraya la relevancia de integrar la programación y la robótica en los currículos educativos, promoviendo un aprendizaje significativo que desarrolle competencias esenciales para el siglo XXI.

La implementación efectiva de la educación en programación y robótica en El Salvador enfrenta múltiples desafíos. La escasez de recursos educativos avanzados en la mayoría de las escuelas, particularmente en áreas especializadas como la programación en Arduino y la robótica, restringe el acceso a experiencias prácticas y compromete la calidad de la enseñanza en estas disciplinas.

La motivación estudiantil desempeña un papel fundamental en el proceso de aprendizaje, especialmente en la educación en programación y robótica. La ausencia de aplicaciones prácticas y experiencias significativas en estas disciplinas puede provocar una disminución del interés de los estudiantes. Para contrarrestar esta falta de motivación, es esencial implementar estrategias pedagógicas específicas y reevaluar la forma en que se presentan y aplican estos conocimientos, tanto en el aula como en contextos más amplios, fomentando un aprendizaje relevante y atractivo que conecte con los intereses de los estudiantes.

Las habilidades del siglo XXI son esenciales en un entorno dominado por la tecnología. La falta de competencias en programación y robótica no solo limita el éxito individual de los estudiantes, sino que también obstaculiza el progreso societal. Por ello, el desarrollo de estas habilidades se presenta como una prioridad para equipar a la próxima generación con las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos tecnológicos de la sociedad contemporánea, promoviendo tanto la innovación como la adaptabilidad.

5.2. ESTADO ACTUAL EN EL SALVADOR

La educación en programación y robótica en El Salvador enfrenta importantes desafíos, principalmente debido a la limitada disponibilidad de recursos tecnológicos, materiales didácticos y formación docente especializada. Diversos estudios y diagnósticos recientes confirman que la falta de infraestructura adecuada y la escasa capacitación de los docentes dificultan la integración efectiva de estas disciplinas en el currículo escolar.

Además, investigaciones locales y regionales señalan que estas limitaciones reducen las oportunidades para que los estudiantes desarrollen habilidades en pensamiento computacional, resolución de problemas y creatividad mediante experiencias prácticas. Comprender a fondo estas barreras resulta esencial para diseñar estrategias de intervención contextualizadas, que permitan promover una educación tecnológica inclusiva y relevante para el entorno salvadoreño.

En este contexto, el proyecto "EduRoboLearning" emerge como una solución innovadora para superar las barreras identificadas en la educación en programación y robótica. Al proveer a los estudiantes de herramientas accesibles, como un robot educativo de bajo costo y código abierto, junto con un currículo estructurado, el proyecto aborda la escasez de oportunidades educativas en El Salvador. Más allá de cerrar esta brecha, "EduRoboLearning" promueve el desarrollo de competencias tecnológicas esenciales, como el pensamiento computacional y la resolución de problemas, mientras fomenta la creatividad y la innovación en el aula a través de metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos.

6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

A lo largo del desarrollo del proyecto, se implementaron estrategias que combinaron la investigación aplicada, el diseño y la validación de recursos didácticos, con el propósito de fortalecer la enseñanza de la robótica educativa. El proyecto se estructuró en varias fases que incluyeron la conceptualización, el diseño, la implementación y la validación de los componentes clave de EduRoboLearning.

Durante la fase de conceptualización, se identificaron las necesidades y desafíos en la enseñanza de la robótica en el nivel educativo objetivo, estableciendo un marco de referencia basado en metodologías activas y herramientas tecnológicas accesibles.

En la fase de diseño e implementación, se desarrolló el manual de construcción, que proporciona instrucciones detalladas para el ensamblaje del robot utilizando herramientas CAD y materiales adecuados. Paralelamente, se trabajó en la programación del código fuente en Arduino, asegurando su funcionalidad mediante pruebas experimentales. Además, se diseñó una estructura curricular que integra módulos progresivos de aprendizaje, facilitando la adquisición de conocimientos en robótica, programación y diseño 3D.

Para la validación del proyecto, se contó con la participación activa de estudiantes de segundo año de la carrera de Técnico en Hardware Computacional, quienes apoyaron en la aplicación práctica de los materiales desarrollados. A través de su colaboración, se llevaron a cabo pruebas de funcionalidad y ajustes en el diseño y programación del robot. Su retroalimentación permitió identificar oportunidades de mejora y optimizar la propuesta antes de su implementación a mayor escala. Como siguiente fase del proyecto, se prevé la instrucción y participación de docentes de áreas afines, quienes desempeñarán un papel clave en la integración de EduRoboLearning en contextos educativos más amplios.

Con este propósito, se diseñarán estrategias de capacitación y se facilitarán espacios de formación, asegurando que los educadores puedan implementar eficazmente los materiales y metodologías desarrolladas en sus entornos de enseñanza.

Como fase siguiente del proyecto, y en el marco de la proyección social, se tiene prevista para el año 2025 la realización de jornadas de capacitación y charlas dirigidas a docentes de áreas afines en el departamento de La Paz. Estas actividades se llevarán a cabo con el apoyo de la Departamental de Educación, con el objetivo de fortalecer las capacidades pedagógicas en robótica educativa y promover la implementación de EduRoboLearning en contextos escolares más amplios.

Para facilitar esta transición y garantizar una implementación efectiva, se elaboraron diversos recursos didácticos que serán clave durante las jornadas de formación. el manual de construcción y montaje de EduRoboLearning, que guía paso a paso la elaboración del kit robótico utilizando piezas STL provenientes del proyecto de software libre Escornabot; el manual de robótica, que contiene fundamentos esenciales sobre Arduino y su programación; el manual de uso de impresión 3D, que aborda desde los conceptos básicos hasta el proceso de impresión de piezas; y la propuesta curricular, que estructura los módulos, lecciones y actividades, definiendo además los tiempos recomendados para el desarrollo de cada clase. Con estos materiales y una estrategia formativa bien definida, se busca empoderar a los docentes para integrar eficazmente la robótica educativa en sus prácticas pedagógicas, fomentando una educación más innovadora, tecnológica y contextualizada.

6.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

El enfoque adoptado en este proyecto corresponde a la Investigación Aplicada, orientada a la solución práctica de la problemática educativa identificada en la enseñanza de la robótica y la programación. Este tipo de investigación se centra en la aplicación del conocimiento teórico en contextos reales, con el objetivo de generar productos concretos que faciliten la enseñanza y el aprendizaje. En este sentido, EduRoboLearning ha sido desarrollado con una perspectiva funcional y didáctica, permitiendo que los estudiantes y docentes cuenten con recursos estructurados y accesibles para la enseñanza de la robótica educativa.

La implementación de este enfoque ha permitido la creación de soluciones concretas que abarcan.

- **Elaboración del Manual de Construcción.** Este documento detalla paso a paso la fabricación y ensamblaje del robot educativo, utilizando piezas STL adaptadas del proyecto de software libre Escornabot. Incluye instrucciones claras, especificaciones de materiales y el uso de herramientas de diseño asistido por computadora (CAD), diseñado para entornos educativos con acceso a impresoras 3D.
- **Creación del Manual de Robótica con Arduino.** Se desarrolló un manual técnico que introduce los fundamentos de la robótica y la programación en Arduino, presentando ejemplos prácticos y explicaciones claras sobre sensores, actuadores y estructuras de control, orientado a facilitar el aprendizaje autónomo y el acompañamiento docente.
- **Desarrollo del Manual de Uso de Impresión 3D.** Este recurso aborda desde los conceptos básicos de la impresión tridimensional hasta la configuración y operación de impresoras 3D. Se enfoca en brindar a los estudiantes y docentes una comprensión completa del proceso de impresión de las piezas utilizadas en el kit robótico.
- **Desarrollo del Manual de Uso de Impresión 3D.** Este recurso aborda desde los conceptos básicos de la impresión tridimensional hasta la configuración y operación de impresoras 3D. Se enfoca en brindar a los estudiantes y docentes una comprensión completa del proceso de impresión de las piezas utilizadas en el kit robótico.

La Investigación Aplicada ha guiado cada fase del desarrollo del proyecto, garantizando que los materiales creados respondan a las necesidades reales de los estudiantes y docentes. Además, se ha priorizado la validación en entornos educativos con el apoyo de alumnos de la carrera de Técnico en Hardware Computacional, lo que ha permitido realizar ajustes y mejoras basadas en la experiencia de los usuarios finales.

6.2. PROCEDIMIENTOS Y DISEÑO DE PROPUESTA.

El desarrollo del proyecto **EduRoboLearning** siguió un conjunto de procedimientos estructurados que permitieron la creación, validación e implementación de los recursos educativos diseñados. A continuación, se describen las fases clave del proceso.

Fase 1. Análisis y Definición de Requerimientos

- Se identificó la necesidad de contar con un material educativo integral que facilitara la enseñanza de robótica educativa.

- Se realizó una revisión de recursos existentes y enfoques didácticos, considerando metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos (ABP).
- Se definieron los objetivos específicos del proyecto, alineados con las competencias técnicas y pedagógicas necesarias.

Fase 2. Diseño y Desarrollo de Materiales

- **Manual de Construcción y Montaje de EduRoboLearning.** Se elaboró un documento técnico con instrucciones detalladas para la fabricación y ensamblaje del robot educativo, utilizando piezas STL adaptadas del proyecto de software libre Escornabot. Incluye diagramas técnicos, especificaciones de materiales, componentes electrónicos y guías para el uso de herramientas de diseño asistido por computadora (CAD), optimizado para entornos educativos con acceso a impresoras 3D.
- **Manual de Robótica con Arduino y Código Fuente.** Se desarrolló un manual que introduce los fundamentos de la robótica y la programación en el entorno Arduino IDE, con ejemplos prácticos sobre sensores, actuadores y estructuras de control. Acompañado de un código fuente optimizado, documentado y estructurado, este recurso facilita la comprensión y el aprendizaje autónomo de los estudiantes, así como el acompañamiento docente.
- **Manual de Uso de Impresión 3D.** Se creó una guía completa que abarca desde los conceptos básicos de la impresión tridimensional hasta la configuración y operación de impresoras 3D. Incluye procesos de modelado, reparación de archivos STL, laminado e impresión, diseñada para capacitar a estudiantes y docentes en la producción de piezas para el kit robótico.

Fase 3. Validación y Pruebas

- Se realizaron pruebas piloto con alumnos de segundo año de la carrera Técnico en Hardware Computacional, quienes participaron en la implementación inicial de los materiales.
- Se recopilieron observaciones sobre la claridad del manual, el funcionamiento del código fuente y la pertinencia de la estructura curricular.
- Se ajustaron los materiales en función de los resultados obtenidos en la validación inicial.

6.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Durante el desarrollo del proyecto EduRoboLearning, se aplicaron diversas técnicas e instrumentos para validar los productos generados: el manual de construcción, el código fuente en Arduino y la estructura curricular. Estas validaciones fueron fundamentales para asegurar la funcionalidad técnica, la usabilidad pedagógica y la coherencia con los objetivos educativos definidos.

Validación del Manual de Construcción

El manual de construcción del robot EduRoboLearning se desarrolló a partir de los archivos STL y la documentación disponible en el repositorio oficial del proyecto de hardware libre Escornabot. Si bien no se realizaron modificaciones estructurales a los diseños originales, se llevó a cabo una validación empírica mediante su impresión 3D, ensamblaje y puesta en funcionamiento por parte de los estudiantes de segundo año de la carrera de Técnico en Hardware Computacional.

Esta validación práctica se llevó a cabo con el apoyo de estudiantes de segundo año de la carrera de Técnico en Hardware Computacional, quienes imprimieron las piezas, ensamblaron los kits y verificaron su funcionamiento conforme al manual elaborado. Su participación permitió confirmar la claridad de los pasos descritos y la funcionalidad del diseño original. Aunque no se realizaron modificaciones estructurales al contenido del manual ni a los archivos STL, la experiencia del ensamblaje sirvió como insumo para futuras mejoras en aspectos visuales y de presentación. Adicionalmente, se contó con el acompañamiento de docentes expertos en electrónica y sistemas informáticos, quienes observaron el proceso y validaron la correcta integración de los componentes desde una perspectiva técnica.

Validación del Código Fuente en Arduino

El código fuente desarrollado en la plataforma Arduino fue validado de manera práctica durante sesiones de aprendizaje con estudiantes del Técnico en Hardware Computacional. En estos espacios, se verificó el correcto funcionamiento de las rutinas programadas, incluyendo desplazamientos básicos, uso de sensores, control por botoneras y comunicación mediante Bluetooth.

Aunque no se aplicaron instrumentos de evaluación cuantitativos formales, se recopiló evidencia funcional a través de la observación directa y de la ejecución exitosa de las tareas programadas por parte de los estudiantes. Esta experiencia permitió identificar oportunidades de mejora en la organización del código, como la claridad en la nomenclatura de funciones y la disposición de bloques lógicos, con el objetivo de facilitar su comprensión y modificación por parte de usuarios con niveles básicos de programación.

Validación de la Estructura Curricular

La estructura curricular fue revisada y ajustada internamente con el apoyo de un equipo docente de la sede regional de ITCA-FEPADE Zacatecoluca, conformado por profesionales del área tecnológica y educativa con experiencia en robótica y metodologías activas. Este equipo se encargó de analizar la coherencia entre los objetivos de aprendizaje, los contenidos temáticos, las actividades propuestas y los métodos de evaluación incluidos en cada módulo y unidad.

Si bien no se realizó una validación formal externa, se contó con la retroalimentación técnica-pedagógica de los docentes internos, quienes aportaron sugerencias valiosas para mejorar la secuencia didáctica, la redacción de competencias y el enfoque práctico de las actividades. A partir de estas observaciones, se afinaron aspectos clave como la progresión de contenidos y la integración de principios STEAM, asegurando así una propuesta curricular funcional, pertinente y adaptable a contextos de educación media técnica y formación tecnológica.

MATRIZ OPERACIONAL DE LA METODOLOGÍA

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS
Elaborar el manual de construcción de EduRoboLearning, aplicable en programa CAD en la formación de sus piezas STL, para ser impresas en 3D.	A1. Investigación y revisión de literatura sobre diseños de robots educativos y mejores prácticas en la creación de piezas STL. A2. Definición de especificaciones del robot, identificando componentes esenciales y estableciendo dimensiones técnicas. A3. Creación de bocetos y diagramas conceptuales del robot EduRoboLearning. A4. Modelado 3D de cada componente del robot utilizando software especializado. A5. Pruebas de impresión 3D de las piezas para garantizar viabilidad y funcionalidad. A6. Evaluación del diseño por expertos en robótica educativa y ajustes según retroalimentación. A7. Documentación completa del diseño, creando manuales detallados y documentación técnica.	R1. Diseño completo del robot EduRoboLearning, incluyendo archivos STL para la construcción. R2. Especificaciones técnicas detalladas del robot, identificando dimensiones y componentes clave. R3. Bocetos y diagramas conceptuales que sirven como referencia visual para el diseño. R4. Archivos STL de cada componente, listos para la impresión 3D. R5. Confirmación de viabilidad y funcionalidad a través de pruebas de impresión 3D exitosas. R6. Validación del diseño por expertos en robótica educativa, con ajustes según recomendaciones. R7. Manuales detallados y documentación técnica que guían la construcción y explican cada componente.
Desarrollar un código fuente en Arduino, para EduRoboLearning, que sea aplicado en los ambientes de aprendizaje.	A4. Integración de características de programación visual para facilitar la comprensión de conceptos. A5. Pruebas de software para asegurar la funcionalidad y la adaptabilidad al entorno educativo. A6. Revisión y ajuste del software según la retroalimentación de docentes y expertos en pedagogía. A7. Creación de guías y tutoriales para facilitar la programación de EduRoboLearning.	R1. Selección de plataformas y lenguajes de programación idóneos para el propósito educativo. R2. Definición clara de objetivos pedagógicos, alineados con el plan de estudios. R3. Software funcional que permita la interacción y programación del robot EduRoboLearning. R4. Integración exitosa de características de programación visual para facilitar el aprendizaje. R5. Confirmación de la funcionalidad a través de pruebas exhaustivas del software.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS
		R6. Software ajustado según la retroalimentación de docentes y expertos en pedagogía. R7. Guías y tutoriales comprensibles para facilitar la programación, adecuados para el entorno educativo.
Diseñar una estructura curricular que incluya módulos, lecciones y actividades con el EduRoboLearning.	A1. Identificación de los objetivos educativos clave que se abordarán con EduRoboLearning. A2. Definición de módulos temáticos basados en estándares educativos y competencias esenciales. A3. Desglose de cada módulo en lecciones específicas, considerando la progresión lógica del aprendizaje. A4. Integración de actividades prácticas y proyectos que fomenten la aplicación de conceptos. A5. Desarrollo de evaluaciones formativas y sumativas para medir el progreso de los estudiantes. A6. Validación del diseño curricular con educadores expertos y ajustes según recomendaciones. A7. Creación de recursos didácticos, como presentaciones, guías y materiales de apoyo.	R1. Objetivos educativos claramente definidos y alineados con las metas pedagógicas. R2. Módulos temáticos que abarquen conceptos

7. RESULTADOS

El proyecto EduRoboLearning alcanzó satisfactoriamente los objetivos propuestos, generando resultados concretos en tres áreas fundamentales: diseño de hardware, desarrollo de software educativo y estructuración curricular. La evidencia empírica se obtuvo mediante procesos de validación con estudiantes del Técnico en Hardware Computacional, quienes participaron activamente en las pruebas de impresión 3D, ensamblaje del robot y ejecución de programas desarrollados en Arduino.

A. Resultados en el Diseño del Kit Robótico

Se logró la fabricación completa del kit EduRoboLearning utilizando archivos STL provenientes del repositorio del proyecto Escornabot, ajustados para su impresión 3D mediante tecnología FDM.

Los estudiantes imprimieron y ensamblaron con éxito los componentes físicos del robot, validando la funcionalidad mecánica de cada pieza. Esta etapa permitió confirmar la viabilidad del manual de construcción y detectar recomendaciones para la mejora del orden y redacción de pasos.

Cada elemento fue seleccionado en función de su funcionalidad, compatibilidad y disponibilidad para ambientes educativos. La placa Arduino Nano actúa como el cerebro del sistema, permitiendo la integración con diversos sensores y actuadores. Los motores DC proporcionan la movilidad del robot, mientras que el sensor ultrasónico HC-SR04 facilita la detección de obstáculos. El chasis, fabricado mediante impresión 3D con material PLA, constituye la estructura física del robot y fue diseñado para facilitar el montaje. Finalmente, el sistema es alimentado por una batería recargable de 7.4V y 1200mAh, que garantiza la autonomía suficiente para las prácticas educativas. Esta configuración permite un equilibrio entre funcionalidad, bajo costo y facilidad de implementación en entornos de enseñanza técnica.



B. Resultados en el Desarrollo del Código Arduino

El código fuente fue probado con éxito en distintos escenarios de uso: control de motores, interacción mediante botonera, respuesta a comandos vía Bluetooth y lectura de sensores de distancia y de línea. Los estudiantes desarrollaron ejercicios personalizados que validaron la eficiencia de las funciones implementadas. Se documentó la programación y ejecución del código, nivel de comprensión del código por parte del alumnado y la necesidad de incluir nombres de funciones más descriptivas en futuras versiones para facilitar la personalización.

C. Resultados Curriculares

La estructura curricular diseñada fue implementada de forma experimental en entornos de aprendizaje reales, permitiendo evaluar su aplicabilidad. La división modular y las actividades propuestas facilitaron el desarrollo progresivo de competencias en robótica educativa. Se logró un equilibrio entre teoría y práctica, y los estudiantes demostraron dominio en la ejecución de proyectos finales que integraban conocimientos de electrónica, programación y ensamblaje.

D. Hallazgos Adicionales

Aunque los resultados fueron mayormente positivos, se identificaron áreas de mejora como:

- La necesidad de reforzar los contenidos introductorios de programación textual para estudiantes sin experiencia previa.
- La recomendación de desarrollar una plataforma de simulación digital para facilitar el aprendizaje en contextos donde el acceso al hardware físico sea limitado.
- La importancia de capacitar a los docentes que replicarán el modelo en el marco de programas de proyección social.

Los hallazgos obtenidos a través del desarrollo del proyecto EduRoboLearning reflejan un avance significativo en el fortalecimiento de competencias tecnológicas en estudiantes de educación media, particularmente en el campo de la robótica educativa. En relación con el primer objetivo, la creación del manual de construcción basado en archivos STL del proyecto de código abierto Escornabot permitió reducir considerablemente los tiempos de diseño de piezas, garantizando la viabilidad del ensamblaje mediante impresoras 3D FDM. La participación activa de estudiantes en la validación del kit demostró que es posible integrar tecnologías abiertas de forma efectiva en contextos educativos locales.

Respecto al segundo objetivo, el desarrollo del código fuente en Arduino con el uso de la librería Escornabot, complementado con funciones propias, ofreció una base funcional sólida para que los estudiantes realizaran prácticas reales de programación y control de robots. Esto coincide con la visión de Papert (1980) y Resnick (2007), quienes destacan el valor de la programación como medio para fomentar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad, aspectos claramente evidenciados en las actividades de aula realizadas.

En cuanto al tercer objetivo, la estructura curricular modular diseñada para este proyecto ha demostrado ser aplicable y flexible, permitiendo adaptarse a distintos niveles de habilidad y conocimientos previos. La

combinación de teoría, práctica guiada y proyectos integradores responde a metodologías activas de aprendizaje como el enfoque STEAM y el aprendizaje basado en proyectos (ABP), recomendados por organismos como la UNESCO (2022) para la enseñanza de disciplinas tecnológicas. Comparado con otras iniciativas en la región, EduRoboLearning se destaca por su enfoque integral, su bajo costo de implementación y la posibilidad de ser replicado en centros educativos con limitaciones tecnológicas. Además, al priorizar el uso de recursos open source, se garantiza la sostenibilidad del modelo, alineándose con tendencias globales de democratización del conocimiento y reducción de la brecha digital (OEI, 2023).

7.1. ESTRUCTURA CURRICULAR DE EDUROBOLEARNING

I. Generalidades

La estructura curricular del proyecto EduRoboLearning ha sido diseñada como una propuesta educativa integral, orientada a introducir a los estudiantes en el mundo de la robótica desde una perspectiva práctica, aplicada y contextualizada al entorno tecnológico actual. Esta propuesta surge como una herramienta de innovación pedagógica, enfocada en potenciar el aprendizaje activo y significativo mediante el uso de tecnologías emergentes como la robótica educativa, la programación textual en Arduino y el diseño e impresión 3D. Este currículo está especialmente diseñado para estudiantes de educación media (nivel de bachillerato), en particular para aquellos que cursan opciones técnicas o áreas afines a la electrónica, informática o ciencia y tecnología. Sin embargo, su estructura flexible permite su adaptación a diferentes contextos educativos y niveles de preparación, siempre que se cuente con los recursos básicos necesarios.

La propuesta curricular está organizada en módulos y unidades didácticas, que avanzan progresivamente desde conceptos básicos hasta la ejecución de proyectos funcionales de robótica educativa. Cada módulo contempla actividades prácticas, sesiones teóricas, evaluación formativa y proyectos integradores, propiciando así el desarrollo de competencias técnicas, cognitivas y socioemocionales en los estudiantes. El curso tiene una duración total de 90 horas clase, distribuidas de forma estratégica para cubrir contenidos teóricos, actividades de laboratorio, programación, sesiones de modelado e impresión 3D, así como el montaje, puesta en marcha y validación de proyectos robóticos. Esta distribución horaria ha sido pensada para implementarse dentro del calendario escolar regular o como parte de un programa de formación técnica complementaria.

El desarrollo del curso se apoya en la librería EduRoboLearning, una herramienta pedagógica diseñada específicamente para facilitar el aprendizaje de programación textual en el entorno Arduino. Esta librería permite a los estudiantes aplicar comandos simplificados para controlar el robot, haciendo accesible la programación desde los primeros niveles de experiencia.

El enfoque pedagógico de la estructura curricular se basa en metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), fomentando la creatividad, el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la innovación tecnológica mediante actividades colaborativas e interdisciplinarias. El objetivo último de esta propuesta es formar estudiantes capaces de comprender, diseñar, programar y construir soluciones robóticas que respondan a problemáticas concretas de su entorno, preparándolos para enfrentar los retos del siglo XXI con una base sólida en tecnología, creatividad e innovación.

II.- Descripción del módulo y Situación problemática

Proporcionar a los estudiantes una comprensión integral de la robótica educativa, desde los fundamentos básicos hasta el diseño, impresión 3D, montaje y programación de robots utilizando EduRoboLearning.

Función clave	Integración práctica y progresiva de conocimientos y habilidades en robótica, programación (textual en IDE Arduino con la librería EduRoboLearning) e impresión 3D, para que los estudiantes puedan diseñar, construir y programar sus propios robots de manera autónoma.
Unidad o unidades de competencia.	Módulo 1. Fundamentos de Robótica Educativa • Unidad de Competencia 1. Programación Textual con la Librería EduRoboLearning. Programa el IDE de Arduino, incorporando la librería EduRoboLearning para controlar actuadores y sensores en el robot, siguiendo las instrucciones del manual. • Unidad de Competencia 2. Control del Robot. Interactúa con el robot, accionando los motores, los leds y el zumbador mediante los procedimientos del control por botonera y control bluetooth. • Unidad de Competencia 3. Uso de Sensores. Implementa los sensores de ultrasonidos e infrarrojos para controlar las reacciones del robot con relación al entorno y al seguimiento de objetos Módulo 2. Diseño de Proyectos Robóticos con Impresión 3D • Unidad de Competencia 1. Conocimiento de la Fabricación Aditiva. Describe los procesos y principios fundamentales de la fabricación aditiva e impresión 3D, detallando las ventajas y desventajas de cada tecnología. • Unidad de Competencia 2. Diseño y Preparación de Modelos 3D. Modela y exporta objetos con programas de diseño 3D, reparando los archivos STL para asegurar la correcta impresión. • Unidad de Competencia 3. Impresión y Post-Procesado. Configura el software de laminado, generando el G-Code y supervisando la impresión 3D, aplicando técnicas de post-procesado para mejorar el acabado de las piezas. Módulo 3. Montaje y Ensamblaje del Robot EduRoboLearning • Unidad de Competencia 1. Identificación de Componentes. Reconoce y describe la función de cada componente del robot, utilizando las herramientas adecuadas para el montaje.

	• Unidad de Competencia 2. Ensamblaje del Robot. Ensambla el robot, siguiendo las instrucciones del manual, asegurando la correcta conexión de todos los componentes. • Unidad de Competencia 3. Verificación y Pruebas. Valida la correcta conexión de los componentes y realiza pruebas funcionales, garantizando el funcionamiento del robot.
Elementos de competencia.	1. Progresión gradual. Comienza con los fundamentos básicos (Módulo 1), avanza hacia el diseño e impresión 3D de piezas (Módulo 2), y culmina con el ensamblaje y pruebas del robot (Módulo 3). 2. Énfasis en la librería EduRoboLearning. Facilita el aprendizaje de la programación textual en Arduino al proporcionar funciones predefinidas y fáciles de usar para controlar los componentes del robot. 3. Aprendizaje práctico (Hands-on). Cada unidad incluye actividades prácticas y proyectos que permiten a los estudiantes aplicar lo que aprenden y resolver problemas reales. 4. Enfoque en el proceso completo. Los estudiantes participan en todo el ciclo de vida del robot, desde la idea inicial hasta la creación del producto final.

II. Contenidos del Módulo

Número y nombre de la unidad de aprendizaje	1. Programación Textual con la Librería EduRoboLearning	Duración	30 horas
Resultados de Aprendizaje	• Utiliza la librería EduRoboLearning en el IDE de Arduino para programar y controlar los componentes del robot, adaptando el código para diversas acciones. • Acciona el robot mediante la botonera y el control Bluetooth, implementando funciones de movimiento, luces y sonido de acuerdo a los requerimientos. • Implementa los sensores de ultrasonidos e infrarrojos para controlar las interacciones del robot con el entorno, resolviendo desafíos de navegación y seguimiento.		

Criterios de Evaluación	• Verifica la correcta instalación de la librería EduRoboLearning en el IDE de Arduino, diagnosticando y resolviendo problemas de compatibilidad y configuración siguiendo las instrucciones del manual. • Programa el movimiento, las luces y el sonido del robot, ajustando los parámetros de velocidad y duración, adaptándose a diferentes escenarios y desafíos propuestos en clase. • Implementa el control del robot mediante la botonera y el Bluetooth, asegurando una comunicación estable y una respuesta precisa a las órdenes enviadas desde los dispositivos. • Integra los sensores de ultrasonidos e infrarrojos en el programa, ajustando la sensibilidad y los rangos de detección para lograr un comportamiento autónomo del robot en la evitación de obstáculos y el seguimiento de líneas.		
	Contenidos		
Saber o contenido conceptual	Saber hacer o contenido procedimental	Saber ser o contenido actitudinal	
Propósito y utilidad de la librería EduRoboLearning en el entorno de programación textual (IDE Arduino). Concepto de librería.	Incorpora la librería EduRoboLearning en el IDE de Arduino siguiendo los pasos indicados. Carga y ejecuta los ejemplos de la librería para verificar su correcta instalación.	Muestra disposición para aprender un nuevo entorno de programación. Es metódico en la instalación de la librería. Curiosidad por explorar el código de ejemplo.	
Funciones de movimiento (drive, turn, stop), control de LEDs (encendido, apagado), y control del zumbador (tono).	Declara el objeto "mi robot" e implementa funciones de movimiento, luces y sonido. Ajusta parámetros de velocidad y duración. Combina diferentes funciones para crear secuencias complejas. Soluciona problemas relacionados con el movimiento.	Creatividad en la creación de secuencias. Paciencia para ajustar los parámetros. Interés por experimentar con diferentes combinaciones.	

Procedimientos para detectar pulsaciones de botones (pushButton) y recibir comandos Bluetooth (blueT).	Implementa la función pushButton para detectar la pulsación y controlar el robot según el botón. Establece comunicación Bluetooth con el robot, envía comandos desde un dispositivo móvil y programa acciones basadas en los comandos recibidos. Resuelve inconvenientes con la conexión Bluetooth	Proactividad en la búsqueda de soluciones a problemas de comunicación. Adaptabilidad para ajustar el código a diferentes dispositivos móviles. Responsabilidad al asegurar que el robot responda de manera segura a los comandos.	
Funcionamiento y uso de sensores de ultrasonidos (distance) e infrarrojos (blackRight, blackLeft, whiteRight, whiteLeft).	Configura y utiliza los sensores de ultrasonidos para que el robot evite obstáculos. Configura y utiliza los sensores infrarrojos para que el robot siga una línea negra en un circuito. Ajusta la sensibilidad de los sensores. Integra los sensores en un programa principal.	Precisión en la conexión y configuración de los sensores. Perseverancia para lograr un comportamiento preciso.	
Número y nombre de la unidad de aprendizaje	2. Diseño de Proyectos Robóticos con Impresión 3D	Duración	45 horas
Resultados de Aprendizaje.	- Describe los procesos y principios fundamentales de la fabricación aditiva e impresión 3D, detallando las ventajas y desventajas de cada tecnología FDM (Modelado por deposición fundida). - Modela y exporta objetos con programas de diseño 3D, reparando los archivos STL para asegurar la correcta impresión, siguiendo las buenas prácticas del diseño. - Configura el software de laminado, generando el G-Code y supervisando la impresión 3D, aplicando técnicas de post-procesado para mejorar el acabado de las piezas y eliminar las imperfecciones.		

Criterios de Evaluación.	- Describe los procesos y principios fundamentales de la fabricación aditiva e impresión 3D, justificando la selección de la tecnología FDM y los materiales a utilizar en función de las especificaciones del proyecto. - Modela y exporta objetos con programas de diseño 3D, reparando los archivos STL para asegurar la correcta impresión, minimizando errores y optimizando la geometría para reducir el tiempo de impresión y el consumo de material. - Configura el software de laminado, generando el G-Code y supervisando la impresión 3D, aplicando técnicas de post-procesado para mejorar el acabado de las piezas, respetando las limitaciones de cada tecnología y material, según el manual.		
Contenidos			
Saber o contenido conceptual	Saber hacer o contenido procedimental	Saber ser o contenido actitudinal	
Definición de fabricación aditiva, ventajas y desventajas. Proceso de impresión 3D (FDM). Materiales.	Identifica los diferentes componentes de la fabricación aditiva. Describe el proceso de FDM. Selecciona el material adecuado según la aplicación.	Muestra interés por las nuevas tecnologías. Es crítico al evaluar las ventajas y desventajas.	
Obtención del modelo digital (diseño propio o descarga). Exportación y reparación del archivo STL.	Crea un modelo 3D básico utilizando software de diseño. Exporta el modelo en formato STL. Repara los errores del archivo STL utilizando software especializado.	Es creativo al diseñar. Es meticuloso en la reparación de errores. Perseverancia para lograr un modelo imprimible	

Análisis de la pieza, estructuras de soporte, relleno del modelo, posicionamiento, G-Code.	Analiza la pieza para identificar áreas que requieren soporte. Genera soportes. Ajusta el porcentaje de relleno y los patrones. Posiciona y orienta la pieza. Genera el G-Code con el software de laminado.	Es analítico al evaluar la pieza. Es estratégico al posicionar y orientar la pieza. Es eficiente al optimizar el G-Code.
Análisis de la pieza, estructuras de soporte, relleno del modelo, posicionamiento, G-Code.	Analiza la pieza para identificar áreas que requieren soporte. Genera soportes. Ajusta el porcentaje de relleno y los patrones. Posiciona y orienta la pieza. Genera el G-Code con el software de laminado.	Es analítico al evaluar la pieza. Es estratégico al posicionar y orientar la pieza. Es eficiente al optimizar el G-Code.

Número y nombre de la unidad de aprendizaje	3. Montaje y Ensamblaje del Robot EduRoboLearning	Duración	15 horas
Resultados de Aprendizaje	- Describe los procesos y principios fundamentales de la fabricación aditiva e impresión 3D, detallando las ventajas y desventajas de cada tecnología FDM (Modelado por deposición fundida). - Modela y exporta objetos con programas de diseño 3D, reparando los archivos STL para asegurar la correcta impresión, siguiendo las buenas prácticas del diseño. - Configura el software de laminado, generando el G-Code y supervisando la impresión 3D, aplicando técnicas de post-procesado para mejorar el acabado de las piezas y eliminar las imperfecciones.		

Criterios de Evaluación	- Reconoce y describe la función de cada componente del robot, siguiendo las especificaciones del fabricante para su correcta identificación y manipulación. - Ensambla el robot, siguiendo las instrucciones del manual, asegurando la correcta conexión de todos los componentes y verificando la polaridad para evitar daños al equipo. - Valida la correcta conexión de los componentes y realiza pruebas funcionales, documentando los resultados y aplicando medidas correctivas para garantizar el funcionamiento óptimo del robot.	
Contenidos		
Saber o contenido conceptual	Saber hacer o contenido procedimental	Saber ser o contenido actitudinal
Nombres y funciones de los componentes del robot (chasis, motores, sensores, placa controladora). Herramientas necesarias.	Identifica visualmente y describe la función de cada componente. Utiliza correctamente las herramientas necesarias para el montaje.	Es ordenado al organizar los componentes. Es preciso al utilizar las herramientas. Muestra respeto por el material.
Pasos para ensamblar el chasis, conectar los motores y sensores.	Sigue las instrucciones del manual para ensamblar el chasis y conectar los motores. Conecta los sensores a la placa controladora, asegurando la polaridad y pines correctos.	Es metódico al seguir las instrucciones. Es cuidadoso al manipular los cables y conectores. Es responsable al asegurar la correcta polaridad.
Verificación de conexiones. Carga de programas para probar el funcionamiento.	Revisa todas las conexiones para asegurar que estén bien ajustadas y en los pines correctos. Utiliza un multímetro para verificar la continuidad de las conexiones. Carga un programa de prueba para verificar el funcionamiento.	Es analítico al revisar las conexiones. Es perseverante al solucionar problemas. Es riguroso al verificar el funcionamiento.

IV. Estrategias Metodológicas

Modalidad. Presencial (laboratorios físicos).

Enfoque. Desarrollo de habilidades prácticas mediante la manipulación directa de robots, herramientas de impresión 3D y software especializado. Fomentar la colaboración y el aprendizaje activo.

Estrategias Centrales.

1. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

- Los estudiantes trabajarán en proyectos que abarquen todo el ciclo de vida del robot. diseño, impresión 3D, ensamblaje, programación y pruebas.

2. Demostraciones Prácticas

- El instructor demostrará el uso de herramientas, el manejo de la impresora 3D, la conexión de componentes y la programación del robot en tiempo real.

3. Trabajo Colaborativo

- Los estudiantes trabajarán en equipos pequeños para fomentar la discusión, el intercambio de ideas y la resolución conjunta de problemas.

Estrategias Específicas por Módulo

Módulo 1. Fundamentos de Robótica Educativa

• Uso de la Librería EduRoboLearning

- **Actividad.** El instructor guiará a los estudiantes en la instalación de la librería en el IDE de Arduino. Luego, los estudiantes cargarán y modificarán los ejemplos para entender su funcionamiento.

• Control del Robot

- **Actividad.** Los estudiantes programarán el robot para responder a las pulsaciones de los botones y a los comandos enviados por Bluetooth. Se fomentará la experimentación con diferentes secuencias y funciones.

• Integración de Sensores

- **Actividad.** Los estudiantes conectarán y configurarán los sensores de ultrasonidos e infrarrojos. Luego, escribirán código para que el robot reaccione a su entorno (evitar obstáculos, seguir líneas).

Módulo 2. Diseño de Proyectos Robóticos con Impresión 3D

• Modelado 3D

- **Actividad.** Los estudiantes utilizarán software de diseño (ej., Tinkercad) para crear piezas básicas y, luego, diseños más complejos para el robot.

• Preparación para la Impresión

- **Actividad.** Los estudiantes aprenderán a orientar las piezas, generar soportes y ajustar los parámetros de impresión en el software de laminado (ej., Cura).
- **Impresión 3D y Post-Procesado**
 - **Actividad.** Los estudiantes supervisarán el proceso de impresión, extraerán las piezas y aplicarán técnicas de post-procesado (lijado, pintura) para mejorar el acabado.

Módulo 3. Montaje y Ensamblaje del Robot EduRoboLearning

- **Identificación de Componentes**
 - **Actividad.** Los estudiantes identificarán visualmente cada componente del robot, describiendo su función y ubicándolo en el manual.
- **Ensamblaje del Robot**
 - **Actividad.** Siguiendo las instrucciones del manual, los estudiantes ensamblarán el chasis, conectarán los motores, los sensores y la placa controladora.
- **Verificación y Pruebas**
 - **Actividad.** Los estudiantes utilizarán un multímetro para verificar las conexiones y cargarán programas de prueba para asegurar el correcto funcionamiento del robot.

Materiales y Recursos

- Kits de robótica EduRoboLearning.
- Impresora 3D y filamentos.
- Herramientas de montaje (destornilladores, alicates, etc.).
- Software de diseño 3D (Tinkercad).
- Software de laminado (Cura).
- Manuales y guías de referencia.
- Multímetros.
- Computadoras con IDE de Arduino.

Evaluación

- Evaluación continua del desempeño en las actividades prácticas.
- Evaluación de proyectos individuales y/o grupales.
- Exámenes prácticos para demostrar el dominio de las habilidades.

V.- Sugerencias de evaluación

Estrategias Generales

- **Evaluación Diagnóstica.** Cuestionario inicial exhaustivo (preguntas abiertas, cerradas y selección múltiple) para evaluar el nivel base de conocimientos en robótica (componentes, funciones, conceptos clave como sensores y actuadores), programación (estructuras de control, variables, uso del IDE Arduino), e impresión 3D (tipos de tecnologías, materiales, proceso general FDM).
- **Evaluación Formativa (Continua)**
 - **Participación activa en Debates.** Calificación de la participación en debates y discusiones en clase, sobre temas como la relevancia de la librería EduRoboLearning, los desafíos del diseño para impresión 3D y las mejores prácticas para el ensamblaje.
 - **Retroalimentación del Docente.** Revisión y retroalimentación individualizada durante las prácticas de programación (seguimiento del estilo de código, uso correcto de funciones específicas de la librería EduRoboLearning según el manual, solución de errores comunes) y diseño 3D (optimización para la impresión, selección de estructuras de soporte adecuadas, uso de herramientas de reparación de STL).
 - **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).** Evaluación del progreso en los proyectos, con hitos de entrega y revisiones para garantizar la aplicación de los conceptos.
 - **Evaluación entre Pares.** Revisión crítica de los diseños 3D, programas y ensamblajes de los compañeros, utilizando rúbricas predefinidas y proporcionando sugerencias constructivas para la mejora.
- **Evaluación Sumativa (Final de Módulo)**
 - **Pruebas Escritas Individuales.** Exámenes teóricos para evaluar la comprensión de conceptos clave. definición de funciones de la librería EduRoboLearning (drive(), ledON(), blueT()), explicación del proceso de fabricación aditiva (obtener modelo, exportar STL, generar G-Code), descripción de los componentes del robot.
 - **Laboratorios Individuales.** Pruebas prácticas para evaluar habilidades específicas. programación del robot (ejercicio guiado de control de motores y sensores), diseño e impresión de piezas sencillas (ej., soporte básico para un sensor), ensamblaje del robot (siguiendo el diagrama del manual y verificando las conexiones).
 - **Proyectos Colaborativos.** Proyectos de mayor envergadura que integren los conocimientos y habilidades de los tres módulos (ej., diseñar, imprimir, ensamblar y programar un robot capaz de navegar un entorno desconocido).
- **Evaluación por Actores**
 - **Autoevaluación.**
 - **Rúbrica de Autoevaluación.** Los estudiantes completarán una rúbrica al final de cada módulo para reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje, autoevaluar sus habilidades, identificar áreas de mejora y valorar su participación y contribución al trabajo en equipo (si aplica).

- **Heteroevaluación**

- Guías de Observación. El docente utilizará guías de observación para registrar el desempeño de los estudiantes durante las clases prácticas, prestando atención a su participación, interacción con los materiales y resolución de problemas.
- Rúbricas Detalladas. Rúbricas específicas para cada tipo de tarea (ejercicios de programación, diseños 3D, ensamblaje del robot), con criterios claros y niveles de desempeño para evaluar la calidad del trabajo de los estudiantes.

- **Coevaluación**

- Listas de Cotejo. Los estudiantes utilizarán listas de cotejo para evaluar el trabajo de sus compañeros en los proyectos grupales, centrando la atención en aspectos como la calidad de la comunicación, la colaboración, la organización y la resolución de problemas.
- Rúbrica para Evaluación de Prácticas de Laboratorio. Se utilizará para evaluar las prácticas de laboratorio, con criterios específicos para evaluar el uso correcto de los equipos, la precisión de las mediciones y la calidad de los resultados.
- Rúbrica para Evaluación de Proyectos. Rúbrica específica para evaluar los proyectos, con criterios detallados para valorar la creatividad, la innovación, la funcionalidad y la calidad de la presentación.
- Rúbricas para la evaluación de proyectos. Para los trabajos colaborativos, se utilizarán rúbricas que permitan evaluar la participación individual, la contribución al grupo y la calidad del producto final.

Sugerencias Específicas por Módulo

Para garantizar la alineación con los materiales de referencia, los siguientes aspectos deben tenerse en cuenta en la evaluación.

- **Módulo 1 (Fundamentos)**

- Énfasis en el dominio de las funciones de la librería EduRoboLearning (ver manual de robótica).
- Evaluación de la capacidad de seguir los diagramas de conexión de sensores.

- **Módulo 2 (Impresión 3D)**

- Evaluación de la capacidad de aplicar los principios de la fabricación aditiva (ver manual de impresión 3D).
- Importancia de optimizar el diseño (orientación y estructuras de soporte).

- **Módulo 3 (Ensamblaje)**

- Atención a la correcta identificación de los componentes.
- Verificación de la correcta aplicación de los pasos del manual de ensamblaje.

VI. Fuentes de información y materiales de apoyo

A. Libros y Manuales

- **Anónimo. (2024). Librería de Arduino.**
 - Contenido. Guía para programar el robot EduRoboLearning utilizando la librería específica de Escornabot.h.
 - Temas.
 - ¿Por qué la librería?
 - ¿Cómo incorporar la librería en IDE de Arduino?
 - ¿Cómo cargar el ejemplo de la librería
 - ¿Cómo mover el robot?
 - Luces y sonido
 - Control mediante botonera
 - Control Mediante Bluetooth
 - Ultrasonidos
 - Infrarrojos
 - Zumbador
- **Galdámez Martínez, Nilson Erick. (2024). Manual de Uso de Impresión 3D**
 - Contenido. Guía para comprender y utilizar la impresión 3D en el contexto de la robótica.
 - Temas.
 - Introducción a la fabricación aditiva (¿Qué es?, ¿Cómo funciona?).
 - Modelado por Deposición Fundida (FDM).
 - Proceso de producción en la impresión 3D (obtener el modelo, exportar y reparar el STL, test, orientación, distribución y G-Code).
 - Impresión 3D, extracción de las piezas y Post-procesado.
 - Software necesario para impresión 3D (Programas para el diseño, Programas para pruebas, orientación y reparación Programas para generar el G-Code).
 - Materiales de impresión 3D para FDM.
 - Limitaciones de los objetos impresos.

B. Sitios Web

- **Arduino Official Website**

- URL. <https://www.arduino.cc/>
- Contenido. Sitio oficial de Arduino con documentación, tutoriales, ejemplos de código, y la tienda oficial de productos Arduino.

- **Arduino Project Hub**

- URL. <https://create.arduino.cc/projecthub>
- Contenido. Plataforma para compartir proyectos de Arduino con instrucciones detalladas, diagramas de conexión y código fuente.

- **Instructables - Arduino**

- URL. <https://www.instructables.com/technology/arduino/>
- Contenido. Amplia colección de proyectos Arduino creados por la comunidad, que cubren desde electrónica básica hasta robótica avanzada.

C. Libros Digitales

- Manual de reparación recuperado de https://www.thebigprofe.com.ar/files/manual_de_armado_y_reparacion_de_pc_1.pdf (Mantener solo si tiene información relevante sobre electrónica básica).
- García, Vicente. (2012). Reparación de computadoras. Recuperado de. <https://norbertomn.files.wordpress.com/2014/02/hazlo-tu-mismo-reparacion-de-pcs-completo.pdf> (Mantener solo si tiene información relevante sobre electrónica básica).
- Armado y reparación de pc's recuperado de. <http://www.abuelanaturaleza.org.ar/pdf/armadoyreparacion.pdf> (Mantener solo si tiene información relevante sobre electrónica básica).

8. CONCLUSIONES

Tras realizar el análisis de los datos recolectados y evaluar los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto "EduRoboLearning", se generan las siguientes conclusiones respecto a cada uno de los objetivos específicos planteados.

Objetivo Específico 1. Elaborar el manual de construcción de EduRoboLearning, aplicable en programa CAD en la formación de sus piezas STL, para ser impresas en 3D.

En la primera fase del proyecto, se logró diseñar y documentar un manual de construcción detallado para el robot EduRoboLearning. Este manual incluye las especificaciones técnicas, los pasos para el ensamblaje y las instrucciones para la impresión 3D de las piezas STL utilizando programas CAD.

- **Diseño y Modelado 3D.** Se utilizaron herramientas de diseño asistido por computadora (CAD) para crear modelos tridimensionales de cada componente del robot, tomando como base un proyecto de código abierto (open source). Este enfoque permitió la reutilización de piezas ya existentes, optimizando el tiempo de diseño y asegurando la compatibilidad con la parte física del robot. Las piezas fueron adaptadas y mejoradas, considerando las necesidades educativas y los requerimientos de impresión 3D.
- **Validación del Manual.** El manual de construcción fue validado por los alumnos de segundo año del Técnico en Hardware Computacional mediante pruebas de impresión y ensamblaje. Este proceso permitió verificar que las piezas fueran compatibles y funcionales, asegurando que el diseño cumple con los estándares de calidad requeridos para su uso en entornos educativos. Como resultado, se confirmó que el manual proporciona una guía clara y accesible, facilitando la replicabilidad del kit en distintas instituciones educativas y garantizando su correcta implementación.

Este objetivo fue alcanzado exitosamente, cumpliendo con la necesidad de ofrecer un recurso práctico y confiable para la construcción del robot.

Objetivo Específico 2. Desarrollar un código fuente en Arduino para EduRoboLearning, que sea aplicado en los ambientes de aprendizaje.

En esta fase, se desarrolló un código fuente en Arduino para controlar las funcionalidades básicas del robot EduRoboLearning. Este código fue diseñado para ser comprensible y modificable, fomentando el aprendizaje práctico de la programación.

- **Programación en Arduino.** Se utilizó el lenguaje de programación de Arduino (basado en C/C++) para desarrollar un código modular y bien documentado. Este código incluye funciones para el control de motores, la lectura de sensores y la ejecución de tareas programadas. Además, se utilizó una biblioteca de código abierto en Arduino llamada Escornabot.h, que facilitó el control del robot. Se complementó con código propio para la elaboración de los movimientos del robot.
- **Pruebas y Validación.** El código fue probado en diferentes escenarios para garantizar su funcionalidad y estabilidad. Se realizaron ajustes basados en los resultados de estas pruebas, asegurando que el robot respondiera de manera adecuada a las instrucciones programadas. Los estudiantes de segundo

año de Técnico en Hardware Computacional jugaron un papel clave, tanto en la programación de sus propios robots como en la realización de pruebas para validar la efectividad del código creado.

Este objetivo se cumplió con éxito, proporcionando una herramienta de programación accesible y funcional que permite a los estudiantes experimentar con la robótica y la automatización.

Objetivo Específico 3. Diseñar una estructura curricular que incluya módulos, lecciones y actividades con el EduRoboLearning.

Finalmente, se diseñó una estructura curricular integral que incorpora el uso de EduRoboLearning en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta estructura incluye módulos temáticos, lecciones prácticas y actividades que fomentan el desarrollo de competencias en programación y robótica, alineadas con el uso del robot y su programación en Arduino.

- **Módulos y Lecciones.** Se definieron módulos que cubren desde conceptos básicos de programación y electrónica hasta proyectos avanzados de robótica. Cada módulo incluye lecciones teóricas y prácticas, así como actividades diseñadas para que los estudiantes puedan aplicar lo aprendido utilizando EduRoboLearning. Además, se integraron actividades basadas en el uso del robot para experimentar con sus movimientos y programación, apoyados por el código fuente en Arduino desarrollado específicamente para este proyecto.
- **Evaluación Continua.** Se establecieron criterios de evaluación para medir el progreso de los estudiantes, que incluyen la realización de proyectos prácticos utilizando el robot. Los estudiantes deberán demostrar su capacidad para programar y solucionar problemas mediante el uso del robot, lo que promueve el aprendizaje activo y la integración de la teoría con la práctica.
- **Integración en el Aula.** La estructura curricular fue diseñada para ser flexible y adaptable a diferentes niveles educativos, permitiendo su implementación en diversas instituciones. Gracias a la facilidad de uso del EduRoboLearning, los estudiantes pueden interactuar con los componentes físicos y programáticos, lo que facilita el proceso de enseñanza y aprendizaje de la robótica.

Este objetivo se cumplió de manera satisfactoria, proporcionando un marco pedagógico sólido que facilita la integración de EduRoboLearning en el aula y promueve el aprendizaje significativo.

El proyecto "EduRoboLearning" ha demostrado ser una solución efectiva para la enseñanza de robótica y programación en entornos educativos, especialmente aquellos con recursos limitados. A través del cumplimiento de los objetivos específicos, se logró desarrollar un robot educativo accesible, un código fuente funcional y una estructura curricular integral que fomenta el aprendizaje práctico y significativo.

9. RECOMENDACIONES

Luego de haber analizado el desarrollo del proyecto "EduRoboLearning" y los resultados obtenidos en sus fases de diseño, programación y estructuración pedagógica, se enlistan las siguientes recomendaciones a considerar:

- En función de los logros alcanzados, es importante flexibilizar el diseño del robot y su estructura curricular para que los docentes puedan adaptar y experimentar con diferentes enfoques pedagógicos, integrando EduRoboLearning en diversas áreas del currículo escolar según las necesidades de sus estudiantes.
- Es fundamental que los docentes involucrados en la implementación de EduRoboLearning adquieran un dominio más amplio de herramientas tecnológicas y estrategias pedagógicas relacionadas con la robótica y la programación, permitiéndoles aplicar y evaluar su uso en pro de lograr mayor efectividad en los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- El uso de tecnologías de código abierto, como Arduino y la impresión 3D, se identifica con un alto potencial para la enseñanza práctica de robótica, por lo que se invita a profundizar en su estudio y valorar su aplicación en más niveles educativos y contextos institucionales.
- Promover en el sector docente la investigación-acción con el fin de estudiar, evaluar y utilizar enfoques innovadores centrados en el estudiante, como el aprendizaje basado en proyectos o la resolución de problemas, aprovechando las capacidades de EduRoboLearning para fomentar un aprendizaje activo y significativo.
- La implementación efectiva de EduRoboLearning dependerá de los conocimientos y habilidades de los docentes, por lo que será necesario capacitarlos bajo un modelo estándar que asegure condiciones uniformes en su formación. Esto implica garantizar que todas las instituciones educativas cuenten con acceso equitativo a herramientas, como impresoras 3D y software de programación, para facilitar una adopción homogénea del proyecto.
- Deberá socializarse una guía pedagógica y técnica que permita a los docentes conocer con claridad las etapas, pasos y actividades a desarrollar para construir, programar e integrar EduRoboLearning en el aula. Esta guía debe incluir orientaciones detalladas para ejecutar, controlar y evaluar las actividades propuestas, asegurando su correcto uso en diferentes contextos educativos.
- Si el proyecto EduRoboLearning se adecua a los planes y niveles curriculares de la educación media, puede convertirse en un valioso recurso para reducir la brecha digital en contextos educativos con acceso limitado a tecnologías. Al proporcionar una plataforma práctica y comprensible, el proyecto tiene el potencial de fortalecer el desarrollo de habilidades fundamentales del siglo XXI, como la programación, la robótica y la impresión 3D.
- Aunque se lograron los objetivos iniciales del proyecto, se han identificado oportunidades de mejora que podrían fortalecer su impacto en el mediano plazo. Entre estas se encuentran la incorporación de sensores avanzados para ampliar las funcionalidades del robot y el desarrollo de una plataforma de simulación que permita prácticas remotas. Estas mejoras aumentarían la adaptabilidad del proyecto y abrirían nuevas posibilidades para su uso en modalidades híbridas o a distancia. Asimismo, se espera que, como parte de iniciativas de proyección social, EduRoboLearning pueda ser introducido en más centros escolares como estrategia de formación temprana en tecnologías emergentes.

10.GLOSARIO

El siguiente glosario proporciona definiciones claras y concisas de las palabras técnicas utilizadas en el documento, especialmente aquellas relacionadas con el área tecnológica.

Algoritmo. Base para la programación de EduRoboLearning, especificando pasos para realizar tareas.

API (Interfaz de Programación de Aplicaciones). Conjunto de reglas que permiten la comunicación entre software, utilizado para la integración de funciones en EduRoboLearning.

Arduino. Plataforma de hardware y software de código abierto empleada en el diseño y programación de EduRoboLearning.

Bucle Principal. Fundamental en el código de EduRoboLearning, ejecutando funciones clave de manera repetitiva.

CAD (Diseño Asistido por Computadora). Utilizado para la creación de modelos 3D de las piezas de EduRoboLearning.

Código Fuente. Manipulado en el desarrollo de EduRoboLearning, representando la versión legible por humanos antes de la compilación.

Ciclos (loops). Estructuras de control fundamentales en la programación de EduRoboLearning.

Ciclo de Vida del Desarrollo de Software. Consideración clave en la planificación del proyecto EduRoboLearning, abarcando desde el diseño hasta la implementación.

Circuitos Electrónicos. Presentes en EduRoboLearning, son redes de componentes eléctricos interconectados que realizan funciones específicas.

Compatibilidad Retroactiva. Importante en EduRoboLearning para garantizar la integración con versiones anteriores de software o hardware.

Compilador. Herramienta esencial en el desarrollo de software para traducir el código fuente de EduRoboLearning a lenguaje de máquina.

Condiciones (if-else). Utilizadas para tomar decisiones en el código de EduRoboLearning.

Controlador PID. Implementado en EduRoboLearning para lograr un control preciso de los motores.

Desarrollo Ágil. Metodología explorada en el desarrollo de EduRoboLearning para enfocarse en la flexibilidad y colaboración.

Ensamblaje. Lenguaje de bajo nivel explorado para optimizaciones específicas en EduRoboLearning.

Estructura de Datos. Organización esencial para el almacenamiento y manipulación de información en EduRoboLearning.

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Potencialmente relevante para evaluar el impacto ambiental de EduRoboLearning.

Evaluaciones Formativas y Sumativas. Métodos clave para evaluar el progreso y logro de objetivos en el contexto educativo de EduRoboLearning.

Firmware. Programa integrado en EduRoboLearning para controlar su funcionamiento y ejecutar comandos.

Frecuencia de Muestreo. Considerada en el diseño de EduRoboLearning para determinar la velocidad de adquisición de datos.

Funciones. Bloques de código esenciales en EduRoboLearning, realizando tareas específicas y facilitando la modularidad.

Impresora 3D. Utilizada en la creación de las piezas físicas de EduRoboLearning a partir de archivos STL.

Interfaz de Programación de Aplicaciones (API). Utilizada para facilitar la integración de funciones en EduRoboLearning.

Interfaz de Usuario (UI). Importante en EduRoboLearning para la interacción intuitiva entre el usuario y el software.

Internet de las Cosas (IoT). Considerado en el contexto del proyecto para la posible conectividad y control remoto de EduRoboLearning.

LED (Diodo Emisor de Luz). Componente crucial en EduRoboLearning para indicar estados o información visual.

Lenguaje de Programación. Habilidad fundamental para los usuarios de EduRoboLearning al interactuar con el software.

Machine Learning. Concepto exploratorio para futuras expansiones del proyecto EduRoboLearning.

Matriz de LED. Potencialmente incorporada en EduRoboLearning para representar información visual.

Microcontrolador. Componente central en EduRoboLearning, utilizado para controlar funciones específicas.

Motor Paso a Paso. Empleado en EduRoboLearning para lograr movimientos precisos y controlados.

Nodo (en Redes). Punto de conexión en la red, potencialmente relevante para la comunicación en EduRoboLearning.

Objetivos Pedagógicos. Metas específicas en la educación de programación y robótica, guiando el diseño de EduRoboLearning.

Placa de Circuito Impreso (PCB). Utilizada en EduRoboLearning para conectar y organizar componentes electrónicos.

Polimorfismo. Explorado en el diseño de EduRoboLearning para adaptarse a diferentes situaciones.

Programación Orientada a Objetos (POO). Paradigma utilizado en el desarrollo de software para EduRoboLearning.

Prototipado Rápido. Método aplicado en la fase inicial del proyecto EduRoboLearning para crear modelos experimentales.

Realidad Aumentada (AR). Potencialmente explorada para mejorar la interacción con EduRoboLearning.

Realidad Virtual (VR). Investigada para posibles aplicaciones educativas con EduRoboLearning.

Raspberry Pi. Considerada como alternativa para la plataforma de hardware en EduRoboLearning.

Redes Neuronales. Exploradas para posibles aplicaciones en el aprendizaje avanzado de EduRoboLearning.

Renderización. Importante en el diseño de EduRoboLearning para visualizar modelos 3D.

Sensores. Elementos críticos en EduRoboLearning para detectar y responder a cambios en el entorno.

Simulación. Utilizada en el desarrollo de EduRoboLearning para prever su comportamiento en distintas situaciones.

Software de Modelado 3D. Herramienta empleada para crear representaciones tridimensionales de EduRoboLearning.

STL. Formato de archivo utilizado en EduRoboLearning para describir la geometría de sus componentes.

UI (Interfaz de Usuario). Punto de interacción entre el usuario y el software de programación de EduRoboLearning.

Variables de Entorno. Configuradas en EduRoboLearning para ajustar su comportamiento según el entorno.

Sistema Embebido. Clave en EduRoboLearning para ejecutar funciones específicas en lugar de ser un sistema general.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Escornabot Community.

Escornabot. Plataforma robótica de código abierto para educación.

Escornabot, España, 2025.

[2] Galdámez Martínez, N. E., & Ruíz Carmona, J. G.

Manual de Construcción y Montaje de EduRoboLearning.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA–FEPADE, El Salvador, 2025.

[3] Galdámez Martínez, N. E., & Ruíz Carmona, J. G.

Manual de Robótica con Arduino de EduRoboLearning.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA–FEPADE, El Salvador, 2025.

[4] Galdámez Martínez, N. E., & Ruíz Carmona, J. G.

Manual de Uso de Impresión 3D de EduRoboLearning.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA–FEPADE, El Salvador, 2025.

[5] Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B.

Additive manufacturing technologies.

Springer, Estados Unidos, 2021.

[6] Horvath, J., & Cameron, R.

The new shop class. Getting started with 3D printing, Arduino, and wearable tech.

Apress, Estados Unidos, 2020.

[7] Printables.

3D printing model repository.

Prusa Research, República Checa, 2025.

[8] Redwood, B., Schöffner, F., & Garret, B.

The 3D printing handbook. Technologies, design and applications.

3D Hubs, Países Bajos, 2022.

[9] Thingiverse.

Digital design repository for 3D printing.

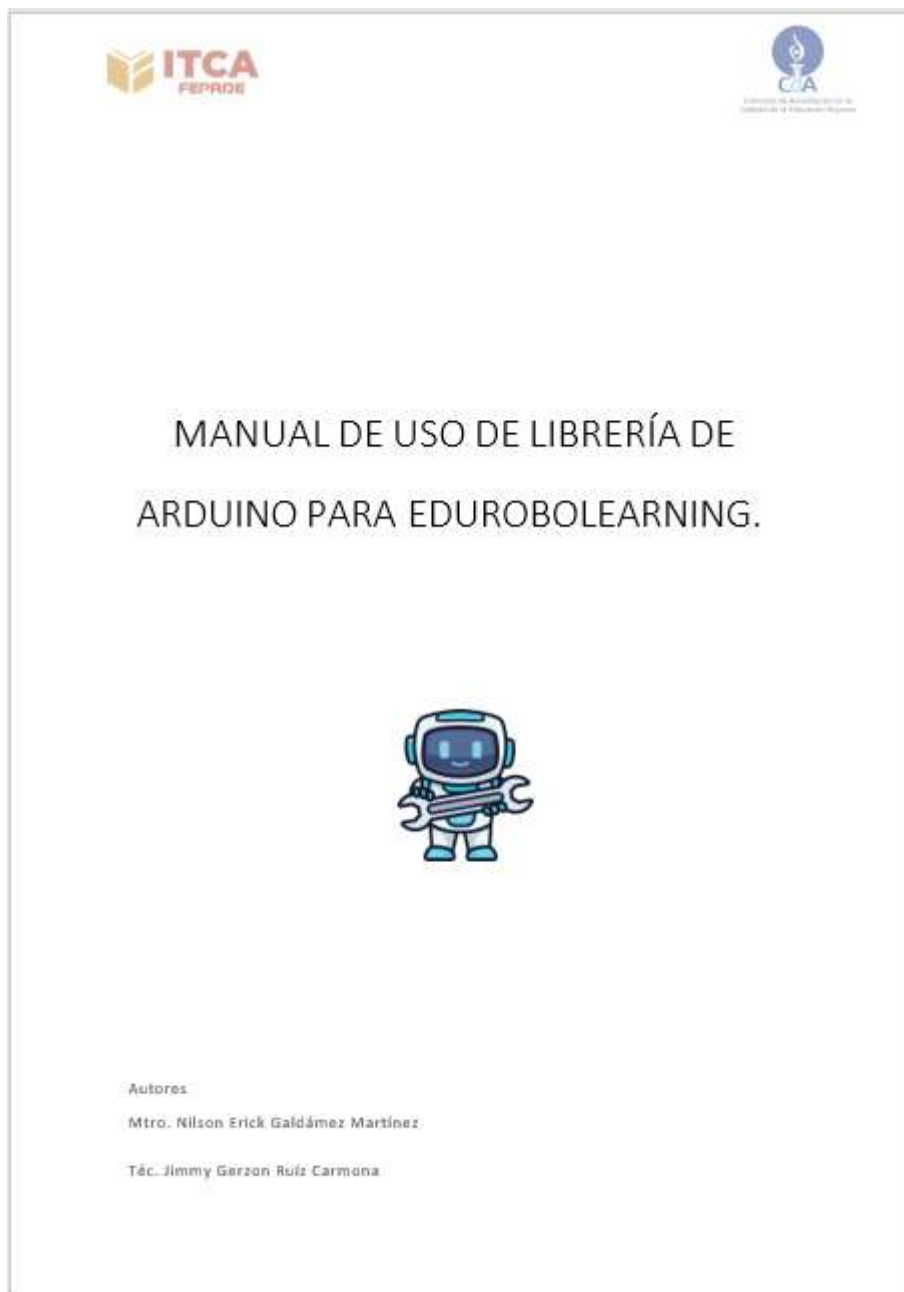
MakerBot Industries, Estados Unidos, 2025.

12. ANEXOS

12.1. ANEXO 1. MANUAL DE MONTAJE EDUROBOLEARNING



12.2. ANEXO 2. MANUAL DE USO DE LIBRERÍA DE ARDUINO PARA EDUROBOLEARNING



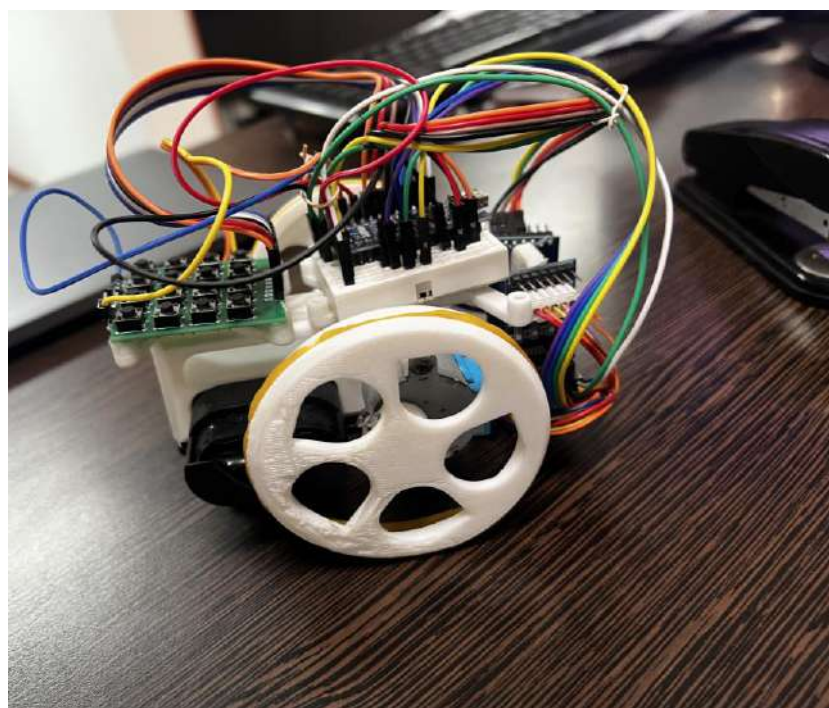
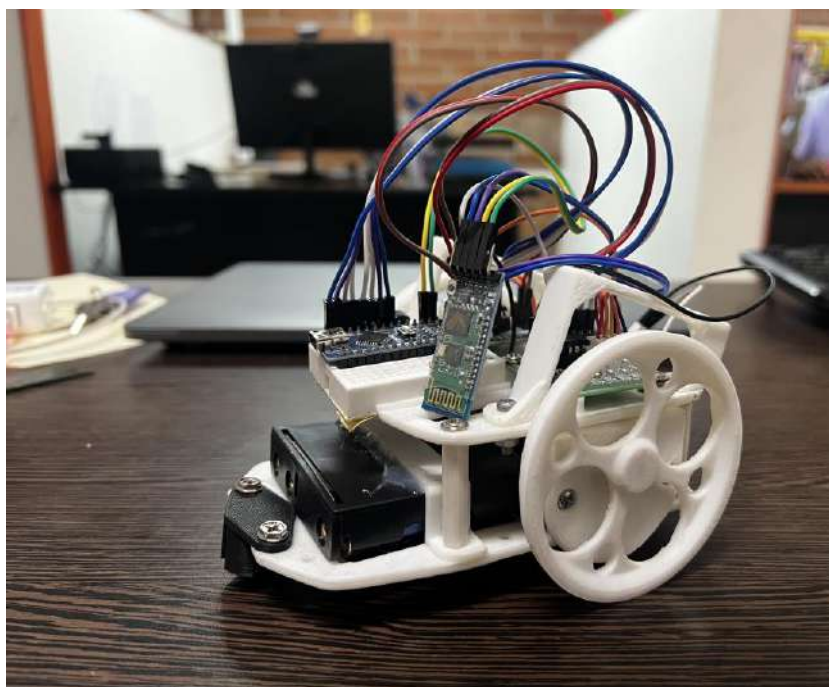
12.3. ANEXO 3. MANUAL DE USO DE IMPRESIÓN 3D



12.4. ANEXO 4. FOTOGRAFÍAS DEL ROBOT EDUROBOLEARNING









12.5. ANEXO 5. CAPACITACIÓN A DOCENTES DE LA PAZ SOBRE EDUROBOLEARNING

En el marco del Programa de Proyección Social de ITCA-FEPADE, el Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca capacitó a 40 docentes de Tercer Ciclo y Bachillerato de centros educativos públicos de La Paz. El proyecto tuvo como objetivo optimizar los procesos educativos, tales como la planificación didáctica y la personalización del aprendizaje según las necesidades del estudiante. El taller se realizó en las instalaciones del MEGATEC Zacatecoluca como parte de las actividades del proyecto social denominado: “Desarrollo de competencias en robótica básica, impresión en 3D y programación en Arduino”.

Se contó con la participación de 3 docentes especialistas y 6 estudiantes de la carrera Técnico en Desarrollo de Software, quienes aportaron su experiencia y conocimientos.

La Dirección de Investigación y Proyección Social a través del Centro Regional MEGATEC de Zacatecoluca, promueve la vinculación de los resultados de proyectos de investigación con la proyección social, en beneficio del sector educativo público del departamento de La Paz.







ITCA FEPADE

SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1. SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400

2. CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.
Tel.: (503) 2440-4348

3. CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y 2334-0768

4. CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298

5. CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión
Tel.: (503) 2668-4700

www.itca.edu.sv

