



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y  
TECNOLOGÍAS**

**CARRERA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES:  
INFORMÁTICA**

Desarrollo de dos robots mini sumo de competencia como herramientas de enseñanza educativa enfocado a bachillerato general.

**Trabajo de Titulación para optar al título de:  
Licenciado en Pedagogía de la Informática**

**Autor:**

Peñafiel Hernández Erik Sebastián

**Tutor:**

MgSc. Christiam Xavier Zavala Nuñez

**Riobamba, Ecuador. 2024**

## **DECLARATORIA DE AUTORÍA**

Yo, Erik Sebastián Peñafiel Hernández, con cédula de ciudadanía 0604054924, autor del trabajo de investigación titulado: Desarrollo de dos robots mini sumo de competencia como herramientas de enseñanza educativa enfocado a bachillerato general, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 22 de mayo de 2024.



Erik Sebastián Peñafiel Hernández  
C.I: 0604054924

## **DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR**

Quien suscribe, MgSc. Christiam Xavier Zavala Nuñez catedrático adscrito a la Facultad de Facultad Ciencias de la Educación Humanas Y Tecnologías, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación Desarrollo de dos robots mini sumo de competencia como herramientas de enseñanza educativa enfocado a bachillerato general, bajo la autoría de Erik Sebastián Peñafiel Hernández; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 22 días del mes de mayo de 2024



---

MgSc. Christiam Xavier Zavala Nuñez  
C.I: 0603964982

## **CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Desarrollo de dos robots mini sumo de competencia como herramientas de enseñanza educativa enfocado a bachillerato general, presentado por Erik Sebastián Peñafiel Hernández, con cédula de identidad número 0604054924, bajo la tutoría de Mg. Christiam Xavier Zavala Núñez; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 31 de mayo de 2024

Lexinton Gualberto Cepeda Astudillo, PhD  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Jorge Eduardo Fernández Acevedo  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Jorge Noe Silva Castillo  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



# CERTIFICADO ANTIPLAGIO



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.15  
VERSIÓN 01: 06-09-2021

## CERTIFICACIÓN

Que, **Peñafiel Hernández Erik Sebastián** con CC: **0604054924**, estudiantes de la Carrera **Pedagogía de las Ciencias Experimentales Informática**, Facultad de **Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**DESARROLLO DE DOS ROBOTS MINI SUMO DE COMPETENCIA COMO HERRAMIENTAS DE ENSEÑANZA EDUCATIVA ENFOCADO A BACHILLERATO GENERAL**", cumple con el 7%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 23 de mayo del 2024

Mgs. Christian Núñez.  
**TUTOR**

## DEDICATORIA

*"A Juan Peñafiel y Fanny Hernández mis queridos padres, quienes con su esfuerzo y apoyo incondicional me han guiado a lo largo de toda mi vida y en especial durante mi educación profesional. Por creer en mí y por darme las herramientas necesarias para alcanzar mis metas. Esta tesis es el resultado de su amor y dedicación. También quiero dedicar este trabajo a mis queridas mascotas, quienes me han acompañado en noches de velada y han sido una alegría constante en mi camino por su amor incondicional."*

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a Juan Peñafiel mi padre y a Fanny Hernández mi madre, quienes, por su trabajo constante, su perseverancia y su calidad como personas, para que yo pueda ser un profesional. Gracias por su amor incondicional y por siempre estar ahí para mí en cada paso del camino. Sin su apoyo y guía, no estaría donde estoy.

También quisiera agradecer a mis docentes de la carrera de Pedagogía de la Informática quienes con sus enseñanzas han fortalecido y desarrollado mis capacidades. Gracias por compartir sus conocimientos y experiencias conmigo y por ayudarme a crecer tanto personal como profesionalmente.

No puedo dejar de mencionar a mis queridas mascotas quienes me han acompañado en momentos difíciles ya que son una fuente constante de alegría y felicidad en mi vida.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I	14
1.1 INTRODUCCION	14
1.2 Antecedentes	15
1.3 Formulación del problema	16
1.4 Justificación	17
1.5 Objetivos	18
1.5.1 General	18
1.5.2 Específicos	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	19
2.1 Robótica Educativa.	19
2.1.1 Aplicación de la robótica en sectores educativos.	20
2.1.2 Metodología de enseñanza con robótica educativa.	20
2.1.3 La robótica educativa a través de prácticas en laboratorios	23
2.1.4 Creación de robots educativos de competencia en el ámbito educativo.	24



2.1.5	Tipos de robots de competencia educativos.	25
2.2	Herramientas tecnológicas de enseñanza educativa.	27
2.2.1	Herramientas de enseñanza pedagógica actuales.	27
2.2.2	La robótica como Herramienta de enseñanza pedagógica.	28
2.3	La competencia como medio de enseñanza pedagógico.	29
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.		31
3.1	Tipo de Investigación	31
3.2	Diseño de Investigación	31
3.3	Alcance de la investigación	31
3.4	Metodología ADDIE y su aplicación en el proyecto	32
3.4.1	Fase 1: Búsqueda bibliográfica	33
3.4.2	Fase 2: Construcción	37
3.4.3	Fase 3: Código	43
3.4.4	Fase 4: Funcionamiento	50
3.4.5	Fase 5: Evaluación	51
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		53
4.1	Resultados	53
4.2	Discusión	55
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		56
5.1	Conclusiones	56
5.2	Recomendaciones	57
BIBLIOGRAFÍA		58
ANEXOS		65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medidas reglamentadas	35
Tabla 2 Sistema de puntuación	36
Tabla 3 Rúbrica de evaluación para la elaboración de robots mini sumo	51
Tabla 4 Rúbrica de evaluación realizada	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 mBot robot programable	25
Figura 2 Robot Manipulador	26
Figura 3 Robot virtual worlds	26
Figura 4 La competencia como medio de enseñanza	26
Figura 5 Modelo ADDIE	32
Figura 6 Construcción del Robot Mini Sumo	37
Figura 7 Materiales para armar un robot mini sumo	38
Figura 8 Impresora Artillery Sidewinder X2	38
Figura 9 Software CURA y chasis del robot mini sumo	39
Figura 10 Impresora Artillery SideWinder X2 y Software CURA	39
Figura 11 Chasis del robot mini sumo	40
Figura 12 Placa de expansión con Arduino Nano	40
Figura 13 Chasis con placa de expansión	41
Figura 14 Colocación de sensores infrarrojos	41
Figura 15 Botón pulsador	42
Figura 16 Colocación Sensor de Ultrasonidos	42
Figura 17 Colocación de servomotores y pieza de agarre	43
Figura 18 Robot mini sumo ya ensamblado	43
Figura 19 Arduino Nano	44
Figura 20 Diagrama de flujo acciones del robot mini sumo	44
Figura 21 Código de Arduino: Declaración de variables	45
Figura 22 Código de Arduino: Librerías y declaración de motores	45
Figura 23 Código de Arduino: Declaración de variables para almacenar valores	46
Figura 24 Código de Arduino: Configuración de sensores y motores	46
Figura 25 Código de Arduino: Lógica de movimientos y ataque	47
Figura 26 Código de Arduino: Programación de las acciones del Botón	48
Figura 27 Código de Arduino: lectura de sensores y conversión de distancia	48
Figura 28 Código de Arduino: movimientos y maniobras	49
Figura 29 Configuración Arduino IDE	50
Figura 30 Mensaje de carga correcta	50
Figura 31 Robots mini sumo funcionales y operativos	53

## RESUMEN

Este proyecto de investigación se enfocó en el desarrollo de dos robots educativos mini sumo dirigidos a estudiantes de secundaria, con el objetivo de enriquecer el proceso educativo. Se siguieron las cinco fases del modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), garantizando así un plan detallado desde la concepción hasta la implementación de los robots mini sumo. Durante la fase de Análisis, se realizó una búsqueda exhaustiva sobre el estado del arte de la Robótica Educativa. En la fase de Diseño, se realizó la impresión del material y la construcción de la parte física. La fase de Desarrollo involucró la programación de los componentes electrónicos. En la fase de Implementación, se llevaron a cabo pruebas piloto y ajustes finales. Finalmente, en la fase de Evaluación, se evaluó la efectividad de los robots como herramientas educativas. Como resultado de este riguroso proceso metodológico, se logró la creación exitosa de dos robots mini sumo completamente funcionales, que pueden ser empleados como herramientas educativas valiosas en el ámbito de la educación secundaria. Se concluyó que estos robots poseen el potencial de estimular y mejorar de manera significativa el proceso de aprendizaje, destacando su relevancia como recursos innovadores y motivadores en las aulas de enseñanza media.

**Palabras claves:** Educación, Robótica, Robótica educativa, aprendizaje basado en proyectos, Robot mini sumo.

## ABSTRACT

This research project focused on the development of two educational mini sumo robots aimed at high school students, with the aim of enriching the educational process. The five phases of the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) were followed, thus ensuring a detailed plan from conception to the implementation of the mini sumo robots. During the Analysis phase, an exhaustive search was conducted on the state of the art of Educational Robotics. In the Design phase, material printing and physical construction were carried out. The Development phase involved programming the electronic components. In the Implementation phase, pilot tests and final adjustments were conducted. Finally, in the Evaluation phase, the effectiveness of the robots as educational tools was assessed. As a result of this rigorous methodological process, the successful creation of two fully functional mini sumo robots was achieved, which can be used as valuable educational tools in the field of secondary education. It was concluded that these robots have the potential to stimulate and significantly improve the learning process, highlighting their relevance as innovative and motivating resources in secondary school classrooms.

**Keywords:** Education, Robotics, Educational Robotics, Project-Based Learning, Mini Sumo Robot.



JHON JAIRO INCA  
GUERRERO

Reviewed by:  
M.Ed. Jhon Inca Guerrero.  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C. 0604136572

# CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUCCION

El presente trabajo se enfoca en el desarrollo de dos robots mini sumo de competencia como herramientas de enseñanza educativa, dirigidas a estudiantes de bachillerato general. En la actualidad, la tecnología juega un papel crucial en la educación, y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han convertido en recursos esenciales dentro del aula. Estas tecnologías proporcionan diversas aplicaciones, recursos digitales y programas que mejoran las metodologías de enseñanza y aprendizaje.

El uso de herramientas tecnológicas ha transformado la educación de manera positiva y activa, apoyando tanto a docentes como a estudiantes y fomentando una interacción dinámica en el aula. Entre las numerosas plataformas disponibles, las herramientas de autor han adquirido una importancia significativa en los procesos educativos, ayudando a los docentes a crear contenidos multimedia con actividades interactivas y lúdicas.

Este proyecto surge del interés en aplicar tecnologías innovadoras en el ámbito educativo, específicamente mediante el desarrollo y utilización de robots mini sumo. Estos robots no solo sirven como recursos educativos digitales, sino que también ofrecen actividades innovadoras e interactivas que enriquecen el proceso de enseñanza y aprendizaje.

El objetivo principal de este trabajo es proporcionar una herramienta educativa que facilite la comprensión de conceptos básicos de robótica y programación en el nivel de bachillerato general. Los robots mini sumos se utilizarán para realizar actividades prácticas que refuercen los conocimientos teóricos impartidos en clase. Estas actividades están diseñadas para captar el interés de los estudiantes, promover el aprendizaje activo y adaptarse a los diferentes estilos de aprendizaje.

## 1.2 Antecedentes

La popularidad de la robótica educativa ha ido en aumento y se ha ido transformando de una integración tradicional en la que se implicaba el desarrollo de conocimiento técnico a partir de la construcción y programación (Fernández López, 2020), a posiciones más innovadoras en las que se concibe la robótica educativa como un sistema o contexto de aprendizaje que se apoya en el uso de robots para desarrollar habilidades y propiciar la adquisición de competencias en el alumnado, no exclusivamente en áreas técnicas, sino también en otras como las matemáticas, las ciencias sociales, naturales y experimentales o las ciencias de la información y la comunicación, entre otras (Karim, Lemaignan y Mondada, 2015).

La utilización de robots mini sumo como herramientas de enseñanza en el nivel de bachillerato general se ha vuelto cada vez más relevante debido a su potencial para involucrar a los estudiantes en disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) y desarrollar habilidades clave como el pensamiento crítico, el trabajo en equipo y la resolución de problemas.

En el trabajo “Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM” realizado por González-Fernández et al. (2021) se expresa que en el ámbito educativo ocurre un aumento en la utilización de diversas tecnologías en la enseñanza, incluyendo el empleo de la robótica para mejorar las habilidades de los niños y jóvenes durante el proceso de aprendizaje. Se han identificado diversas estrategias, como el uso del robot como una herramienta para enseñar al estudiante a construirlo, programarlo y crear nuevos modelos.

Siendo este trabajo un referente, se puede implementar estas tecnologías y estrategias en un nivel educativo superior siendo este trabajo destinado para bachillerato general, todo esto con el objetivo de fomentar el desarrollo de habilidades como el pensamiento lógico-matemático, algorítmico, creatividad, trabajo en equipo y comunicación.

¿Cómo pueden desarrollarse y utilizarse efectivamente dos robots mini sumos de competencia como herramientas de enseñanza educativa para mejorar el aprendizaje de los estudiantes? Siendo un ejemplo el proyecto realizado Caicedo Benavides et al. (2020), cuyo objetivo es implementar un robot de competencia mini sumo como herramienta de aprendizaje para distintos niveles educativos, la literatura científica y los trabajos de investigación han demostrado los beneficios pedagógicos de utilizar robots minis sumos en el aula. Estos robots pueden brindar a los estudiantes una experiencia práctica en la aplicación de conceptos teóricos de física, ingeniería, electrónica y programación. Además, el diseño y la construcción de los robots mini sumo fomentan la creatividad y la innovación, ya que los estudiantes deben enfrentarse a desafíos técnicos y encontrar soluciones eficientes.

Esta investigación se destaca de otras realizadas anteriormente ya que aplica una metodología de enseñanza basada en proyectos, donde los estudiantes se convierten en los protagonistas de su propio aprendizaje. Los robots mini sumos se ajustan perfectamente a este enfoque, ya que los estudiantes deben investigar, diseñar, construir y programar sus propios robots para participar en competencias y complementar su aprendizaje.

### 1.3 Formulación del problema

La educación a nivel mundial presenta un avance significativo en la utilización de equipos tecnológicos y electrónicos para desarrollar las destrezas cognitivas, habilidades y la capacidad de resolver problemas de los estudiantes, sin embargo la adopción de los mismos por parte de las instituciones se ve limitado por la capacidad de sus docentes en generar estrategias de aprendizaje innovadoras que incorporen estas tecnologías y equipos electrónicos, esto genera una brecha entre la teoría y la práctica. (Caicedo Benavides et al., 2020).

En Ecuador la educación en general enfrenta una gran crisis por el déficit de aprendizaje en todas las asignaturas y niveles, falta de programas de nivelación, aplicación de tecnologías, escasos de equipos electrónicos, deserción escolar y docentes sin capacitación, dice el último informe del Banco Mundial sobre el tema (Castillo, 2022).

La robótica educativa es una de las asignaturas más afectadas por la falta de capacitación de los docentes, por escasos de los recursos tecnológicos y equipos electrónicos necesarios para el desarrollo pleno de una clase (Almeida, 2021).

En particular, el desarrollo de robots mini sumo de competencia como herramientas de enseñanza educativa presenta desafíos en términos de diseño, programación y uso efectivo en el aula, especialmente el desarrollo de robots para competencias en las diferentes categorías, se ha convertido en una herramienta pedagógica para la enseñanza de diversas temáticas en programas de licenciaturas e ingenierías (Gonzales Fernández et al., 2021).

La falta de capacitación docente obliga a que traten de replicar lo que hacen en las aulas a través de las pantallas, un método poco eficiente para la evaluación, la duración de clases y las actividades adecuadas.

En la ciudad de Riobamba dentro de la unidad educativa Juan de Velasco, se ha identificado de manera clara este problema, debido a que esta institución oferta la especialidad de informática se espera la utilización de estos equipos y recursos tanto tecnológicos como electrónicos que sirvan como medio para el aprendizaje de programación y resolución de problemas, no obstante la robótica educativa no está presente en ninguno de sus niveles de bachillerato, la carencia de la misma se presenta al evidenciar que se imparte electrónica pero destinada a conexiones eléctricas de luminaria o tomas de corriente dejando de lado la parte educativa y pedagógica.

Esto también hace énfasis en el desarrollo de estas actividades netamente competitivas, pero sin una metodología pedagógica que genere un aprendizaje significativo para el estudiante (Gonzales Fernández et al., 2021).

Por lo mencionado y con la finalidad de aportar nuevas estrategias didácticas y de incorporar en el proceso de enseñanza-aprendizaje la utilización de entornos de programación, se plantea la elaboración de dos robots mini sumo como herramientas de aprendizaje en el aula de bachillerato. Este estudio se enfoca en el diseño, desarrollo, implementación y evaluación de los robots como herramientas educativas efectivas.

Se espera que este trabajo contribuya significativamente al enriquecimiento del proceso educativo y proporcione nuevas oportunidades de aprendizaje práctico y motivador para los estudiantes de secundaria.



## **1.4 Justificación**

La integración de la tecnología en la educación ha tenido un impacto significativo en la forma en que los estudiantes adquieren conocimientos y habilidades. La utilización de robots en el aula no solo brinda una experiencia de aprendizaje práctica y estimulante, sino que también promueve el trabajo en equipo, la colaboración y el pensamiento crítico. La tecnología educativa abre nuevas oportunidades para la personalización del aprendizaje y la incorporación de metodologías innovadoras que pueden mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. En un mundo cada vez más digital, es fundamental que la educación evolucione y se adapte a las demandas de la sociedad actual (Caicedo Benavides et al., 2020). Los robots mini sumos se ajustan perfectamente a este enfoque, debido a que los estudiantes deben investigar, diseñar, construir y programar sus propios robots para participar en competencias. Además, el diseño y la construcción de los robots mini sumo fomentan la creatividad y la innovación, ya que los estudiantes deben enfrentarse a desafíos técnicos y encontrar soluciones eficientes. Algunas investigaciones previas han destacado la importancia de una metodología de enseñanza basada en proyectos, donde los estudiantes sean los protagonistas de su propio aprendizaje.

La pertinencia de este proyecto radica en la necesidad de aprovechar el potencial de la tecnología educativa, específicamente en el contexto de la integración de robots mini sumo en el aula de bachillerato. Dado el impacto positivo que la tecnología ha tenido en la educación en un mundo cada vez más tecnológico, es fundamental que los estudiantes desarrollen habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la colaboración. La participación en la investigación, diseño, construcción y programación, hace evidente la relevancia de explorar y desarrollar nuevas estrategias didácticas que incorporen herramientas innovadoras como los robots mini sumos.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 General**

- Desarrollar dos robots mini sumos de competencia como herramientas de enseñanza educativa enfocado a bachillerato general.

### **1.5.2 Específicos**

- Indagar el estado del arte sobre robótica educativa y normativa de competencias educativas de robots mini sumo.
- Construir dos robots minis sumos utilizando elementos electrónicos y piezas de impresión 3D.
- Elaborar videos clips con los pasos de construcción y funcionamiento de un robot mini sumo aplicando actividades educativas de aprendizaje.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Robótica Educativa.

La robótica educativa es una disciplina que se ha demostrado que tiene beneficios en cuanto al desarrollo de competencias de comunicación, trabajo en equipo, creatividad y resolución de problemas (Gonzales Fernández et al., 2021). Esta disciplina se engloba dentro de la educación STEM y las metodologías didácticas empleadas incluyen el aprendizaje basado en problemas, proyectos y aprendizaje colaborativo, vivencial y lúdico, relacionadas con teorías constructivistas. Además, el uso de robots educativos ayuda a los niños a desarrollar habilidades cognitivas básicas del pensamiento lógico matemático.

Un estudio de Ferrada et al. (2020) expresa que el uso de la robótica en el contexto educativo constituye un importante recurso didáctico para el desarrollo de una educación centrada en las áreas STEM. La investigación documental llevada a cabo en este estudio encontró que las experiencias educativas con robótica se registran principalmente en el nivel primaria y secundaria. Dentro de este enfoque, la Robótica Educativa se considera como un recurso didáctico privilegiado con gran potencial para el alumnado ya desde edades tempranas (Bers, 2018; Jung & Wong, 2018).

En la metodología STEAM se implementó el uso de la robótica educativa para intentar promover y adquirir competencias científicas-técnicas para el desarrollo de la creatividad y la innovación; genera así mismo aprendizajes más creativos y motivadores que aumentan el interés de los alumnos por desarrollar sus habilidades creativas para cooperar y resolver problemas (Ruiz et al., 2007). La investigación de Sánchez (2021) asocia al aprendizaje STEAM las competencias de capacidad independiente y espíritu emprendedor; mayor sentido de colaboración con tendencia a mejorar, tanto la comunicación como el conocimiento. La utilización de la tecnología, con el propósito de generar mayor creatividad y la innovación, promueve el diseño y fabricación de diversos productos; así como el pensamiento crítico para la resolución de problemas

En el artículo desarrollado por Quiroga L. (2018) se menciona que:

La educación actual ha venido proyectando la Robótica como otra forma de aprender para los niños porque, aunque es una disciplina que combina todas aquellas actividades relacionadas con el estudio, diseño, construcción, operación, mantenimiento de robots que combina campos de trabajo como la Ingeniería Eléctrica, la Electrónica, la Mecánica, las Ciencias de la Computación, las Matemáticas, la Física, la Biología, las Neurociencias, etc. convirtiéndose en una herramienta que podemos aprovechar en los ambientes escolares, llevarlos a la práctica y potenciar el desarrollo integral de los niños y las niñas en la Educación Inicial. (p. 53)

Por lo mencionado, la robótica educativa puede ser aplicada de manera efectiva en el bachillerato general, similar a como se aplica en la educación inicial. Al combinar una amplia variedad de campos de trabajo y disciplinas, la robótica educativa proporciona una experiencia de aprendizaje rica y diversa. En el bachillerato general, los estudiantes pueden tener la oportunidad de profundizar en temas más avanzados y complejos relacionados con la robótica y su aplicación en diferentes campos.

### **2.1.1 Aplicación de la robótica en sectores educativos.**

La robótica educativa privilegia el aprendizaje inductivo y el descubrimiento guiado, lo que asegura el diseño y experimentación, de un conjunto de situaciones didácticas que permiten a los estudiantes construir su propio conocimiento (Jiménez, Ovalle y Ramírez, 2009), generando un complemento tecnológico para las aulas, estimulando un ambiente de aprendizaje dinámico y multidisciplinario. De tal manera que el alumno puede utilizar sus conocimientos de matemáticas, ciencias naturales y experimentales, tecnología, ciencias de la información y comunicación, de una forma nueva y divertida, promoviendo la interiorización de los aprendizajes e introduciendo nuevos conceptos que complementarán y facilitarán que el alumno logre alcanzar los objetivos y competencias planteados en los planes de estudio de las diferentes instituciones de educación.

La revista Educativa (2011) señala que la robótica educativa ha crecido rápidamente en la última década en casi todos los países y su importancia sigue aumentando. Esto parece ser un proceso lógico, ya que los robots se están incorporando en nuestra vida cotidiana, pasando de la industria a los hogares. Pero el propósito de utilizar la robótica en la educación, a diferentes niveles de enseñanza, va más allá de adquirir conocimiento en el campo de la robótica. Se busca trabajar en el alumno competencias básicas necesarias en la sociedad actual, como el aprendizaje colaborativo y la toma de decisiones en equipo.

En 2018, en la Universidad del Cauca de la ciudad de Popayán, departamento de Colombia, se inició un proyecto de robótica pedagógica llamado “Plataforma de Robótica y Automática Educativa de Computadores para Educar”, para dar un uso adecuado de algunos elementos de equipos donados y que ya están obsoletos, como una estrategia para el aprovechamiento de los residuos eléctricos. (Quiroga L, 2018, p. 55)

### **2.1.2 Metodología de enseñanza con robótica educativa.**

Las metodologías didácticas asociadas a la robótica educativa surgen de los principios pedagógicos de las corrientes tanto constructivistas como construccionistas, en ambos enfoques, se parte de la premisa que el estudiante es el foco del aprendizaje activo, como elemento principal en el escenario educativo donde se integran estos robots.

Se puede establecer la metodología de la robótica educativa como una manera de:

Unir lo lúdico con el conocimiento, logrando que los estudiantes comprendan los contenidos curriculares al verlos materializados en proyectos que implican diseño, construcción, programación y pruebas, los cuales generan procesos de investigación (Quiroga L, 2018, p. 62).

En este sentido la adecuada integración de la robótica educativa es beneficiosa para el aprendizaje, como lo señalan Bravo y Forero (2012): el uso del robot como instrumento didáctico desarrolla habilidades y competencias al dar respuestas a problemas multidisciplinarios.

La robótica educativa desarrolla destrezas tecnológicas para afrontar los retos actuales. Otra de las ventajas es que genera expectativas y motivación del estudiante al facilitar la adquisición de conocimiento. En este sentido Márquez y Ruiz (2014) señalan que el uso de

los robots en la educación de los niños promueve la creatividad y la motivación, que, a posteriori, le permitirá desarrollar habilidades cognitivas y manuales.

Se visualiza a la robótica educativa como una alternativa para potencializar un conjunto de competencias genéricas y transversales, pues esta se concibe como un recurso motivante para los estudiantes ya que los estimula a la participación espontánea por medio de la exploración e incita al aprendizaje a través del ensayo y error. De esta manera, se propician ambientes o entornos de aprendizaje en donde convergen la curiosidad y el pensamiento creativo, mediante los cuales facilitan la integración de los aprendizajes STEAM de forma interconectada con el currículo. (Gonzales Fernández et al., 2021).

Los ambientes de aprendizaje que involucran la robótica educativa propician experiencias que fortalecen un pensamiento sistémico, lógico, estructurado y formal, además de coadyuvar a la consolidación de competencias cognitivas y procedimentales. Estas capacidades son requeridas en la resolución de problemas concretos, necesarias para dar respuesta a un mundo cambiante y complejo (Odorico, 2004).

### *2.1.2.1 Construcción de proyectos con robótica educativa.*

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una metodología propuesta en la década de los 70 como una estrategia que guía el proceso de aprendizaje a través del desarrollo de un proyecto el cual establece una meta determinada como producto final. Uno de los principales objetivos de esta metodología es movilizar saberes para el desarrollo de un conjunto de aprendizajes y competencias, así como relación nuevos saberes. Ello es lo que propicia la motivación y la cooperación entre compañeros (González-Fernández & Vázquez, 2021)

Para desarrollar un proyecto escolar existen cinco etapas propuestas por (Cobo y Valdivia, 2017):

1. **Planteamiento del proyecto y organización:** La finalidad de esta etapa es que el profesor presente una situación relevante que sea vinculada con una temática del curso. Es necesario que el docente motive al estudiante mediante preguntas y reflexiones que le serán de utilidad durante el proyecto. Acto continuo se requiere la organización del grupo en pequeños equipos donde se delimiten las tareas a su interior.
2. **Investigación:** En esta etapa el estudiante construye los fundamentos del tema a trabajar en el proyecto. Por lo que es importante dar autonomía al estudiante para la búsqueda de información, al mismo tiempo que se le brinda una retroalimentación y seguimiento para lograr el objetivo de la etapa de investigación. En dicha etapa es necesario que se brinde oportunidades al estudiante para que realicen un análisis profundo de la información recuperada, para así a posteriori realizar la síntesis, donde puede hacer uso de organizadores gráficos.
3. **Definición de los objetivos y plan de trabajo:** Todo proyecto tiene como finalidad que el estudiante logre un producto en específico. Por lo tanto, es necesario a que se motive al estudiante a la construcción del mismo sin perder de vista el objetivo el proyecto. De esta manera, los estudiantes construyen un conjunto de habilidades y conocimientos a partir de la experiencia.

4. **Implementación:** De acuerdo con la naturaleza del proyecto se puede llegar a esta etapa con la finalidad de que el estudiante movilice sus saberes en la puesta en marcha del proyecto. Durante esta etapa es necesario el seguimiento puntual del profesor y, si es necesario, solicitar productos intermedios para la conclusión de la implementación, se realice en etapas anteriores.
5. **Socializar el producto y evaluación:** En esta etapa se presentan los resultados, puede ser mediante una sesión plenaria, una exposición escolar o una feria de proyectos. Es importante hacer énfasis en las habilidades de lenguaje oral y escrito. Además de que el docente tenga claro los criterios con los que se va a evaluar cada proyecto. Por último, generar un espacio de reflexión de los aprendizajes construidos mediante procesos meta cognitivos.

#### 2.1.2.2 *El aprendizaje basado en retos.*

El aprendizaje basado en retos (ABR) es una metodología que implica principalmente la actividad del estudiante, donde se les ubica en situaciones prácticas y reales que permite el desarrollo de un conjunto de competencias. En el caso de la robótica, es una buena estrategia ya que los niños se inician al uso de lenguajes de programación de manera espontánea. Esta estrategia didáctica potencializa el aprendizaje por descubrimiento. De acuerdo con Bruner (1988), el aprendizaje debe de ser activo donde el profesor desempeña un papel importante en la creación de situaciones que estimulen a los estudiantes a descubrir por sí mismos. Tales metodologías deben promover un pensamiento inductivo como es el caso del aprendizaje basado en retos.

De acuerdo con el marco propuesto por Apple (2011), a dicha empresa se le atribuye el término de Challenge Based Learning, en donde presenta un modelo práctico de aplicación de dicha metodología implicando las herramientas tecnológicas para el desarrollo de un conjunto de retos mediante acciones colaborativas entre estudiantes, así promover conocimiento profundo de los contenidos.

En este sentido, Apple (2011, p 9-15) presenta cinco etapas:

- **Etapa 1: Idea general.** En este paso se parte de un concepto amplio que sea atractivo y de importancia para los estudiantes.
- **Etapa 2: Pregunta esencial.** Los estudiantes generan preguntas orientadoras que permitan delimitar su interés y las necesidades del contexto. Esto permite orientar los recursos que requiere el estudiante para resolver el reto y guiarán el aprendizaje en última instancia la validez de sus soluciones. Se recomienda que los estudiantes intercambien ideas sobre lo que requiere descubrir para resolver el reto.
- **Etapa 3: El reto.** Este surge de la pregunta esencial por lo que implica que el estudiante identifique una solución. En dicha etapa se plantean preguntas, actividades y recursos guías que orientan a los estudiantes a la mejor solución del reto.
- **Etapa 4: Implementación y evaluación de la solución.** Los estudiantes la implementan y miden los resultados, reflexionan sobre que funcionó y lo que no y determinar si lograron resolver el desafío.
- **Etapa 5: Publicación de resultados y reflexión.** En esta etapa, a partir de la documentación se puede crear presentaciones del producto de los estudiantes

mediante videos, diapositivas o diarios en los que se reflexione sobre cómo se llegó a la solución.

La intención es que se comparta con otros estudiantes y la clase o a toda la escuela (Apple, 2011). En el caso de diseñar retos de robótica se pueden implicar temáticas interdisciplinarias que promuevan el trabajo colaborativo, la motivación y el aprendizaje vivencial.

### 2.1.2.3 Metodología de las 4 C de Lego y la robótica educativa.

La metodología 4C es una propuesta de la marca LEGO® Education con el propósito de ordenar los conocimientos que los niños adquieren durante el aprendizaje con proyectos robóticos. Está basada en el aprendizaje activo y por descubrimiento guiado. Esta metodología se aplica cuando se utiliza el set de tecnología LEGO® Education. Esta parte de una historia que se complementa mediante actividades para resolver el problema. En la Figura se presentan los pasos que se debe de seguir en dicha metodología.

- **Conectar:** El principal propósito de esta actividad es captar el interés y atención de los alumnos, además de que los alumnos identifiquen el problema y se investigue la mejor forma de resolverlo.
- **Construir:** En esta actividad los niños proponen diferentes modelos con relación a la problemática planteada, a su vez pueden probar que su posible solución funciona.
- **Contemplar:** Implica que los niños investiguen, analicen y comparen lo experimentado con otros equipos, así como establecer mejoras si fuera necesario. En esta etapa el facilitador puede guiar un conjunto de preguntas para profundizar sobre la experiencia del niño y lo investigado previamente.
- **Continuar:** Finalmente, esta actividad tiene como objetivo que el niño continúe con investigaciones y desarrolle su creatividad con nuevas soluciones al problema planteado. En esta etapa los niños pueden modificar sus soluciones e inventar nuevas creaciones.

### 2.1.3 La robótica educativa a través de prácticas en laboratorios

La robótica educativa es una disciplina que combina la educación y la tecnología, utilizando robots como herramientas de aprendizaje. Pérez (2021), manifiesta que: "la robótica educativa es una herramienta pedagógica que permite a los estudiantes aprender de manera práctica y tangible conceptos complejos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), así como desarrollar habilidades prácticas y creativas".

La realización de prácticas reales en laboratorios de robótica educativa ofrece varios beneficios. Magadán-Díaz, M., & Rivas-García, J. (2022) expresan que estas prácticas brindan a los estudiantes la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en un entorno controlado y seguro. Los estudiantes pueden diseñar, construir y programar robots, lo que les permite desarrollar habilidades prácticas y creativas, así como mejorar su comprensión de conceptos científicos y tecnológicos.

Además, las prácticas reales en laboratorios de robótica educativa fomentan el trabajo en equipo y la colaboración. Citando a Rodríguez (2018), los estudiantes trabajan en grupos para resolver problemas y completar proyectos robóticos. Durante estas prácticas, los

estudiantes aprenden a comunicarse, planificar y distribuir tareas, lo que promueve habilidades de trabajo en equipo y colaboración.

Es importante destacar que la implementación exitosa de prácticas reales en laboratorios de robótica educativa requiere una infraestructura adecuada y docentes capacitados. De acuerdo con López (2019), los laboratorios deben contar con equipos y materiales actualizados, así como con software y herramientas de programación accesibles. Además, los docentes deben recibir formación en robótica educativa y estar preparados para guiar y apoyar a los estudiantes durante las prácticas.

La robótica educativa también puede ser utilizada para fomentar la inclusión y la diversidad en el aula. Como afirma Smith (2021), la robótica educativa puede ser una herramienta efectiva para involucrar a estudiantes con diferentes habilidades y estilos de aprendizaje. Además, la robótica educativa puede ser utilizada para fomentar la inclusión de mujeres y minorías en campos STEM, que tradicionalmente han sido dominados por hombres.

#### **2.1.4 Creación de robots educativos de competencia en el ámbito educativo.**

La creación de robots educativos de competencia en el ámbito educativo puede ser respaldada por varios aspectos teóricos. En primer lugar, el pensamiento creativo es esencial en el siglo XXI para abordar los desafíos de un mundo globalizado e imprevisible (Smith & Petersen, 2019). La incorporación de robots educativos de competencia puede fomentar el pensamiento creativo en los estudiantes, ya que les brinda la oportunidad de desarrollar habilidades creativas y de resolución de problemas (Bers, 2018). Además, la gestión educativa es un aspecto importante en la implementación de robots educativos de competencia.

Un modelo de liderazgo resiliente y una gestión de calidad pueden facilitar la integración efectiva de estos robots en las instituciones educativas (García-Peñalvo et al., 2020). La aplicación de recursos tecnológicos emergentes, como los robots educativos de competencia, puede mejorar la lectoescritura y promover el uso de las TIC en el aula (Gómez et al., 2021). Estos recursos pueden ser utilizados como estrategias para mejorar la alfabetización y el aprendizaje de los estudiantes.

Las artes plásticas y la historia del arte pueden ser utilizadas como propuestas pedagógicas para fomentar la creatividad en los estudiantes (Eisner, 2002). La creación de robots educativos de competencia puede ser considerada como una extensión de estas propuestas, ya que involucra la combinación de habilidades artísticas y tecnológicas.

Los juegos serios pueden ser utilizados como estrategias pedagógicas para desarrollar competencias tecnológicas en los estudiantes (Papastergiou, 2009). Los robots educativos de competencia pueden ser considerados como juegos serios que permiten a los estudiantes explorar y desarrollar habilidades tecnológicas mientras participan en desafíos y actividades educativas.

Al considerar estos aspectos teóricos, se puede diseñar e implementar de manera efectiva robots educativos de competencia que promuevan el aprendizaje y el desarrollo de habilidades en los estudiantes.



### 2.1.5 Tipos de robots de competencia educativos.

En el ámbito educativo, los robots de competencia educativos han demostrado ser herramientas valiosas para potenciar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades en los estudiantes. Estos robots ofrecen experiencias interactivas y prácticas que fomentan la participación activa de los estudiantes, promoviendo la adquisición de conocimientos y competencias del siglo XXI. En este sentido, es importante explorar los diferentes tipos de robots de competencia educativos disponibles, ya que cada uno de ellos ofrece características y aplicaciones únicas que se adaptan a distintas áreas de aprendizaje. A continuación, se presentan algunos de los tipos de robots educativos más comunes y sus respectivas características.

**Robot Educativo Programable:** Este tipo de robot cuenta con un sistema para el control y la programación del mismo.

- Permite a los estudiantes expandirse tanto para controlar nuevos robots como para emular otras bibliotecas incluidas con otro tipo de robots (Moran et al., 2021)

**Ejemplo de competencia:** Programación de movimientos y acciones del robot para resolver un laberinto.

*Figura 1*  
*mBot robot programable*



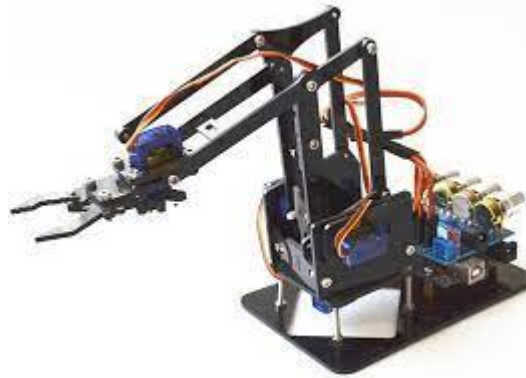
*Nota: se observa un mBot cuyas habilidades van desde seguidor de línea hasta robot soccer*  
*Fuente: Elaboración propia*

**Robot Manipulador:** Utilizado en propuestas docentes para el desarrollo de competencias en programación.

- Se basa en la configuración de un sistema que permite probar programas tanto en simulación como en un robot real colaborativo (Gómez et al., 2021).

**Ejemplo de competencia:** Programación de movimientos y acciones del robot para realizar tareas de manipulación de objetos.

**Figura 2**  
Robot Manipulador



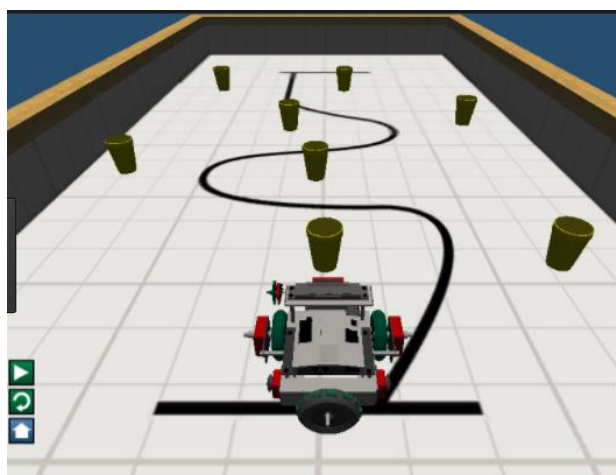
*Nota:* Se observa un brazo robótico capaz de realizar giros y tomar objetos, (AV Electronics, 2020), [Kit Brazo Robótico 4DOF Arduino - AV Electronics](#)

**Robot Educativo Virtual:** siendo el simulador CoppeliaSim de robótica 3D, la plataforma permite crear robots y controlar sus movimientos al interactuar en entornos virtuales. Simula, asimismo, actuadores y sensores de visión y proximidad. Dentro de la interfaz de usuario destaca la ‘ventana de la aplicación’ o ventana principal: este espacio se emplea (entre otras tareas) para interactuar con la escena e incluye una barra de herramientas y otra de menú desde la que se accede a las principales funcionalidades.

- Se enfoca en el trabajo grupal y colaborativo de los estudiantes, brindando un entorno virtual inmersivo (Sánchez & García, 2019).

**Ejemplo de competencia:** Carrera de Obstáculos Autónoma, los estudiantes deben programar un robot virtual para que navegue de manera autónoma a través de un curso de obstáculos en un entorno virtual creado en CoppeliaSim. El robot debe sortear obstáculos como barreras, rampas y zonas estrechas utilizando sensores de visión y proximidad para detectar y evitar los obstáculos.

**Figura 3**  
Robot virtual worlds



*Nota:* se observa un robot seguidor de línea en Virtual Worlds.  
Fuente: Elaboración propia

Cada uno de estos tipos de robots educativos tiene sus propias características y aplicaciones específicas, lo que los convierte en herramientas versátiles para el aprendizaje en diferentes

áreas del conocimiento. Al utilizar estos robots de competencia educativos, los estudiantes pueden desarrollar habilidades cognitivas, creativas y de resolución de problemas, al tiempo que adquieren conocimientos en disciplinas como la programación, la física, la geografía y muchas otras.

La integración de estos robots en el aula de clase ofrece una experiencia educativa enriquecedora y motivadora, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo actual.

## **2.2 Herramientas tecnológicas de enseñanza educativa.**

La IA y la robótica están estrechamente relacionadas y pueden ser utilizadas conjuntamente para mejorar el aprendizaje y la enseñanza. La UNESCO ha desarrollado una estrategia sobre la Innovación Tecnológica en la Educación para el periodo 2022-2025 que busca aprovechar el potencial de las tecnologías de la IA en la educación (UNESCO, 2021).

La robótica educativa se basa en la utilización de dispositivos especialmente diseñados para el aula, lo que permite trabajar el aprendizaje basado en problemas y proyectos de forma sencilla y divertida en todos los niveles educativos (Vives, 2022).

En el nivel de bachillerato general, la robótica educativa puede ser aplicada de diversas maneras para mejorar el aprendizaje. Por ejemplo, los estudiantes pueden trabajar en proyectos de diseño y construcción de robots para resolver problemas específicos. También pueden utilizar herramientas de programación como mBlock para programar el comportamiento de los robots y realizar experimentos.

De acuerdo con Crespo (2017), expresa claramente que “mBlock es un entorno gráfico de programación por bloque para Arduino, que permite introducir de forma sencilla la programación y robótica en el aula.” Esto muestra cómo mBlock y herramientas similares pueden ser utilizadas para enseñar programación y robótica de manera accesible y atractiva para los estudiantes.

Para otros autores, la robótica es una herramienta que se incorpora de manera aislada al proceso educativo, ya sea por moda, por mercadotecnia educativa, entre otras tantas razones, y que cuando esto sucede, se hace de manera episódica y no vinculada al currículo formal del nivel educativo a incidir. Tanto la robótica como la tecnología brindan oportunidades para irrumpir prácticas tradicionales en la educación y así gestar innovaciones en la forma de estructurar la clase e impactar en el pensamiento de los estudiantes (Quiroga, 2018).

### **2.2.1 Herramientas de enseñanza pedagógica actuales.**

Las herramientas de enseñanza pedagógica actuales son recursos y métodos utilizados en el proceso de enseñanza y aprendizaje para mejorar la efectividad y la calidad de la educación. Estas herramientas han evolucionado con los avances tecnológicos y las nuevas tendencias educativas. Según López (2019), algunas de las herramientas de enseñanza pedagógica actuales incluyen:

- **Plataformas de aprendizaje en línea:** como Moodle y Canvas, que permiten a los estudiantes acceder a materiales educativos, participar en actividades interactivas y comunicarse con sus profesores y compañeros de clase de manera virtual.

- **Aplicaciones móviles educativas:** como Duolingo y Khan Academy, que ofrecen contenido educativo interactivo y personalizado para el aprendizaje en dispositivos móviles.
- **Realidad virtual y aumentada:** tecnologías que permiten a los estudiantes experimentar entornos virtuales o interactuar con objetos virtuales para mejorar la comprensión y la experiencia de aprendizaje.
- **Gamificación:** la incorporación de elementos y mecánicas de juego en el proceso de enseñanza y aprendizaje para motivar y comprometer a los estudiantes.
- **Robótica educativa:** el uso de robots como herramientas de aprendizaje para fomentar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad. Según Smith (2021), la robótica educativa permite a los estudiantes diseñar, construir y programar robots, lo que les brinda una experiencia práctica y tangible en el aprendizaje de conceptos STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).

Estas herramientas de enseñanza pedagógica actuales ofrecen ventajas como la accesibilidad, la personalización del aprendizaje y la motivación de los estudiantes. Teniendo en cuenta a García (2020), estas herramientas pueden mejorar la participación y el compromiso de los estudiantes, así como facilitar la adquisición de conocimientos y habilidades.

Sin embargo, también es importante considerar los desafíos asociados con el uso de estas herramientas. Según Rodríguez (2018), algunos desafíos incluyen la necesidad de una infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación de los docentes en el uso de estas herramientas y la garantía de la equidad en el acceso a ellas.

### 2.2.2 La robótica como Herramienta de enseñanza pedagógica.

La robótica educativa está directamente inmersa y fundamentada en la corriente pedagógica del constructivismo, pues se pretende que el alumno construya sus propios conocimientos, claro que con el apoyo y guía del docente; no es una tarea fácil y requiere de la intervención, desde luego, con mucha responsabilidad, por parte del maestro.

Las metodologías activas se asocian considerablemente a la robótica educativa puesto que las estrategias que privilegian las actividades con los robots propician que el estudiante se posicione de manera constructiva en los aprendizajes que bien pueden ser aquellos que estén basados en la resolución de problemas, en la elaboración de proyectos, en el cooperativo y, entre otros, el aula invertida que, de cierta manera, implican retos en torno a los principios que emanan de la propia postura del construccionismo (Ruiz et al., 2007).

De esta forma, se asocia a lineamientos constructivistas porque, como ya se dijo, tiene sus bases en los fundamentos de Piaget (1977) quien explica los procesos mentales superiores y su relación con la conducta humana. Sus aportaciones han apoyado a comprender cómo es que el ser humano construye modelos mentales y cómo influye la herencia y las interacciones sociales en el aprendizaje del educando. Igual sus aportes ayudan mucho para conocer mejor, por ejemplo, la relación que tiene la inteligencia con la construcción de esquemas, así como los procesos mentales que él mismo sugiere o plantea mediante el equilibrio y acomodo para la construcción de conocimiento.

Dentro del ámbito educativo, la robótica se ha convertido en una herramienta valiosa para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, es importante destacar que su función es la de un medio y no un fin en sí mismo.

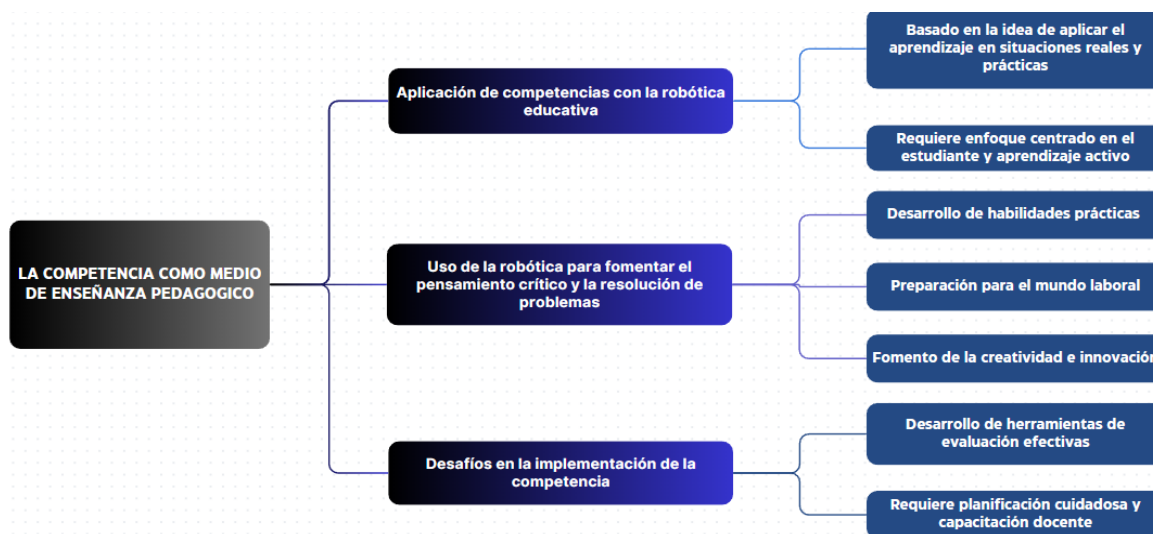
Como afirma Barrera Lombana (2015), “el objetivo de la robótica educativa no es que los estudiantes adquieran habilidades en automatización industrial y control de procesos, sino que se convierta en una herramienta para comprender y aprender sobre la realidad. De esta manera, la robótica se utiliza como una excusa para fomentar el aprendizaje y la comprensión de conceptos y fenómenos complejos” (p. 215).

### 2.3 La competencia como medio de enseñanza pedagógico.

La competencia es un enfoque pedagógico que se centra en el desarrollo de habilidades y conocimientos prácticos en lugar de la memorización de información teórica. Según Pérez (2021), la competencia se basa en la idea de que los estudiantes deben ser capaces de aplicar lo que han aprendido en situaciones reales y prácticas. La aplicación de competencias con la robótica educativa puede ser una forma efectiva de mejorar los logros de aprendizaje de los estudiantes. Según un estudio realizado por Li et al. (2018), la aplicación de competencias con la robótica educativa puede mejorar la comprensión de conceptos STEM, así como las habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico de los estudiantes.

*Figura 4*

La competencia como medio de enseñanza



*Fuente:* Elaboración propia

Este tipo de prácticas pedagógicas permite a los estudiantes aprender de manera práctica y tangible conceptos complejos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), así como desarrollar habilidades prácticas y creativas. Según un estudio realizado por Wang et al. (2019), los estudiantes que participaron en competencias de robótica educativa mostraron una mayor capacidad para trabajar en equipo y colaborar. Al involucrarse en actividades de robótica, los estudiantes se enfrentan a desafíos que requieren que utilicen habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas para diseñar, construir y programar robots. Según Bell et al. (2020), el uso de la robótica en el aula promueve el pensamiento crítico al

desafiar a los estudiantes a analizar problemas, evaluar diferentes soluciones y tomar decisiones informadas. Menciona Korkmaz et al. (2017), al trabajar con robots se enfrentan a situaciones reales que requieren que identifiquen problemas, generen soluciones y las implementen. Esta experiencia práctica les permite desarrollar habilidades de resolución de problemas de manera efectiva, ya que deben iterar y ajustar sus soluciones en función de los resultados obtenidos. Un estudio realizado por Wang et al. (2021), los estudiantes que participaron en actividades de robótica educativa mostraron una mejora significativa en sus habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas en comparación con un grupo de control. Además, los estudiantes que participaron en actividades de robótica educativa también mostraron una mayor motivación y compromiso con el aprendizaje.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGIA.**

### **3.1 Tipo de Investigación**

La presente investigación adopta un enfoque basado en el desarrollo tecnológico, con un carácter aplicado, ya que se centra en la conceptualización y la implementación de acciones y procedimientos tanto físicos como digitales necesarias para la construcción y programación adecuadas del robot mini sumo como herramienta educativa para bachillerato. Este enfoque se basa en la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo, como lo señala Lozada (2014). Este tipo de investigación se sustenta en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, y su objetivo principal es facilitar el proceso de enlace entre la teoría y el producto final.

La investigación se desarrolló en cuatro fases distintas, que abarcan desde la conceptualización inicial hasta la implementación práctica del robot mini sumo. Estas fases están diseñadas para garantizar una metodología robusta y rigurosa que permita alcanzar los objetivos planteados en este estudio.

### **3.2 Diseño de Investigación**

Esta investigación se consideró de tipo documental no experimental debido a su enfoque en la recopilación y aplicación de información existente para resolver un problema práctico. Smith (2018), manifiesta que la investigación documental aplicada implica el uso de fuentes documentales, como libros, artículos y registros, para abordar una necesidad práctica o resolver un problema específico. En este caso, la investigación se basó en la recopilación de información existente sobre la construcción de robots mini sumo y su aplicación como herramientas de enseñanza en el nivel de bachillerato. Se utilizaron fuentes documentales para obtener conocimientos teóricos y prácticos sobre la construcción de los robots, así como para comprender cómo podían ser implementados de manera efectiva en el contexto educativo.

Al aplicar los conocimientos obtenidos de las fuentes documentales, esta investigación buscó desarrollar y construir dos robots minis sumos que pudieran ser utilizados como herramientas de enseñanza en bachillerato. Por lo tanto, combinó la recopilación de información documental con la aplicación práctica de ese conocimiento para resolver el problema de mejorar la calidad de la educación en esta etapa educativa.

### **3.3 Alcance de la investigación**

El alcance de esta investigación fue exploratorio, ya que se realizará una búsqueda exploratoria en la literatura sobre el desarrollo de robots mini sumo, centrándose en su potencial como herramienta educativa para bachillerato. El objetivo encontrar diversas perspectivas, enfoques y prácticas relacionadas con la construcción y aplicación de robots mini sumo en el contexto educativo. Se llevará a cabo una exploración en bases de datos científicas, sitios web seguros y revistas científicas para recopilar información relevante sobre mini sumo, educación, herramientas educativas, robótica educativa y competencias.

Como parte de esta investigación exploratoria, se producirán videos tutoriales detallados que guiarán a los estudiantes en el proceso de construcción y programación de los robots. Estos videos se utilizarán como herramienta educativa para facilitar el aprendizaje y la comprensión de los conceptos relacionados con la robótica educativa.

El alcance de la investigación se limitará a la realización de las actividades descritas anteriormente, concluyendo con la finalización y entrega de los videos tutoriales. Estas actividades representarán el término del proyecto y servirán como recursos educativos valiosos para el uso en el aula de bachillerato.

### 3.4 Metodología ADDIE y su aplicación en el proyecto

En esta investigación, que fue de tipo documental y no experimental de desarrollo tecnológico, en la cual se utilizó el modelo de ADDIE, en donde se contempló las siguientes fases:

*Figura 5*  
*Modelo ADDIE*



*Fuente:* Elaboración Propia

Cada una de estas fases son indispensables para el desarrollo pleno del proyecto de investigación:

- **Análisis.** - se persigue la recopilación sistemática de datos relativos al proyecto en consideración, tales como metas de aprendizaje establecidas, disponibilidad de recursos, así como otros elementos de relevancia.
- **Diseño.** - Esto incluye la selección de estrategias de enseñanza, la organización del contenido, la identificación de recursos necesarios y la definición de criterios de evaluación
- **Desarrollo.** - Esto implica la creación de materiales didácticos, como presentaciones, actividades interactivas, materiales de lectura, videos educativos. Además, en esta etapa se lleva a cabo la producción y el ensamblaje de los elementos necesarios para la implementación efectiva del curso o programa de formación.
- **Implementación.** - Es la ejecución práctica del curso o programa de formación diseñado y desarrollado previamente, la gestión de posibles desafíos o problemas que puedan surgir, garantizando así un proceso fluido y efectivo de enseñanza y aprendizaje.



- **Evaluación.** - La evaluación en esta etapa también incluye la revisión de los resultados obtenidos y la identificación de áreas de mejora para informar futuras iteraciones del diseño instruccional.

Para la creación de un robot mini sumo educativo de batalla enfocado al bachillerato general, se utilizaron un total de cinco fases, las cuales se describen a continuación:

### 3.4.1 Fase 1: Búsqueda bibliográfica

En la primera fase del presente proyecto de grado está dirigido a la indagación y recolección de información sobre “Desarrollo de dos robots mini sumo de competencia como herramientas de enseñanza educativa enfocado a bachillerato general”, la búsqueda bibliográfica permitió recopilar información relevante y actualizada sobre el tema de estudio, así como conocer las investigaciones previas que se han realizado en este campo. Se identificaron diferentes enfoques y metodologías utilizadas en la implementación de robots mini sumo de competencia como herramientas de enseñanza educativa enfocado a bachillerato general, lo que permitió contextualizar y fundamentar la investigación., para realizar la búsqueda bibliográfica, se siguieron los siguientes pasos:

#### 3.4.1.1 Formulación de la pregunta de investigación:

Estas preguntas fueron formuladas a partir del objetivo principal de la investigación:

- ¿Cómo pueden desarrollarse y utilizarse efectivamente dos robots mini sumos de competencia como herramientas de enseñanza educativa para mejorar el aprendizaje de los estudiantes?
- ¿Qué habilidades y competencias pueden desarrollar los estudiantes al interactuar con robots mini sumo de competencia?
- ¿Qué estrategias pedagógicas se pueden utilizar para integrar los robots mini sumos de competencia en el currículo educativo de manera coherente y efectiva?
- ¿Cómo se puede evaluar de manera efectiva el impacto del uso de robots mini sumo de competencia como herramientas de enseñanza en el aprendizaje de los estudiantes?
- ¿Cuáles son los ejemplos más destacados de proyectos educativos que han utilizado robots minis sumos de competencia con éxito y qué lecciones se pueden aprender de ellos?
- ¿Cómo se puede fomentar la creatividad y la resolución de problemas en los estudiantes a través del uso de robots mini sumo de competencia en el aula?

#### 3.4.1.2 Selección de las palabras clave:

Las palabras clave que fueron seleccionadas están directamente relacionadas con el tema de "Desarrollo de dos robots mini sumo de competencia como herramientas de enseñanza educativa enfocado a bachillerato general".

"**Robots mini sumo**" y "**Competencia**": son palabras clave que se refieren específicamente a los robots que se utilizarán como herramientas de enseñanza en el proyecto.

"**Enseñanza educativa**" y "**Bachillerato general**": son palabras clave que se refieren al contexto educativo en el que se implementará el proyecto.

"**Aprendizaje activo**", "**Tecnología educativa**", "**innovación educativa**" y "**Robótica educativa**": son palabras clave que se refieren a los enfoques y metodologías que se utilizarán para implementar el proyecto.

"**Herramientas de enseñanza**", "**desarrollo de habilidades**", "**aprendizaje basado en proyectos**", "**evaluación educativa**", "**creatividad**" y "**resolución de problemas**": son palabras clave que se refieren a los objetivos y resultados que se esperan lograr con el proyecto.

Al utilizar estas palabras clave en la búsqueda bibliográfica, se logró encontrar artículos, investigaciones y publicaciones relacionadas con el tema específico que se está investigando, lo que ayuda a fundamentar y contextualizar la investigación.

#### *3.4.1.3 Búsqueda en las bases de datos bibliográficas.*

Existen varias bases de datos bibliográficas en línea que se pueden utilizar para realizar una búsqueda bibliográfica sobre el tema "Desarrollo de dos robots mini sumo de competencia como herramientas de enseñanza educativa enfocado a bachillerato general". Para este proyecto de investigación, se utilizaron distintas bases de datos y fuentes de información, algunas de las bases de datos más relevantes para el desarrollo de esta investigación son:

- **Scopus:** Es una base de datos multidisciplinaria que incluye artículos de revistas, libros y conferencias. Es una de las bases de datos más grandes y completas, y es especialmente útil para encontrar artículos científicos y técnicos.
- **Scielo:** Es una base de datos multidisciplinaria que incluye artículos de revistas, libros y conferencias. Es una de las bases de datos más antiguas y respetadas, y es especialmente útil para encontrar artículos científicos y técnicos.
- **ERIC:** Es una base de datos especializada en educación que incluye artículos de revistas, libros y tesis. Es una de las bases de datos más completas en el campo de la educación, y es especialmente útil para encontrar artículos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje.
- **IEEE Xplore:** Es una base de datos especializada en ingeniería eléctrica, electrónica y de computación que incluye artículos de revistas, libros y conferencias. Es una de las bases de datos más completas en el campo de la ingeniería, y es especialmente útil para encontrar artículos relacionados con la robótica y la tecnología educativa.
- **ScienceDirect:** Es una base de datos multidisciplinaria que incluye artículos de revistas, libros y conferencias. Es una de las bases de datos más grandes y completas, y es especialmente útil para encontrar artículos científicos y técnicos.

Cada una de estas bases de datos tiene sus propias fortalezas y debilidades, adicional a ello se realizó una búsqueda en repositorios de universidades, trabajos de tesis y tesinas relacionadas con la construcción de robots mini sumo como herramienta de enseñanza, por lo que es recomendable utilizar varias de ellas para realizar una búsqueda bibliográfica completa y exhaustiva. Además, es importante utilizar palabras clave específicas y combinarlas de diferentes maneras para obtener los mejores resultados.

### 3.4.1.4 Búsqueda de las normativas y reglamentos para Robots Mini Sumo

Las normativas para la competición de los robots mini sumo se obtuvieron del documento “V Torneo Internacional De Robótica “Copa Utabot 5.0” Reglamento Robots Sumo” de la UTA (Universidad Técnica de Ambato) realizado por el “Club de Robótica Introb” y de las reglas de competición del “Concurso de Robótica” de la UNACH organizado por la Carrera de Ciencias de la Educación Experimentales: Pedagogía de la Informática. Siendo estos documentos referencia, se estable el reglamento para la competición en cuatro secciones:

#### 1. Generalidades

##### a. Equipos:

No hay límite de inscripción por cada equipo en Robots Sumo, pero se podrá registrar el número máximo de participantes por robot según corresponda a la categoría:

- Seguidor de línea – 6 Participantes.
- Mini Sumo – 6 Participantes.
- Robot Soccer – 6 Participantes.

##### b. Jurado:

El jurado calificador podrá aplicar en cualquier circunstancia el presente reglamento y tendrá las atribuciones necesarias para decidir cualquier aspecto o eventualidad que no esté contemplada en el mismo.

##### c. Participantes

Todos los participantes deberán acogerse a lo estipulado en el Reglamento General en cuanto a inscripciones, participación y penalizaciones generales.

#### 2. Requerimientos Técnicos Del Prototipo.

##### a. Robots minis sumos

El Robot Sumo es un robot construido con materiales resistentes que le permiten soportar las presiones mecánicas de un combate, con el objetivo de expulsar a su oponente de la pista. Todos los robots deberán sujetarse a las especificaciones técnicas detalladas en el presente documento. En el preámbulo de la competencia los robots deberán ser homologados Se proporcionará un lapso de 10 minutos para realizar las debidas correcciones, en caso de requerirlas, si el incumplimiento de las normativas persiste el robot será descalificado La arquitectura física y el funcionamiento del robot deberá cumplir con los siguientes puntos:

*Tabla 1*  
*Medidas reglamentadas*

<b>Mini Sumo</b>	<b>Seguidor de línea</b>	<b>Soccer</b>
------------------	--------------------------	---------------

Ancho: 10cm	Ancho: 7 cm	Ancho: 10cm
Largo: 10cm	Largo: libre	Largo: 10cm
Alto: libre	Alto: libre	Alto: libre
Peso máximo: 500gr.	Peso máximo: 100gr.	Peso máximo: 500gr.

*Fuente: Elaboración propia*

### 3. Criterios De Competencia.

#### a. Duelos

Cada duelo de Robots Sumo consiste en 3 rounds con una duración máxima de 1 minuto cada uno. Se establece un tiempo de descanso máximo de 1 minuto entre cada round, durante este tiempo se podrá realizar mantenimiento menor del robot como limpieza de llantas, ajuste de componentes, etc. Los robots deben esperar 5 segundos antes de arrancar una vez el juez haya iniciado el combate, de acuerdo a las llaves establecidas cada contendiente será llamado al Dohyō para su respectivo enfrentamiento, si transcurridos diez minutos no se presenta el equipo quedará automáticamente eliminado.

#### b. Sistema de calificación

*Tabla 2*  
*Sistema de puntuación*

Detalle- Infracciones	Puntuación asignada
Abandono	2 puntos
Amonestación	1 punto
Descalificación	2 puntos
Cuando el robot quede inmóvil por más de 5 segundos	1 punto
Robot que salga primero del Dohyō	1 punto

*Fuente: Elaboración propia*

El responsable de uno de los equipos implicados en un enfrentamiento puede alegar cualquier motivo de sospecha de incumplimiento de normativa por parte de su contrincante a cualquiera de los jueces. Si se produce una confirmación de dichas sospechas, el juez tendrá la facultad de declarar nula la competencia entre los robots implicados o proclamar vencedor al equipo que haya respetado la normativa, siempre que se haga antes de la terminación del duelo, después de esto no habrá ningún reclamo.

#### c. Características Del Escenario.

Se entiende como Área de Combate al espacio donde los robots desempeñan sus funciones (Dohyō) y un espacio reservado alrededor del Ring. Cualquier espacio fuera del Área de Combate se llamará Área Exterior o Fuera de juego. El Dohyō presentará dos colores característicos, fondo negro y borde blanco con las siguientes especificaciones:

- Diámetro: 77cm
- Altura: 1,5cm
- Ancho de borde: 2,5cm
- Material: Madera MDP con revestimiento

### 3.4.2 Fase 2: Construcción

Para iniciar la segunda fase se realizó una lista de los materiales adquiridos, equipos y software, necesarios para la construcción de estos robots, que están dentro de lo permitido para las competencias de robots mini sumo según la normativa.

Para la construcción de los dos robots mini sumos se utilizó la Metodología Waterfall (Cascada), que originalmente fue diseñada para proyectos de ingeniería de software, pero también se puede aplicar a la construcción de robots. Esta metodología sigue una secuencia lineal de pasos, donde cada etapa debe completarse antes de pasar a la siguiente.

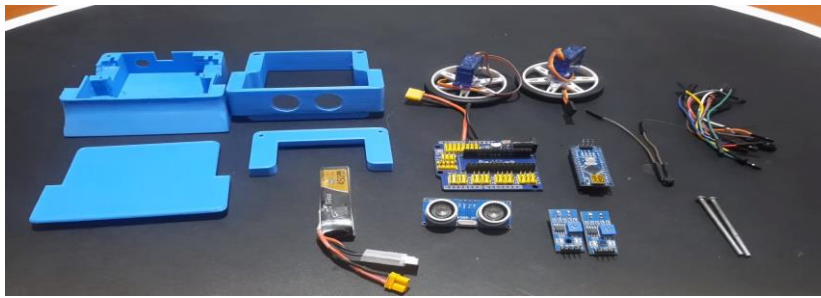
*Figura 6*  
*Construcción del Robot Mini Sumo*



Fuente: Elaboración Propia

Como primer punto se define que el propósito del robot mini sumo, en este caso el robot tendrá como propósito buscar un oponente en un fondo negro, si el oponente es encontrado deberá atacarlo, si el robot detecta una línea blanca debe retroceder, todo esto sin caer del ring. Para el segundo punto se realizó la adquisición de los materiales y componentes necesarios para la construcción de ambos robots mini sumos.

**Figura 7**  
*Materiales para armar un robot mini sumo*



**Nota:** se muestran los materiales para un robot, duplique cada material para dos robots

**Fuente:** Elaboración propia

Para implementar todas las partes electrónicas que conforman a los robots sumos se realizó la impresión en 3D de los modelos seleccionados para este proyecto, para ello se utilizó el software CURA debido a que el instructivo de la impresora Artillery Sidewinder X2 lo recomienda en su proceso de instalación y configuración.

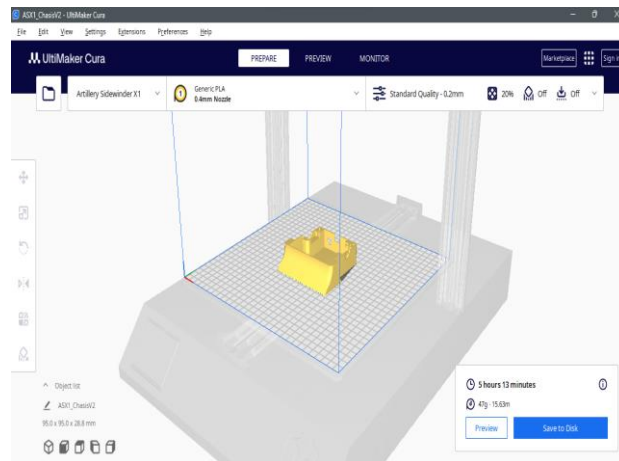
**Figura 8**  
*Impresora Artillery Sidewinder X2*



**Fuente:** Elaboración propia

Tras realizar la calibración de las impresoras se realizó la configuración del archivo con la extensión “.stl” en CURA para convertirlo al formato “.gcode” siendo este el formato aceptado por la impresora.

**Figura 9**  
*Software CURA y chasis del robot mini sumo*



**Nota:** El tiempo de impresión es de 5 horas con 13 minutos

**Fuente:** Elaboración propia

Abierto el programa CURA se puede realizar una visualización del modelo 3D a imprimir, aquí se realizan los ajustes de impresión para optimizar material o generar una mayor rigidez del mismo, la impresión del chasis se realizó con la configuración predeterminada del programa, modificando el único parámetro de Bordes > Falda, para que la impresión tenga una mejor adhesión en la cama de la impresora, evitando de esta manera el levantamiento de los bordes del objeto durante la impresión conocido como warping.

**Figura 10**  
*Impresora Artillery SideWinder X2 y Software CURA*



**Fuente:** Elaboración propia

Una vez generado el archivo .gcode, se transfiere el archivo a una memoria USB, al insertarla en la impresora, se seleccionó la opción “print” y se ubicó al archivo, con el archivo listo para la impresión se presionó clic en imprimir, una vez la pieza impresa, en este caso el chasis que demoró un total de 5 horas con 17 minutos, obteniendo de esta manera la parte principal para colocar la electrónica del robot mini sumo.

**Figura 11**  
*Chasis del robot mini sumo*

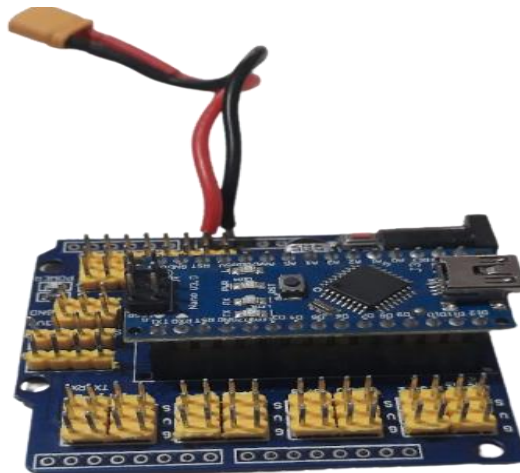


**Nota:** se realizó la impresión de dos chasis, uno transparente y otro azul.

**Fuente:** Elaboración propia

Con el chasis impreso se puede proseguir con la colocación de la electrónica, para iniciar con este proceso, se dispuso de un Arduino nano, el cual se posiciona en la placa de expansión de tal manera que todos sus pines estén introducidos y con la orientación correcta, una vez generado una sola pieza, se introdujo la placa de expansión en el chasis de tal manera que encaje de correctamente como se visualiza en la figura 7 y 8.

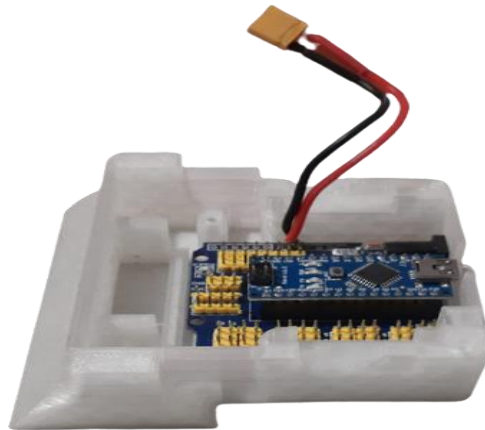
**Figura 12**  
*Placa de expansión con Arduino Nano*



**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 13**  
*Chasis con placa de expansión*



*Fuente* Elaboración propia

Colocado en su lugar la placa de expansión con el Arduino nano, la siguiente conexión realizada en la placa de expansión fueron los sensores de infrarrojos TCRT5000, en dichos sensores se utilizaron tres pines para la correcta conexión y comunicación entre la placa de expansión y los sensores, para ello se colocaron cables hembra-hembra en los pines DO, VCC y GND del sensor infrarrojo, mientras en la placa se deben conectar los pines S, G y V respectivamente, la conexión del sensor izquierdo se realizó el en PIN 1, y el sensor derecho en el PIN 0, de la siguiente manera DO>S, VCC>V y GND>G, se posicionaron los sensores en el lugar destinado y se aseguraron con dos tornillos pequeños.

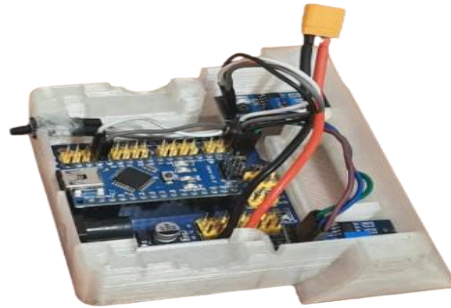
**Figura 14**  
*Colocación de sensores infrarrojos*



*Fuente* Elaboración propia

Al tener realizadas las conexiones de los infrarrojos, se avanzó con el cableado entre la placa de expansión y el botón pulsador, el cual es el encargado de poner en marcha y detener al robot mini sumo, el botón pulsador se coloca en el PIN 12, para ello se utilizaron VCC y S en la placa de expansión.

**Figura 15**  
*Botón pulsador*



**Fuente:** Elaboración propia

Se continuo con la conexión entre el sensor de ultrasonido y la placa de expansión Arduino, para ello ocupamos los pines A2 para ECHO y A3 para TRIGGER, VCC con V para alimentar al sensor y GND con G que es el pin destinado a tierra.

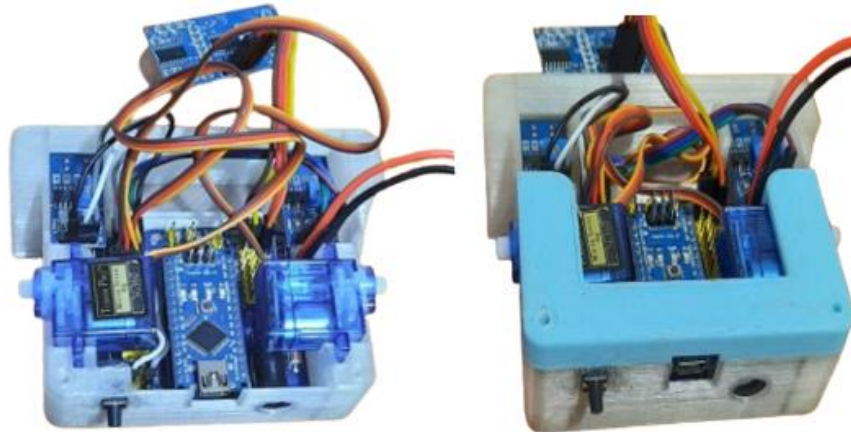
**Figura 16**  
*Colocación Sensor de Ultrasonidos*



**Fuente:** Elaboración propia

Ya colocado el sensor de ultrasonido, se logró posicionar a los servomotores de manera exitosa para ello, se utilizan las ranuras guía donde van los servomotores y se procede a colocar la pieza que va asegurar y unir el cuerpo del robot mini sumo con su parte superior.

**Figura 17**  
*Colocación de servomotores y pieza de agarre*



*Fuente:* Elaboración propia

Para finalizar con el armado y ensamblaje del robot mini sumo se ubicó la parte superior del robot en la cual encaja el sensor de ultrasonidos, y se procedió a insertar el tornillo que sujeta y presiona a las tres piezas que confirman el robot mini sumo, adicional en este último paso de la construcción se colocaron las llantas del robo mini sumo de tal manera que el robot terminado debe verse como la figura 13.

**Figura 18**  
*Robot mini sumo ya ensamblado*



*Fuente:* Elaboración propia

### 3.4.3 Fase 3: Código

La tercera fase comienza partiendo por el desarrollo del código de programación para la placa Arduino Nano en el IDE Arduino, la carga del programa a la placa se realizado a través del cable USB tipo B.

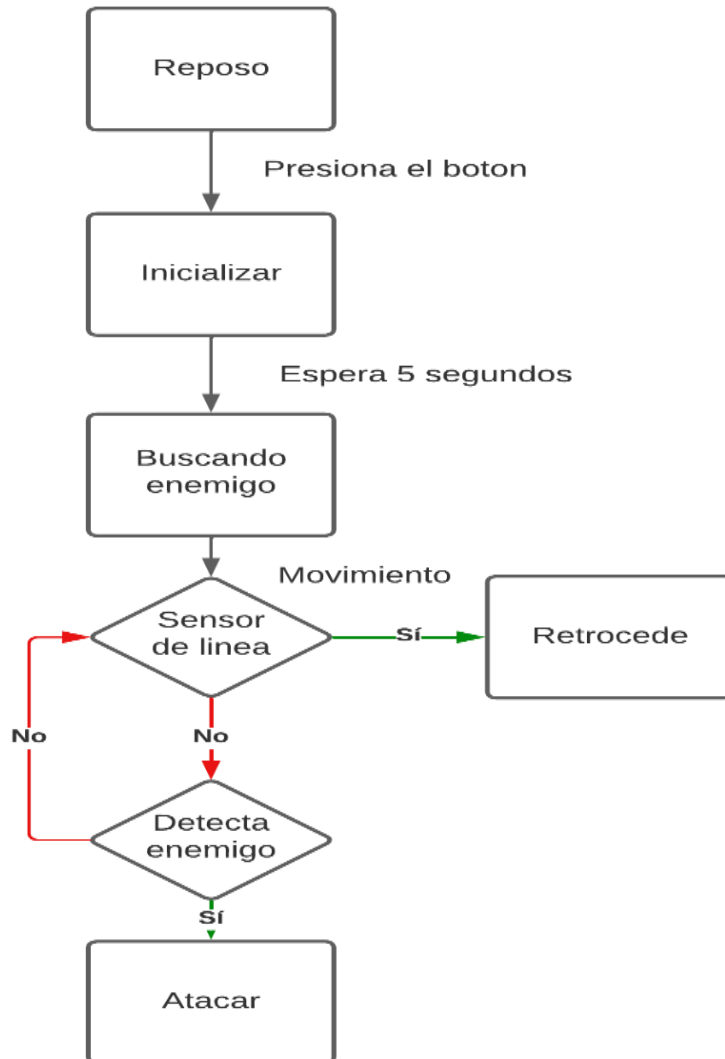
*Figura 19*  
*Arduino Nano*



*Fuente:* Elaboración propia

Se dio inicio al desarrollo del código para robot mini sumo para ello se utilizó como base en el siguiente diagrama de flujo sobre las acciones que va a realizar el robot.

*Figura 20*  
*Diagrama de flujo acciones del robot mini sumo*



*Fuente:* Elaboración propia

Una vez con el diagrama se realizó una codificación más efectiva y clara siendo el siguiente código desarrollado para este proyecto de investigación, como parte de un proceso de programación eficiente se ha comentado todo el código para ayudar a comprender que realiza cada parte del mismo. Se comenzó con el desarrollo de este código declarando las variables globales que se utilizaron para recibir y enviar señales a los sensores y motores del robot mini sumo.

**Figura 21**  
*Código de Arduino: Declaración de variables*

```
1 //Declaramos las variables globales al comienzo del código, pero solo una vez.
2 #define sensorIzquierdo 2 //sensores Infrarrojos
3 #define sensorDerecho 3 //sensores Infrarrojos
4 #define boton 4 //pin 4 y pin negativo
5 #define motorIzquierdo 5
6 #define motorDerecho 6
7 #define echo 16 //Sensor ultrasonidos pin A2
8 #define trigger 17 //Sensor ultrasonidos pin A3
9 #define distanciaMaxima 50 // Esta será la distancia de detección del robot
```

**Fuente:** Elaboración propia

Ya que se trabajó con servomotores y un sensor de transido se ocuparon las siguientes librerías <Servo.h> y <NewPing.h> cada una diseñada para hacer funcionar de manera correcta la comunicación entre la placa, motores y sensores, hecho esto iniciaron las librerías para poder trabajar con ellas.

**Figura 22**  
*Código de Arduino: Librerías y declaración de motores*

```
11 //ANTES DE ARRANCAR EL PROGRAMA, CARGAMOS LAS SIGUIENTES LIBRERIAS PARA FACILITAR LA LABOR
12 #include <Servo.h>
13 #include <NewPing.h>
14
15 //ESTE CODIGO ES PARA INICIALIZAR LAS LIBRERIAS
16 Servo servoDerecho; //Se inicia un servo con el nombre servoDerecho
17 Servo servoIzquierdo; //Se inicia un servo con el nombre servoIzquierdo
18 NewPing sonar(trigger, echo, distanciaMaxima); //Se inicia el sensor de ultrasonidos
```

**Fuente:** Elaboración propia

Se declaró una serie de variables para tener un mejor control sobre el funcionamiento del robot mini sumo, estas miden y almacenan los valores de los sensores infrarrojos, de ultrasonido y de los servos motores.

**Figura 23**  
*Código de Arduino: Declaración de variables para almacenar valores*

```
20 //DECLARAMOS UNA SERIE DE VARIABLES PARA HACER EL PROGRAMA MAS LEGIBLE Y PRÁCTICO
21 boolean modoCombate = false; // Inicializamos la variable para que el robot comience parado
22 boolean modoCombatePrevio = false; // Variable para recordar el estado previo del modo de combate
23 int estadoSensorDerecho; //Variable que almacena el estado del sensor Derecho
24 int estadoSensorIzquierdo; //Variable que almacena el estado del sensor Izquierdo
25 int cm; //Variable para medir la distancia con el sensor de ultrasonidos
26 unsigned int uS; //Variable para medir la distancia con el sensor de ultrasonidos
27
```

*Fuente: Elaboración propia*

Establecidas todas las variables y declaraciones, se procedió a realizar el código para el void setup() en esta configuración se realiza la asignación de cada pin con su sensor o servo motor correspondiente, además se declaran como entradas o salidas según correspondan, de igual manera se colocan los servo motores en 0 grados para lograr una igualdad al momento de iniciar con el movimiento, y colocamos mensajes que se muestren en la salida serial del IDE para verificar que acciones se están ejecutando.

**Figura 24**  
*Código de Arduino: Configuración de sensores y motores*

```
28 //SETUP FUNCIONA UNA SOLA VEZ AL INICIO DEL PROGRAMA
29 //LA USAREMOS PARA CONFIGURAR LA FUNCION DE CADA PIN
30 void setup() {
31   pinMode(boton, INPUT_PULLUP); //El boton sera una entrada
32   pinMode(sensorDerecho, INPUT); //El pin sera una entrada para leer el sensor de linea
33   pinMode(sensorIzquierdo, INPUT); //El pin sera una entrada para leer el sensor de linea
34   pinMode(echo, INPUT); //El pin sera una entrada para leer el sensor de ultrasonidos
35   pinMode(trigger, OUTPUT); //El pin enviara señales ultrasónicas, será una salida.
36
37   servoDerecho.attach(motorDerecho); //El pin va a manejar un servo
38   servoIzquierdo.attach(motorIzquierdo); //El pin va a manejar un servo
39   servoDerecho.write(0); // Ubicar el servo derecho en 0 grados
40   servoIzquierdo.write(0); // Ubicar el servo izquierdo en 0 grados
41   //Al conectar el robot al ordenador por USB recibimos mensajes de diagnóstico
42   Serial.begin(9600);
43   Serial.println("ROBOT PREPARADO..");
44   Serial.println("Presione el boton para comenzar el combate");
45 }
46
```

*Fuente: Elaboración propia*

Al momento de realizar la configuración del void loop() que es la parte del programa que se ejecutara de manera constante, se deben tener en cuenta las siguientes funciones, el robot sumo debe iniciar al presionar el botón y esperara cinco segundos para moverse, una vez en movimiento el robot busca a su oponente, si lo detecta debe avanzar, si el botón se presiona de nuevo el robot se detiene, si detecta una línea blanca el robot retrocede, utilizando esta lógica se desarrolló el siguiente código:

**Figura 25**  
Código de Arduino: Lógica de movimientos y ataque

```
47 //LA FUNCION LOOP SE REPITE CONSTANTEMENTE, ES EL CORAZON DEL PROGRAMA
48 void loop() {
49     delay(50); //Hacemos una pequeña pausa para estabilizar el programa
50     leerBoton(); //Leemos el estado del boton, para arrancar o parar el robot
51     leerSensores(); //Leemos los sensores de ultrasonidos y de linea
52
53     if (modoCombate == false) //EL ROBOT ESTA EN ESPERA
54         Parado();
55     else { //EL ROBOT ESTA EN MODO COMBATE
56         if (modoCombatePrevio == false) {
57             // Si estamos entrando en modo de combate, detener el motor izquierdo.
58
59             modoCombatePrevio = true;
60         }
61
62         if (estadoSensorDerecho == LOW || estadoSensorIzquierdo == LOW) //DETECTA LA LINEA
63             Evasion(); //Esquiva la linea
64         if (cm != 0) //DETECTA UN ENEMIGO
65             Adelante(); //Ataca moviendose hacia delante
66         else
67             GirarDerecha(); //BUSCA AL ENEMIGO
68     }
69 }
70
```

**Fuente:** Elaboración propia

La programación para que el botón conectado en el pin 4 de la placa de expansión de Arduino realice las acciones correspondiente, se realizó el código de tal manera que la lectura, del botón sea precisa, para lograr los 5 segundos de espera se utilizan dos delay uno de 500 para el tiempo de respuesta del botón así nos aseguramos de que no reciba varios pulsos y otro de 4500:

**Figura 26**  
Código de Arduino: Programación de las acciones del Botón

```
71 //ESTA FUNCION LEE EL BOTON DEL ROBOT
72 void leerBoton() {
73     int estadoBoton = digitalRead(boton); //lee el estado del boton
74
75     if (estadoBoton == LOW) {
76         modoCombate = !modoCombate; //CAMBIAMOS EL ESTADO DEL ROBOT AL PULSAR EL BOTON
77         delay(500); //delay antirebote, para que el boton no mande distintas señales
78         if (modoCombate == true) { //ANTES DE ENTRAR EN COMBATE ESPERAMOS 5 SEGUNDOS
79             modoCombatePrevio = false; // Reseteamos el estado previo del modo de combate
80             Serial.println("ENTRANDO EN MODO COMBATE");
81             delay(4500);
82         }
83         if (modoCombate == false) {
84             modoCombatePrevio = false; // Reseteamos el estado previo del modo de combate
85             Serial.println("ENTRANDO EN MODO REPOSO");
86         }
87     }
88 }
```

*Fuente: Elaboración Propia*

Para continuar con el programa se realizó la función void leerSensores(), la cual permite transformar la distancia del sonar en centímetros, además de leer la información entrante de los sensores infrarrojos.

**Figura 27**  
Código de Arduino: lectura de sensores y conversión de distancia

```
89 //ESTA FUNCION LEE LOS SENSORES DEL ROBOT
90 void leerSensores() {
91     estadoSensorDerecho = digitalRead(sensorDerecho); //Lee el sensor de linea derecho
92     estadoSensorIzquierdo = digitalRead(sensorIzquierdo); //Lee el sensor de linea izquierdo
93     //Lee el sensor de ultrasonidos y convierte la informacion a centimetros para poder medir la distancia
94     uS = sonar.ping();
95     cm = sonar.convert_cm(uS);
96 }
```

*Fuente: Elaboración propia*

En esta sección se programaron los movimientos y maniobras a ejecutar por parte del robot mini sumo, adicional se colocaron mensajes para comprobar cada uno de los movimientos



en el Serial Monitor de Arduino IDE, estos mensajes ayudan a verificar el correcto funcionamiento del programa al igual que los sensores de infrarrojo y ultrasonido, para ejecutar los movimientos establecemos el valor en grados del servomotor con la sentencia "Servo.write()", para cada una de estas maniobras se creó un función y se procedió a llamar a cada de ellas dependiendo del estado en que el robot se encuentre, ya sea buscando enemigo, atacando o evadiendo.

*Figura 28*  
Código de Arduino: movimientos y maniobras

```
89 //A PARTIR DE AQUI TODO SON MANIOBRAS DE MOVIMIENTO
90
91 void GirarDerecha() {
92     Serial.println("Buscando Enemigo...");
93     servoDerecho.write(120);
94     servoIzquierdo.write(120);
95     //delay(50);
96 }
97 void GirarIzquierda() {
98     servoDerecho.write(0);
99     servoIzquierdo.write(0);
100    //delay(50);
101 }
102 void Adelante() {
103     Serial.println("ATACANDO");
104     servoDerecho.write(40); // Ángulo ajustado para corregir desviación
105     servoIzquierdo.write(140); // Ángulo ajustado para corregir desviación
106 }
107
108 void Atras() {
109     servoDerecho.write(180);
110     servoIzquierdo.write(0);
111     delay(1000);
112 }
113 void Parado() {
114     servoDerecho.write(95); // se coloca 95 para corregir a un giro
115     servoIzquierdo.write(90); // inesperado del servomotor cuando se coloca en 90 grados
116 }
117
118
119
120 void Evasion() {
121     Parado();
122     Serial.println("Evasion");
123     Atras();
124 }
```

**Fuente:** Elaboración propia

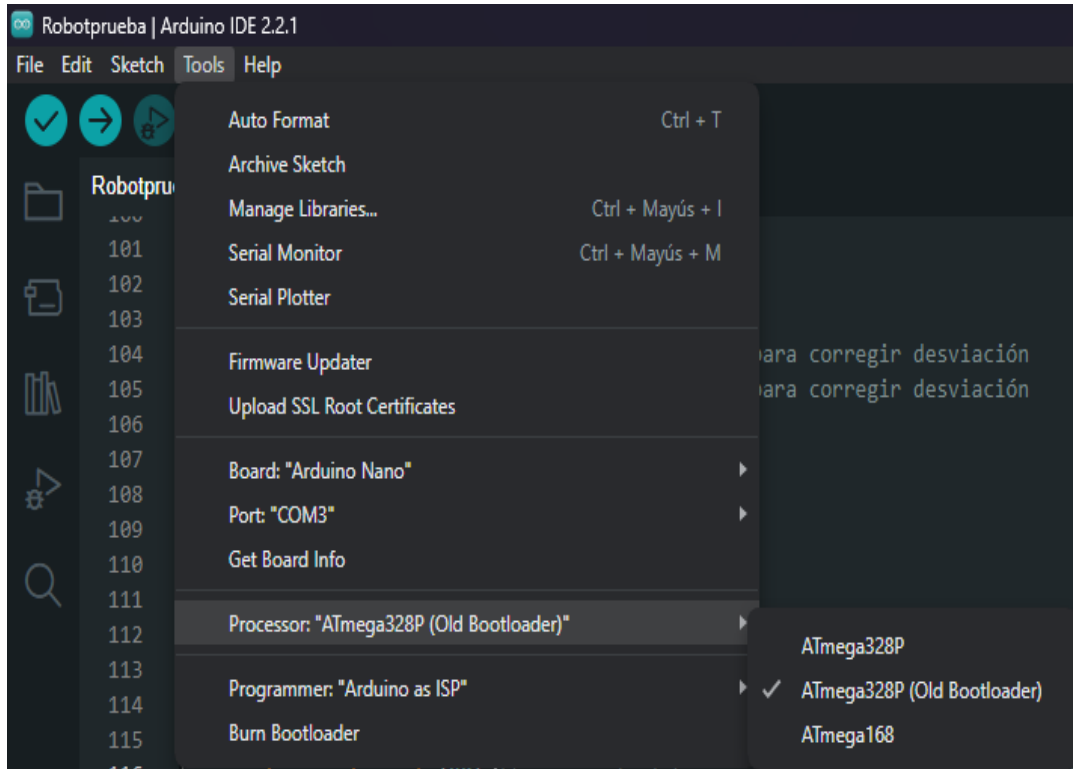
Al término de la función evasión, es donde se finalizó con el desarrollo del código para el robot mini sumo, siendo el paso final para concluir con la fase de programación se realizó la

carga del programa hacia el Arduino nano, Para lograr una correcta subida del programa al Arduino nano se debe realizar la siguiente configuración en el IDE de Arduino:

Herramientas>Procesador>ATmega328P(Oldbootloader)

*Figura 29*

*Configuración Arduino IDE*



**Fuente:** Elaboración propia

Una vez configurado el IDE, se realizó la carga del programa al Arduino nano, para ello se utilizó la función Upload, lo cual genera una revisión del código, una vez el ide haya confirmado que no existen errores en el código, procederá a enviar el programa a la memoria interna del Arduino nano si todo se realizó de la manera indicada, se visualizará el mensaje Done uploading.

*Figura 30*

*Mensaje de carga correcta*



**Fuente:** Elaboración propia

#### 3.4.4 Fase 4: Funcionamiento

En esta fase, se procedió a la implementación del código en los robots mini sumo y a la validación del correcto funcionamiento de los componentes electrónicos, para ello se realizaron los siguientes pasos:

- **Carga del Código:** Se transfirió el código desarrollado en la fase 3 al Arduino Nano. Se configuró el IDE de Arduino para el ATmega328P (Old bootloader) antes de realizar la carga.
- **Calibración de Sensores Infrarrojos:** Se ajustaron los umbrales de detección de los sensores infrarrojos para garantizar respuestas precisas. Se utilizaron los potenciómetros para establecer la cantidad de luz que rebota del suelo.
- **Verificación del Sensor de Ultrasonidos:** Se realizaron pruebas para asegurarse de que el sensor de ultrasonidos midiera distancias de manera precisa. Se ajustó la posición y el ángulo del sensor según lo necesario.
- **Calibración de Servomotores:** Se verificó que los servomotores respondieran correctamente a las señales del código. Se comprobó que los movimientos fueran suaves y precisos, realizando ajustes en los valores de los grados si era necesario.

Se utilizó el Serial Monitor del IDE Arduino para verificar que los robots respondieran adecuadamente a las lecturas de sensores y ejecutaran las acciones esperadas según las instrucciones del código.

Se realizaron pruebas de movimiento en un área controlada. Se verificó la capacidad de los robots para avanzar, retroceder y girar según las condiciones del código y el área establecida.

- **Detección y Ataque:** Se verificó la capacidad de los robots para detectar a un oponente (u obstáculo) y ejecutar acciones de ataque según lo programado.
- **Detección y Evasión:** Se confirmó la capacidad del robot mini sumo para detectar la línea color blanco y realizar las acciones establecidas en el código.

### 3.4.5 Fase 5: Evaluación

Para esta fase se realizó una rúbrica de evaluación en la cual se establecieron los parámetros más importantes del robot mini sumo, logrando obtener de esta manera un robot reglamentado y funcional para una competencia.

#### Rúbrica de evaluación Robot Mini Sumo

*Tabla 3*  
Rúbrica de evaluación para la elaboración de robots mini sumo

Indicadores	Excelente (2.5)	Sobresaliente (2)	Bueno (1.5)	Aceptable (1)	Bajo (0.5)	Observaciones
<b>Diseño y construcción</b>	El robot es creativo, original y está bien construido.	El robot es original y está bien construido.	El robot está bien construido.	El robot tiene algunos problemas de construcción.	El robot no está bien construido.	

<b>Funcionamiento</b>	El robot es capaz de realizar todas las tareas requeridas de manera eficiente y efectiva.	El robot es capaz de realizar todas las tareas requeridas de manera efectiva.	El robot es capaz de realizar la mayoría de las tareas requeridas de manera efectiva.	El robot es capaz de realizar algunas tareas requeridas de manera efectiva.	El robot no es capaz de realizar las tareas requeridas de manera efectiva.	
<b>Programación</b>	El código es limpio, legible y fácil de entender.	El código es legible y fácil de entender.	El código es legible.	El código es difícil de leer.	El código es confuso y difícil de entender.	
<b>Colaboración</b>	El estudiante trabaja bien en equipo y contribuye significativamente al éxito del equipo.	El estudiante trabaja bien en equipo y contribuye al éxito del equipo.	El estudiante trabaja bien en equipo.	El estudiante tiene algunas dificultades para trabajar en equipo.	El estudiante no trabaja bien en equipo.	
<b>Calificación</b>						
<b>Nota</b>						

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

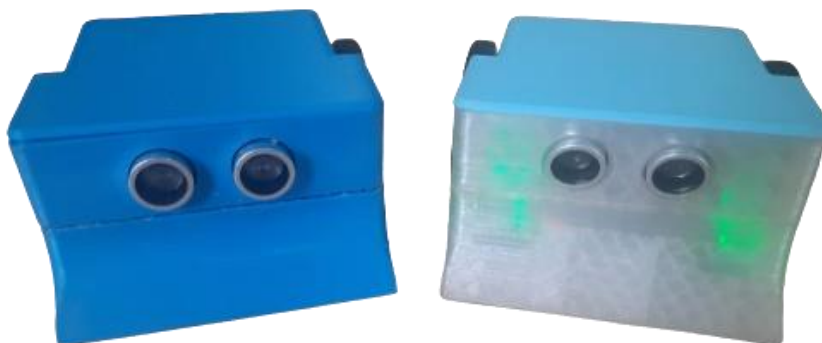
### 4.1 Resultados

Al término del proyecto de investigación se obtuvieron dos resultados, que fueron alcanzados a través del desarrollo pleno de cada fase descrita en la metodología estos resultados presentan de manera clara y concisa la construcción de dos robots mini sumo de competencia como herramienta de aprendizaje enfocado a bachillerato general, el primer resultado se presenta a los dos robots mini sumos reglamentados para competencias capaces de realizar las acciones correspondientes tales como:

- **Atacar.** - Detecta al enemigo y avanza.
- **Evadir.** – Detecta la línea blanca y retrocede.
- **Buscar Oponente.** – Gira hacia la derecha para detectar al enemigo.

*Figura 31*

*Robots mini sumo funcionales y operativos*



*Fuente:* Elaboración propia

Los mismos que sirven como herramientas de aprendizaje para que desarrollo de habilidades en programación, diseño, construcción y resolución de problemas.

El segundo resultado de esta investigación se presenta de manera audio visual siendo así una serie de videos tutoriales cortos en los cuales se podrá evidenciar el proceso de construcción y programación del robot mini sumo, cinco son los videos de corta duración que conforman esta serie, para el acceso a cada video se crearon los códigos QR observables en el apartado Anexos – Anexo 1, proporcionando de esta manera videos tutoriales como recursos de apoyo para los estudiantes. Estos videos guían paso a paso en la construcción y programación de los robots mini sumo, facilitando el proceso de aprendizaje y asegurando que los estudiantes puedan aprovechar al máximo estas herramientas educativas.

Se utilizó la rúbrica de evaluación propuesta para calificar los dos robots mini sumo terminados.

**Tabla 4**  
*Rúbrica de evaluación realizada*

Indicadores	Excelente (2.5)	Sobresaliente (2)	Bueno (1.5)	Aceptable (1)	Bajo (0.5)	Observaciones
<b>Diseño y construcción</b>			1.5			El diseño no es original  El proceso de construcción presenta problemas que pudieron ser omitidos al tener un mejor manejo de los equipos electrónicos
<b>Funcionamiento</b>	2.5					El robot funciona de manera correcta
<b>Programación</b>		2				El programa no es fácil de leer  Tiene variables que no se están utilizando
<b>Colaboración</b>	2.5					El estudiante trabaja bien en equipo y contribuye significativamente al éxito del equipo
<b>Calificación</b>	8.5					
<b>Nota:</b> Esta rúbrica se evaluó bajo la supervisión del docente tutor del proyecto de investigación						

## 4.2 Discusión

El presente trabajo de investigación se distingue de otros similares en su categoría, debido a la incorporación de utilizar estos robots mini sumo como una herramienta de aprendizaje siendo capaz de competir en eventos que manejen esta categoría de robots como son los mini sumo. Realizando un visado al trabajo realizado por Moran-Borbor (2021), quien realizó el desarrollo de un robot sumo como material educativo orientado a la enseñanza de programación en Arduino, la investigación realizada aporta un adicional como lo es la construcción reglamentada para colocar a los robots en competencias.

La parte educativa es medular en esta investigación es por ello que al contrastarlo con el trabajo realizado por Rivadeneira (2022) quien realizó en el “Diseño e implementación de robots de competencia: diseño e implementación del robot de competencia categoría mini sumo”, esta investigación se diferencia y agrega en ella la parte educativa, centrada en mejorar y facilitar el desarrollo pleno de las fases establecidas.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

La investigación realizada concluye evidenciando la importancia de considerar cuidadosamente todos los aspectos pedagógicos y técnicos en el diseño y la implementación de robots mini sumo como herramientas educativas, con el fin de garantizar su eficacia y utilidad en el contexto educativo de bachillerato.

- Durante la investigación del estado del arte de la robótica educativa y las normativas de competencias educativas de los robots mini sumo, se recopiló información valiosa que fue fundamental para el diseño y la construcción de los robots. Esta información proporcionó una base sólida para asegurar que los robots cumplieran con los estándares educativos y tecnológicos adecuados.
- La construcción de los dos robots mini sumo utilizando elementos electrónicos y piezas de impresión 3D demostró de manera práctica y tangible la efectividad de la tecnología en la creación de herramientas educativas interactivas. Este proceso permitió no solo aprender sobre la tecnología en sí, sino también sobre el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la creatividad en la construcción de robots.
- La elaboración de videos clips explicativos sobre los pasos de construcción y el funcionamiento de los robots mini sumo son de gran beneficio para los alumnos, ya que les otorga el control sobre su ritmo de aprendizaje. Estos videos permiten a los estudiantes visualizar de manera clara y detallada cada paso del proceso, lo que les ayuda a comprender mejor los conceptos y a desarrollar habilidades prácticas a través de actividades educativas interactivas.

Por último, la evaluación del funcionamiento de los robots mini sumo ha revelado importantes dificultades a superar en el proceso de desarrollo del proyecto, como la verificación de la calidad de los componentes, especialmente en lo que respecta a los Arduino de mala calidad que pueden ser inútiles al trabajar con servomotores debido al ruido magnético que generan.



## 5.2 Recomendaciones

Después de concluir con este proyecto de investigación se pueden generar las siguientes recomendaciones para futuros trabajos relacionados a la construcción robots mini sumo como herramienta de enseñanza, siendo estas las más relevantes durante el transcurso del proyecto:

- Se sugiere seguir investigando y actualizando el estado del arte de la robótica educativa y las normativas de competencias educativas de los robots mini sumo para estar al tanto de las últimas tendencias y avances en el campo, lo que permitirá diseñar robots educativos que cumplan con los estándares más actuales.
- Se recomienda seguir fomentando la construcción de robots utilizando tecnología y herramientas como la impresión 3D, ya que esto promueve el aprendizaje práctico y el desarrollo de habilidades clave como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la creatividad, aspectos fundamentales en la formación de los estudiantes.
- Es recomendable continuar elaborando videos clips explicativos detallados para guiar a los estudiantes en la construcción y el funcionamiento de los robots mini sumo, ya que esta herramienta audiovisual facilita la comprensión de los conceptos y ayuda a los alumnos a adquirir habilidades prácticas de manera más efectiva a través de actividades interactivas.
- Se notó que los potenciómetros del infrarrojo son sensibles y pueden dañarse fácilmente con movimientos bruscos. Se aconseja manipularlos con cuidado para mantener su precisión y prolongar su vida útil.
- Se recomienda revisar regularmente los cables de carga y descarga para asegurarse de que estén en buen estado, evitando así posibles problemas de alimentación.
- Se identificó que la parte vacía debajo del sensor de ultrasonido puede ser utilizada para colocar más peso según sea necesario. Se sugiere experimentar con la distribución de peso en esta área para optimizar el rendimiento del robot en diversas situaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. IEEE Access, 8, 75264-75278. doi:10.1109/ACCESS.2020.2988510
- Magadán-Díaz, M., & Rivas-García, J. (2022). gamificación del aula en la enseñanza. Campus Virtuales, 11(1), 137-152. <https://doi.org/10.54988/cv.2022.1.978>
- Crespo, J. (2017). mBlock – Aprendiendo Arduino. Aprendiendo Arduino. <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/category/mblock/>
- UNESCO. (2021). La Inteligencia Artificial en la Educación. UNESCO. <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/inteligencia-artificial>
- Vives, J. (2022). La robótica como herramienta educativa. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20210623/7551118/robotica-herramienta-educativa.html>
- Fernández López, E. (2020). Construcción de un mini-robot para la competición de minisumo. UCrea. Repositorio Abierto de la Universidad de Cantabria. <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/20989>
- Bers, M. U. (2018). Coding as a Playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom. Routledge. DOI: 10.4324/9781315398945
- Jung, S. E., & Won, E. S. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. Sustainability, 10(4), 905. DOI: 10.3390/su10040905
- Area, M., & Adell, J. (2021). Tecnologías Digitales y Cambio Educativo. Una Aproximación Crítica. REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia Y Cambio En Educación, 19(4). <https://doi.org/10.15366/reice2021.19.4.005>
- Nieto, E. (2018). Tipos de investigación, Universidad Santo Domingo de Guzmán.
- Márquez, J.E.D., Ruíz, J.H.F. (2014) Robótica educativa aplicada a la enseñanza básica secundaria. Revista científica de opinión y divulgación DIM (10) 30, 1-11.

- Barrera, N. (2015). Uso De La Robótica Educativa Como Estrategia Didáctica En El Aula. *Praxis & Saber*, 6(11), 215-234. Retrieved July 03, 2023, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2216-01592015000100010&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2216-01592015000100010&lng=en&tlng=es).
- Jimenez, J., Ovalle, D., & Ramirez, J. (2009). *Robótica Educativa. Estrategias Activas de Ingeniería*. Medellín: Universidad Nacional
- Cobo, G. y Valdivia, S. M. (2017). *Aprendizaje basado en proyectos*. Lima Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Apple (2011). *Challenge-based learning: A classroom guide*. Recuperado de: [http://www.apple.com/br/education/docs/CBL\\_Classroom\\_Guide\\_Jan\\_2011.pdf](http://www.apple.com/br/education/docs/CBL_Classroom_Guide_Jan_2011.pdf)
- Odorico, A. (2004). Marco teórico para una robótica pedagógica. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, Vol. 1(3), págs. 34-46
- Piaget, J. (1977). *The development of thought: Equilibration of cognitive structures*. (Trans A. Rosin). Viking.
- Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica. Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*, Madrid, España: IISUE / Díaz de Santos.
- Cantor Isaza, J. F., & Altavaz Ávila, A. C. (2019). Los modelos pedagógicos contemporáneos y su influencia en el modo de actuación profesional pedagógico. *Varona. Revista Científico Metodológica*, (68)
- Posner, G. (1998). *Análisis de currículo (2da ed.)*. Colombia: Editorial McGraw-Hill.
- Quiroga, L. (2018) *La Robótica: Otra forma de aprender*. Colegio Hispanoamericano
- Bruner J. (1988). *Desarrollo cognitivo y educación*. Morata. Madrid.
- García, J. (2018). Herramientas de enseñanza educativa tecnológicas. *Revista de Investigación Académica*, 10, 45-56.

- López, R. (2019). Herramientas de enseñanza pedagógica actuales. *Revista de Innovación Educativa*, 15(2), 89-104.
- González, L. (2019). La competencia robótica como medio para fomentar el trabajo en equipo y la colaboración. *Revista de Investigación en Educación*, 20(1), 45-60.
- Smith, J. (2020). Robotics Competitions: Fostering Teamwork and Collaboration. *Journal of STEM Education*, 8(2), 78-92.
- Rodríguez, E. (2018). Promoting Collaboration in Robotics Competitions. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(3), 345-362.
- Pérez, A. (2021). Socioemotional Skills Development in Robotics Competitions. *Journal of Educational Technology*, 15(4), 234-249.
- Bell, S., Maeng, J. L., & Binns, I. C. (2019). Robotics in K-12 education: A review of research topics and methodologies. *Review of Educational Research*, 89(5), 785-824. <https://doi.org/10.3102/0034654319856249>
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2017). *Connected gaming: What making video games can teach us about learning and literacy*. MIT Press.
- Martin, L. M. W., & Martin, E. W. (2018). Robotics competitions as a tool for engaging underrepresented youth in STEM. *Journal of Research on Technology in Education*, 50(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/15391523.2017.1391942>
- Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K., & Silverman, B. (2016). Digital manipulatives: New toys to think with. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2813-2824. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858236>
- Li, Y., Liu, Y., & Zhang, Y. (2018). The effect of robotics education on students' learning achievements in STEM education: A meta-analysis. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 18(6), 2115-2135.

- Wang, Y., Li, Y., & Zhang, Y. (2019). The effect of robotics competitions on students' teamwork and collaboration skills: A systematic review. *Educational Research Review, 27*, 244-255.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X1930065X?via%3Dihub>
- Sánchez, J. A., García, J., & García, J. (2021). Robotics and inclusion: A systematic review of the literature. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 18*(1), 1-16.
- Zhang, Y., Li, Y., & Liu, Y. (2020). The effect of robotics education on students' learning achievements in STEM education: A meta-analysis. *Educational Sciences: Theory and Practice, 20*(1), 1-20.
- Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., Grimley, M., & Webster, G. (2020). Robotics in education: A review of the literature. *Journal of Science Education and Technology, 29*(5), 573-586
- Korkmaz, Ö., Çakiroğlu, Ü., & Özgen, K. (2017). Robotics, coding, and play: A systematic review of recent research. *Computers & Education, 102*, 202-219.
- Lapan, R. T., Garton, E. M., & Boggs, G. R. (2018). The impact of robotics projects on STEM learning experiences and attitudes of urban, high school students. *Journal of Research in STEM Education, 4*(1), 1-16
- Akcaoglu, M., & Koehler, M. J. (2014). Cognitive outcomes of problem-based learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research, 51*(4), 1-28.
- Wang, Y., Li, Y., & Zhang, Y. (2021). The effects of robotics education on students' critical thinking and problem-solving skills: A meta-analysis. *Educational Sciences: Theory and Practice, 21*(3), 1-23.
- Eisner, E. W. (2002). *The Arts and the Creation of Mind*. Yale University Press.

- García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., Grande-de-Prado, M., & Rodríguez-Conde, M. J. (2020). A systematic review of robotics in education: focus on educational effectiveness. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(1), 1-14.
- Gómez, D. M., Gómez, L. M., & Gómez, J. M. (2021). The use of educational robotics to improve reading and writing skills in primary education. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(1), 1-13.
- Morán, R. (2022). *Desarrollo de un robot sumo como material educativo orientado a la enseñanza de programación en Arduino*. [www.academia.edu](http://www.academia.edu).  
[https://www.academia.edu/50959962/Desarrollo\\_de\\_un\\_robot\\_sumo\\_como\\_material\\_educativo\\_orientado\\_a\\_la\\_ense%C3%B1anza\\_de\\_programaci%C3%B3n\\_en\\_Arduino](https://www.academia.edu/50959962/Desarrollo_de_un_robot_sumo_como_material_educativo_orientado_a_la_ense%C3%B1anza_de_programaci%C3%B3n_en_Arduino)
- Rivadeneira, J (2022). *Diseño e implementación de robots de competencia: diseño e implementación del robot de competencia categoría mini sumo*.  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23273>
- Barker, B.S., & Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(3), 229-243.
- Karim, M. E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015). A review: Can robots reshape K-12 STEM education? *2015 Ieee International Workshop On Advanced Robotics And Its Social Impacts (Arso)*. Lyon (Francia).
- Caicedo Benavides, J. L. (2020). Sistema Embebido Robot Minisumo Sit-Uv: Una Herramienta De Educación. *ResearchGate*, 9. <https://doi.org/10.26507/ponencia.8>
- González-Fernández, M. O., González-Flores, Y. A., & Muñoz-López, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka*

Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 18(2), 1-

19. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i2.2301](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301)

Castillo, L. (07 de julio de 2022). Los estudiantes ecuatorianos reclaman atención a todos los problemas que tienen. EL COMERCIO / Actualidad.

<https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/estudiantes-ecuatorianosatencion-problemas-educacion.html>

Almeida, P. M. (2021). Uso de la robótica educativa como medio para favorecer la creatividad en la educación no formal. *Revista Interuniversitaria De Investigación En Tecnología Educativa*, 85–97. <https://doi.org/10.6018/riite.463631>

Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, J., Díaz–Levicoy, D., & Silva-Díaz, F. (2020). La robótica desde las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática. *Education in the Knowledge Society*, 21, 18. <https://doi.org/10.14201/eks.22036>

Ruíz, F.V. (2017) Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas. Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa, Valencia: Universidad CEU Cardenal Herrera.

Sánchez, E.L. (2019) La educación STEAM y la cultura «maker». *Journal of Parents and Teachers* (379), 45-51.

Ruiz Velasco, E. (2010). *Robótica Pedagógica Virtual para la Inteligencia Colectiva*. <https://repositorial.cuaieed.unam.mx:8443/xmlui/handle/20.500.12579/1351?show=full>

Educativa, D. d. (2011). Guía Didáctica para el responsable del Programa de Robótica Educativa. Sinaloa.

- Bravo Sánchez, F. Ángela, & Forero Guzmán, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 13(2), 120–136. <https://doi.org/10.14201/eks.9002>
- Márquez, J.E.D., Ruíz, J.H.F. (2014) Robótica educativa aplicada a la enseñanza básica secundaria. *Revista científica de opinión y divulgación DIM* (10) 30, 1-11.
- González-Fernández, M. O. (2021). *Robótica Educativa. Una perspectiva didáctica en el aula*. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/7752639>
- González-Fernández, M. O., & Vázquez, L. B. (2021). Estudio de caso del aprendizaje basado en proyectos desde los actores de nivel primaria. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 11(22). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.859>
- Papastergiou, M. (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.004>
- Moran-Borbor, R., Galvis-Roballo, V., Niño-Vega, J., & Fernández-Morales, F. (2021). Desarrollo de un robot sumo como material educativo orientado a la enseñanza de programación en Arduino. *Revista Habitus: Semilleros De investigación*, 1(2), e12178. <https://doi.org/10.19053/22158391.12178>
- González-Fernández, M. O., González-Flores, Y. A., & Muñoz-López, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 1-19. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i2.2301](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301)



## ANEXOS

### Anexo 1

Para acceder a los videos tutoriales que se generaron como resultados del trabajo de investigación debe escanear los siguientes códigos QR:

#### *Material Program and Archives for printing*



*Fuente: Elaboración propia*  
*URL: <https://acortar.link/oOTy6j>*

#### *Playlist Builds your own mini sumo robot*



*Fuente: Elaboración propia*  
*URL: <https://acortar.link/UOXoYJ>*

*Video - Presentación*



*Fuente: Elaboración propia*  
*URL: <https://acortar.link/CMaele>*

*Video - Construcción*



*Fuente: Elaboración propia*  
*URL: <https://acortar.link/WFweJD>*

*Video - Programación*



*Fuente: Elaboración propia*  
*URL: <https://acortar.link/2Fs4Jm>*

*Video – Pruebas de funcionamiento*



*Fuente: Elaboración propia*  
*URL: <https://acortar.link/HcdLL6>*

*Video - Combate Robots*



*Fuente: Elaboración propia*  
URL: <https://acortar.link/huw0ls>

Para la creación de estos códigos QR se utilizó la ampliación QR MONKEY  
URL de acceso <https://acortar.link/QaqhCY>

## Anexo 2

En este anexo se observa el proceso de pintura para la creación del Dohyō para los dos robots mini sumo.

### *Elaboración del Dohyō*



*Fuente: Elaboración propia*

### *Elaboración del Dohyō*



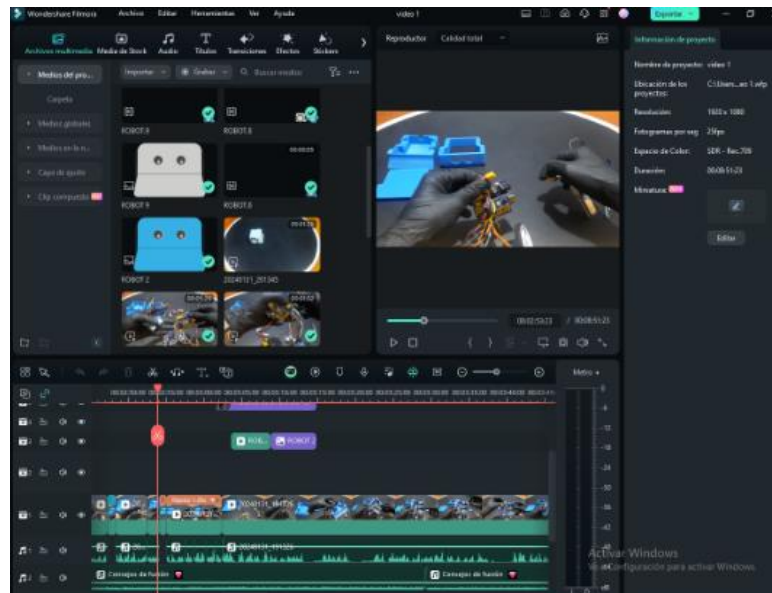
*Fuente: Elaboración propia*

Para este Dohyō se utilizó un fondo plomo y pintura color negro mate, al igual que una capa de blanco de 2 cm de ancho de color blanco brillante.

### Anexo 3

En este anexo se observa el proceso de edición de los videos tutoriales al igual que la incorporación de audios.

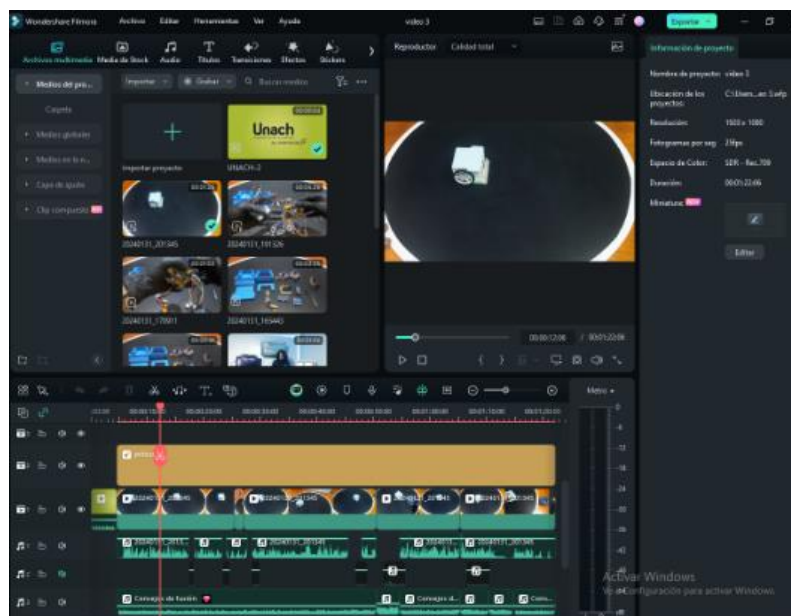
*Edición de videos tutoriales*



*Nota: Se utilizó el software filmora para la edición de los videos tutoriales.*

*Fuente: Elaboración propia*

*Edición de videos tutoriales*



*Nota: Se utilizó el software filmora para la edición de los videos tutoriales.*

*Fuente: Elaboración propia*