# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

Diseño de un robot recolector y clasificador de desechos basado en herramientas Lego Mindstorm para instituciones educativas públicas.

## PROYECTO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

## INGENIERO EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

**AUTOR:**

XAVIER ALEXANDER NIVECELA PAREDES

**TUTOR:** ING. JACOBO RAMIREZ URBINA

GUAYAQUIL – ECUADOR

2018

Presidencia de la República del Ecuador

Plan Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes

SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación

# REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

## FICHA DE REGISTRO DE TESÍS*

| | |
|---|---|
| **TÍTULO: "**Diseño de un robot recolector y clasificador de desechos basado en herramientas Lego Mindstorm para instituciones educativas públicas." | |
| | **REVISORES:** |
| **INSTITUCIÓN:** Universidad de Guayaquil | **FACULTAD:** Ciencias Matemáticas y Físicas |
| **CARRERA: Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones** | |
| **FECHA DE PUBLICACIÓN:** | **Nº DE PAGS:** |
| **ÁREA TEMÁTICAS:** Robótica | |
| **PALABRAS CLAVES:** | |

El presente proyecto de titulación propone una solución para las instituciones educativas que no posean personal de limpieza para realizar el aseo diario de los patios, donde se puede incorporar un robot que sea capaz de recolectar y clasificar los desechos.
El prototipo es capaz de realizar su recorrido sin necesidad de intervención humana, durante su recorrido recogerá los objetos mediante el uso de un brazo robótico, los desechos serán detectados mediante el uso de una luz infrarroja emitida por el sensor IR 45509, para su clasificación utilizará el sensor de color 45506 encargado de medir la cantidad de luz reflejada por los desechos para determinar su material de elaboración.
Con este proyecto se pretende incentivar la implementación de proyectos tecnológicos en edificios públicos que pueden facilitar las tareas repetitivas que beneficien a la comunidad educativa.

| | | |
|---|---|---|
| **Nº DE REGISTRO:** | **Nº DE CLASIFICACIÓN:** | |
| **DIRECCIÓN URL:** | | |
| **ADJUNTO PDF:** | ☐ SÍ | ☐ NO |
| **CONTACTO CON AUTOR:** | Teléfono: 0969263362 | E-mail: xavier.nivecelap @ug.edu.ec |
| **CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:** | Nombre: | |
| | Teléfono: | |

# CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación, “Diseño de un robot recolector y clasificador de desechos basado en herramientas Lego Mindstorm para instituciones educativas públicas” elaborado por el Sr. Xavier Alexander Nivecela Paredes, **Alumno no titulado** de la Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la Apruebo en todas sus partes.

**Atentamente**

**Ing. Jacobo Ramírez Urbina**

**TUTOR**

# DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de titulación a mis padres, por ser el pilar fundamental de mi vida y por apoyarme incondicionalmente en cada proyecto.

Xavier Nivecela Paredes

# AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme salud para completar una etapa más de mi vida, a mis padres, a mi novia, amigos y docentes quienes me han brindado sus mejores consejos durante el desarrollo de mi carrera.

Xavier Nivecela Paredes

## TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN

Ing. Eduardo Santos Baquerizo, M.Sc.

DECANO DE LA FACULTAD CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Ing. Harry Luna Aveiga, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

Ing. María José Argüello V, M.Sc.

DOCENTE REVISOR DEL ÁREA DEL TRIBUNAL

Ing. María Fernanda Molina, M.Sc.

DOCENTE REVISOR DEL ÁREA DEL TRIBUNAL

Ing. Jacobo Ramírez Urbina, M.Sc.

PROFESOR TUTOR DEL

PROYECTO DE TITULACIÓN

Abg. Juan Chávez A.

SECRETARIO TITULAR

# DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

Xavier Alexander Nivecela Paredes

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES**

# DISEÑO DE UN ROBOT RECOLECTOR Y CLASIFICADOR DE DESECHOS BASADO EN HERRAMIENTAS LEGO MINDSTORM PARA INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS.

**Proyecto de Titulación que se presenta como requisito para optar por el título de INGENIERO en NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES**

Autor: Xavier Alexander Nivecela Paredes

C.I.0201960093

**Tutor**: Ing. Jacobo Ramírez Urbina

Guayaquil, septiembre de 2018

# CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del proyecto de titulación, nombrado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

**CERTIFICO:**

Que he analizado el Proyecto de Titulación presentado por el estudiante Xavier Alexander Nivecela Paredes, como requisito previo para optar por el título de Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones cuyo tema es:

Diseño de un robot recolector y clasificador de desechos basado en herramientas Lego Mindstorm para instituciones educativas públicas.

Considero aprobado el trabajo en su totalidad.

Presentado por:

Nivecela Paredes Xavier Alexander Cédula de ciudadanía N° 0201960093

Tutor: Ing. Jacobo Ramírez Urbina

Guayaquil, septiembre de 2018

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**
**CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES**

## Autorización para Publicación de Proyecto de Titulación en Formato Digital

## 1. Identificación del Proyecto de Titulación

| | |
|---|---|
| **Nombre Alumno:** Xavier Alexander Nivecela Paredes | |
| **Dirección:** Cdla. Paraíso del Río I Mz 2748 v9 | |
| **Teléfono:** 969263362 | **E-mail:** xavier.nivecelap@ug.edu.ec |

| |
|---|
| **Facultad:** CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICA |
| **Carrera:** INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES |
| **Proyecto de titulación al que opta:** Ingeniero en Networking Y Telecomunicaciones |
| **Profesor tutor:** Ing. Jacobo Ramírez Urbina |

| |
|---|
| **Título del Proyecto de Titulación:** Diseño de un robot recolector y clasificador de desechos basado en herramientas Lego Mindstorm para instituciones educativas públicas. |

| |
|---|
| **Tema del Proyecto de Titulación:** Tecnología, Robótica, Lego Education, Limpieza, Robot Autónomo. |

## 2. Autorización de Publicación de Versión Electrónica del Proyecto de Titulación

A través de este medio autorizo a la Biblioteca de la Universidad de Guayaquil y a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas a publicar la versión electrónica de este Proyecto de titulación.

## Publicación electrónica:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Inmediata | | Después de 1 año | |

## Firma alumno

## 3. Forma de envío

El texto del proyecto de titulación debe ser enviado en formato Word, como archivo .Doc. o .RTF y PDF. para PC. Las imágenes que la acompañen pueden ser:

DVROM ☐ CDROM ☐

# ÍNDICE GENERAL

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA ..... I
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR ..... II
DEDICATORIA ..... III
AGRADECIMIENTO ..... IV
TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN ..... V
DECLARACIÓN EXPRESA ..... VI
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES ..... VII
CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR ..... VIII
Autorización para Publicación de Proyecto de Titulación en Formato Digital ..... IX
ABREVIATURAS ..... XIII
SIMBOLOGÍA ..... XIV
ÍNDICE DE CUADROS ..... XV
ÍNDICE DE GRÁFICOS ..... XVII
RESUMEN ..... XX
ABSTRACT ..... XXI
INTRODUCCIÓN ..... 22
CAPÍTULO I ..... 24
EL PROBLEMA ..... 24
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 24
Ubicación del Problema en un Contexto ..... 24
Situación Conflicto. Nudos Críticos ..... 24
Causas y Consecuencias del Problema ..... 25
Delimitación del Problema ..... 26
Formulación del Problema ..... 26
Evaluación del Problema ..... 27
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN ..... 27
Objetivo general ..... 27
Objetivos específicos ..... 27
ALCANCES DEL PROBLEMA ..... 28

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....29
CAPÍTULO II.....30
MARCO TEÓRICO ..... 30
ANTECEDENTES DEL ESTUDIO ..... 30
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....32
Robótica..... 32
Robótica Educacional..... 33
Lego Mindstorm..... 33
Componentes del Kit Lego Mindstorm Ev3..... 35
Ladrillo Programable..... 35
Sensores..... 36
Servos motores..... 38
Componentes plásticos ..... 39
FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....40
PREGUNTA CIENTIFICA A CONTESTARSE .....42
DEFINICIONES CONCEPTUALES .....42
CAPITULO III.....44
PROPUESTA TECNOLÓGICA.....44
Análisis de factibilidad ..... 44
Factibilidad Operacional..... 45
Factibilidad Técnica ..... 46
Factibilidad Legal ..... 46
Factibilidad Económica ..... 46
Etapas de metodología del proyecto..... 47
Requerimientos..... 48
Diseño del prototipo ..... 49
Diseño del sistema de recolección de desechos ..... 51
Diseño del sistema de locomoción..... 52
Diseño de trayectorias..... 53
Diseño de Software..... 53
Implementación ..... 54

Pruebas ..... 57
Mantenimiento ..... 60
Entregables del proyecto ..... 60
CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA ..... 61
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ..... 61
Población y Muestra ..... 62
Población ..... 62
Muestra ..... 62
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS ..... 64
Técnica ..... 64
Recolección de la información ..... 64
Procesamiento y Análisis ..... 64
CAPITULO IV ..... 78
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO ..... 78
Conclusiones ..... 80
Recomendaciones ..... 81
BIBLIOGRAFÍA ..... 82
ANEXOS ..... 84

# ABREVIATURAS

| | |
|---|---|
| **UG** | Universidad de Guayaquil |
| **IR** | Infrarrojo |
| **IE** | Instituciones Educativas |
| **EGB** | Educación General Básica |
| **09D06** | Distrito Nº 6 |
| **RCX** | Robotic Comand eXplorer |
| **NTX** | Next Generation |
| **EV3** | Evolution 3 |

# SIMBOLOGÍA

| | |
|---|---|
| **M** | Es el tamaño de la muestra. |
| **N** | Es la población o universo que encuestar. |
| **K** | Representa el margen de error de la estimación del cálculo. |

# ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1
Causas Y Consecuencias del Problema. ..... 25

CUADRO No. 2
Delimitación del Problema ..... 26

CUADRO No. 3
Comparación de diferentes prototipos de recolección ..... 31

CUADRO No. 4
Evolución Mindstorm ..... 34

CUADRO No. 5
Servo Motor ..... 38

CUADRO No. 6
Presupuesto ..... 47

CUADRO No. 7
Sensores de Lego ..... 50

CUADRO No. 8
Criterios de Recolección y Clasificación ..... 51

CUADRO No. 9
Evaluación del Prototipo ..... 60

CUADRO No. 10
Criterios de Validación ..... 61

CUADRO No. 11
Población Distrito 09D06 ..... 62

CUADRO No. 12
Preguntas Realizadas ..... 65

CUADRO No. 13
Resultados Pregunta Nº1 ..... 65

CUADRO No. 14
Resultados pregunta Nº2 ..... 67

CUADRO No. 15
Resultados Pregunta Nº3 ..... 68

CUADRO No. 16
Resultados Pregunta Nº4 ..... 70

CUADRO No. 17
Resultados Pregunta Nº5 ..... 71

CUADRO No. 18
Resultados Pregunta Nº6 ..... 73

CUADRO No. 19
Resultados Pregunta Nº7 ..... 74

CUADRO No. 20
Resultados Pregunta Nº8 ..... 76

CUADRO No. 21
Criterios de Aceptación ..... 78

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

Ilustración 1
Línea de tiempo de la robótica ..... 32

Ilustración 2
Línea de tiempo LEGO ..... 35

Ilustración 3
Ladrillo Programable ..... 36

Ilustración 4
Sensor de Color ..... 37

Ilustración 5
Sensor Ultrasónico ..... 37

Ilustración 6
Servo Motores ..... 39

Ilustración 7
Otros Componentes Plásticos ..... 39

Ilustración 8
Metodología en Cascada ..... 48

Ilustración 9
Brazo robótico – Arm H25 Lego Mindstorms ..... 52

Ilustración 10
Sistema de Locomoción ..... 52

Ilustración 11
Diseño de Posibles Trayectorias ..... 53

Ilustración 12
Diagrama de Procesos ..... 54

Ilustración 13
Garra Mecánica ..... 55

Ilustración 14
Brazo Robótico ..... 55

Ilustración 15
Locomoción ..... 56

Ilustración 16
Sensores ..... 56

Ilustración 17
Prototipo Final ..... 57

Ilustración 18
Entorno de Programación ..... 57

Ilustración 19
Prototipo Recolectando Objetos ..... 58

Ilustración 20
Proceso de Clasificación ..... 58

Ilustración 21
Prototipo Evadiendo Obstáculo ..... 59

Ilustración 22
Prueba de Funcionamiento de los Sensores ..... 59

Ilustración 23
Representación Gráfica Barra Pregunta Nº1 ..... 66

Ilustración 24
Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº1 ..... 66

Ilustración 25
Representación Gráfica Barra Pregunta Nº2 ..... 67

Ilustración 26
Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº2 ..... 68

Ilustración 27
Representación Gráfica Barra Pregunta Nº3 ..... 69

Ilustración 28
Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº3 ..... 69

Ilustración 29
Representación Gráfica Barra Pregunta Nº4..... 70

Ilustración 30
Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº4 ..... 71

Ilustración 31
Representación Gráfica Barra Pregunta Nº5..... 72

Ilustración 32
Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº5 ..... 72

Ilustración 33
Representación Gráfica Barra Pregunta Nº6..... 73

Ilustración 34
Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº6 ..... 74

Ilustración 35
Representación Gráfica Barra Pregunta Nº7..... 75

Ilustración 36
Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº7 ..... 75

Ilustración 37
Representación Gráfica Barra Pregunto Nº8..... 76

Ilustración 38
Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº8 ..... 77

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES**

# Diseño de un robot recolector y clasificador de desechos basado en herramientas Lego Mindstorm para instituciones educativas públicas.

Autor: Xavier Alexander Nivecela Paredes
Tutor: Ing. Jacobo Ramírez Urbina

## RESUMEN

El presente proyecto de titulación propone una solución para las instituciones educativas que no posean personal de limpieza para realizar el aseo diario de los patios, donde se puede incorporar un robot que sea capaz de recolectar y clasificar los desechos.

El prototipo es capaz de realizar su recorrido sin necesidad de intervención humana, durante su recorrido recogerá los objetos mediante el uso de un brazo robótico, los desechos serán detectados mediante el uso de una luz infrarroja emitida por el sensor IR 45509, para su clasificación utilizará el sensor de color 45506 encargado de medir la cantidad de luz reflejada por los desechos para determinar su material de elaboración.

Con este proyecto se pretende incentivar la implementación de proyectos tecnológicos en edificios públicos que pueden facilitar las tareas repetitivas que beneficien a la comunidad educativa.

Palabras claves: Tecnología, Robótica, Lego Mindstorm, Lab View, Recolector.

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES**

Design of a collection robot and waste sorter based on Lego Mindstorm tools for public educational institutions.

Author: Xavier Alexander Nivecela Paredes
Advisor: Ing. Jacobo Ramírez Urbina

## ABSTRACT

The present project of certification proposes a solution for the educative institutions that do not have personnel of cleaning to realize the daily cleaning of the patios, where can incorporate a robot that is able to collect and classify the waste.

The prototype is capable of carrying out its journey without the need for human intervention, during its journey it will collect the objects by using a robotic arm, the debris will be detected by the use of an infrared light emitted by the IR 45509 sensor, for its classification it will use the color sensor 45506 responsible for measuring the amount of light reflected by the waste to determine its processing material.

This project aims to encourage the implementation of technological projects in public buildings that can facilitate repetitive tasks that benefit the educational community.

Keywords: Technology, Robotics, Lego Mindstorm, Lab View, Collector.

# INTRODUCCIÓN

Hoy en día la tecnología nos ha permitido efectuar tareas de una forma mucho más eficiente que en el pasado, debido a que los avances tecnológicos se han incrementado exponencialmente con el paso del tiempo, permitiendo desarrollar e implementar mecanismos autónomos en tareas sencillas o complejas. En la rama de la robótica se pueden aplicar varias ciencias como son: matemáticas, física, electrónica y programación dando como resultado la capacidad de poder desarrollar mecanismos complejos que puedan funcionar de forma autónoma.

La Robótica consiste en el diseño de sistemas. Actuadores de locomoción, manipuladores, sistemas de control, sensores, fuentes de energía, software de calidad; todos estos subsistemas tienen que ser diseñados para trabajar conjuntamente en la consecución de la tarea del robot. (L. Jones & M. Flynn, 1993)

Los procesos autónomos han sido implementados para optimizar las tareas repetitivas que no necesiten supervisión humana, una de las más escuchadas se puede encontrar en la industria automovilística donde mecanismos robóticos son utilizados para ensamblar los automóviles modernos haciendo más eficiente y seguro el proceso de manufactura. También se pueden encontrar otros procesos autónomos en aplicaciones militares en los países de primer mundo donde los robots son utilizados tanto en vigilancia aérea como exploración espacial optimizando los recursos de dichos países sin poner en riesgo a las personas.

Debido a que los robots presentan una gran versatilidad para efectuar tareas en diferentes ambientes también se han presentado prototipos robóticos para efectuar labores domésticas sencillas como es la limpieza, estos mecanismos tienen una gran aceptación por parte de los usuarios debido a que cumplen con sus tareas de una manera eficiente y sin presentar inconvenientes.

Las unidades educativas al tener diariamente un número considerable de estudiantes pueden generar grandes cantidades de desechos que deben ser recolectados. En el mejor de los casos esta tarea es realizada por personal de limpieza, aunque no siempre es así. Debido a la falta de recursos muchas instituciones educativas públicas han optado por pedir colaboración a los padres

de familia para que sean ellos quienes limpien las aulas y patios antes de iniciar la jornada educativa generando que las personas involucradas tengan que asistir en más de una ocasión a la institución para realizar estas labores.

Teniendo en cuenta que los robots pueden realizar labores de limpieza, se podría utilizar esta tecnología para crear un mecanismo autónomo que pueda recolectar los desechos que se producen diariamente sin gastar mayores recursos de la institución.

De aquí la importancia de este trabajo de titulación, ya que se plantea un prototipo funcional que puede ayudar a realizar las labores de limpieza dentro de la institución educativa mediante el uso de herramientas Lego Mindstrom permitiendo recolectar y clasificar los residuos a medida que realiza su tarea.

La investigación está dividida en cuatro capítulos los cuales se describen a continuación:

- **Capítulo I:** En este capítulo se detalla la problemática, objetivos y alcances del diseño planteado.
- **Capítulo II:** En esta sección se encuentran los antecedentes del estudio en el cual se basa el proyecto, así como su fundamentación legal y las definiciones conceptuales que facilitan la comprensión de algunos términos descritos en el proyecto.
- **Capítulo III:** En este capítulo se detallan los análisis de factibilidad del prototipo, la metodología que se utilizó para llevar a cabo esta investigación, las encuestas realizadas que apoyan la realización del proyecto y las etapas de desarrollo del prototipo.
- **Capítulo IV:** En esta sección se encuentra el análisis de aceptación del prototipo donde se puede evidenciar el funcionamiento y el nivel de aceptación del proyecto.

Al final de la investigación se encuentra la sección de conclusiones, recomendaciones y anexos que nos ayuda a enriquecer el conocimiento obtenido mediante este trabajo de titulación.

# CAPÍTULO I
# EL PROBLEMA
## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
### Ubicación del Problema en un Contexto

En la actualidad el avance tecnológico ha permitido realizar diferentes tareas de forma autónoma sin necesidad de supervisión humana. En el caso de Ecuador, el campo de la robótica aún se encuentra en vías de desarrollo lo que ha provocado la falta de interés de las universidades por crear profesionales con conocimientos en el área.

La robótica a pesar de aún no estar plenamente desarrollada posee un buen ritmo de expansión. Con el paso del tiempo se han visto avances que facilitan la elaboración de tareas repetitivas siendo estas simpes o complejas, como es el caso de algunos países más desarrollados del mundo que se encuentran desarrollando prototipos para transportación urbana de manera autónoma.

El presente estudio demuestra la factibilidad de crear un robot autónomo con el fin de facilitar los aspectos de limpieza en instituciones educativas públicas donde no exista personal de limpieza.

### Situación Conflicto. Nudos Críticos

La temática de esta investigación surge de la necesidad de implementar los avances tecnológicos en robótica con el fin de colaborar con la limpieza en las instituciones educativas, esto significa un cambio positivo debido a que situaciones como el manejo de los desechos sería realizado sin intervención humana contribuyendo al mantenimiento del establecimiento sin afectar al presupuesto del personal administrativo, ni a los padres de familia.

En el trabajo de investigación uno de los nudos críticos son los recursos limitados que poseen las instituciones educativas de la ciudad de Guayaquil para contratar personal de limpieza, causando que en varias ocasiones los padres de

familia o maestros deban limpiar las diversas áreas de la institución todas las mañanas antes de iniciar la jornada educativa.

Los robots autónomos pueden cubrir las necesidades de limpieza de los patios sin la necesidad de supervisión humana permitiendo que las autoridades del plantel puedan despreocuparse de realizar dichas actividades durante la jornada educativa.

## Causas y Consecuencias del Problema

En el *CUADRO No. 1* se puede evidenciar las causas y consecuencias de la necesidad de crear nuevos conocimientos en el área tecnológica para poder impulsar nuevos proyectos innovadores en los edificios públicos.

**CUADRO No. 1**

**Causas Y Consecuencias del Problema.**

| ***CAUSAS*** | ***CONSECUENCIAS*** |
|---|---|
| Falta de recursos destinados para la limpieza y mantenimiento de las instituciones educativas. | Los padres de familia y maestros deban ocupar sus recursos para mantener en óptimas condiciones a la institución. |
| Poco apoyo por parte del gobierno ecuatoriano en impulsar proyectos tecnológicos en edificios públicos. | Escases de proyectos innovadores que pueden facilitar algunas necesidades de las instituciones educativas del país. |
| Falta de empresas distribuidoras de materiales y partes mecánicas orientadas a la robótica. | Poco interés de los estudiantes en adquirir conocimientos en el área. |
| Falta de interés y poca inversión en robótica en las universidades del país en crear nuevos conocimientos en tecnología. | Los estudiantes universitarios no tienen un conocimiento especializado en el área de robótica. |

**Fuente:** Investigación propuesta
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Delimitación del Problema

Se propone el presente trabajo de titulación frente a la necesidad de mantener limpio el patio de la institución pública, con ayuda de la tecnología se plantea el diseño de un robot autónomo cuyas capacidades son la recolección y clasificación de desechos pequeños.

En el *CUADRO No. 2* se describe las delimitaciones a tomar en cuenta para el desarrollo del proyecto de titulación.

**CUADRO No. 2**

**Delimitación del Problema**

| | |
|---|---|
| ***Campo*** | Investigación. |
| ***Área*** | Tecnología, Robótica. |
| ***Aspecto*** | Realizar un diseño de un robot autónomo con la finalidad de ayudar en el aseo de una institución pública educativa que no cuente con un personal de limpieza. |
| ***Tema*** | Diseño de un robot recolector y clasificador de desechos basado en herramientas Lego Mindstorm para instituciones educativas públicas. |

**Fuente:** Investigación propuesta
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Formulación del Problema

¿Cómo podría mejorar la limpieza en una institución pública educativa mediante la aplicación de un robot recolector y clasificador de desechos en la ciudad de Guayaquil?

Debido a que actualmente no existen procesos autónomos que ayuden con la limpieza de edificios públicos, este trabajo de investigación sería oportuno para dar inicio a nuevos proyectos innovadores.

## Evaluación del Problema

**Delimitado:** La investigación está dirigida a instituciones educativas públicas que no cuenten con personal de limpieza.

**Evidente:** La investigación tiene como propósito ayudar a la limpieza de la institución pública.

**Concreto:** Dirigido a un diseño específico de un robot para la recolección de desechos en una institución pública.

**Relevante:** Al no existir procesos autónomos que faciliten el aseo de la institución esta investigación demuestra la viabilidad de los proyectos tecnológicos en edificios públicos.

**Original:** La investigación da a conocer la destreza de los procesos autónomos para realizar diferentes actividades como la limpieza de la institución.

**Identifica los productos esperados:** Los procesos autónomos pueden realizar diferentes tareas enfocados a la limpieza, tales como: recolección y clasificación de desechos que pueden ser reciclados.

# OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

## Objetivo general

Diseñar un prototipo de un robot autónomo con la capacidad de recolectar y clasificar desechos en una institución pública con el fin de colaborar con el aseo de la institución durante su jornada de clase.

## Objetivos específicos

- Evaluar diferentes sistemas autónomos implementados en otros países.
- Establecer criterios de recolección y clasificación de desechos.
- Evaluar y seleccionar sensores.
- Definir métodos de funcionamiento y locomoción.
- Elaborar el diseño de un prototipo mediante el uso de herramientas Lego mindstorm.

# ALCANCES DEL PROBLEMA

La presente investigación propone el diseño de un prototipo a escala que ayuda a la recolección y clasificación de desechos en el patio de una institución educativa pública.

Para su correcto funcionamiento se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El diseño planteado se encargará del aseo dentro del patio con una superficie plana sin escalones.
- Para la recolección de los desechos se utiliza un brazo robótico para levantar objetos pequeños y que no sean muy pesados.
- La clasificación de los desechos se basa en un sensor óptico que se encargará de medir la cantidad de luz reflejada por el objeto recolectado.
- El prototipo puede clasificar los residuos en dos tipos papel o cartón y plástico.
- Para la detección de obstáculos se implementa un sensor infrarrojo que se encarga de detectar los objetos a recolectar y los posibles obstáculos en el trayecto.

El prototipo a escala está elaborado con herramientas Lego Mindstorm Ev3, su fuente alimentación de energía requiere 6 pilas recargables AA de 1,5v las baterías deben estar totalmente recargadas para su correcto funcionamiento.

La programación de las tareas a realizar se encuentra dentro del Ladrillo Mindstorm Ev3, siendo este su controlador interno. El cual cuenta con 4 puertos de entrada para la implementación de los sensores y 4 puertos de salida para la integración de motores del robot. El ladrillo inteligente también posee puertos de conexión física y conexión inalámbrica para la comunicación con el ordenador donde se programan sus tareas a realizar.

El robot está programado en el lenguaje NXT-G proporcionado por la compañía Lego, la programación controla el uso de todos los sensores, la funcionalidad de la garra, la operación de los motores permitiendo la movilidad del robot y la recolección de los datos de su entorno para evitar posibles colisiones con diversos obstáculos en el trayecto.

# JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La robótica al igual que todos los avances tecnológicos pretenden facilitar y agilizar procesos repetitivos para mejorar la calidad de vida de los seres humanos. Al igual que todas las ciencias afines al área de informática su ritmo de crecimiento y desarrollo es exponencial con el paso del tiempo.

Una de las bases en la robótica es diseñar mecanismos idóneos para desempeñar tareas complejas, procesos peligrosos para seres humanos o algunas funciones que se requieran de una gran precisión.

En este proyecto se busca incentivar la introducción de proyectos tecnológicos como parte complementaria de las labores diarias dentro de los edificios públicos facilitando realizar labores simples.

En el presente proyecto pretende diseñar un robot autónomo mediante herramientas Lego Mindstorm capaz de realizar la recolección y clasificación de desechos en los patios de una institución educativa, permitiendo a las autoridades y docentes del plantel despreocuparse del tema de limpieza asegurando que al inicio de la jornada educativa los estudiantes puedan ingresar a un plantel limpio.

# CAPÍTULO II
# MARCO TEÓRICO
## ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En el año 2016 en la competencia World Robot Olympiad presentó un desafío en donde se debía diseñar un robot con los componentes Lego Mindstorm capaz de clasificar bloques de colores los cuales representaron diferentes tipos de residuos (papel, vidrio, pastico, orgánico) los cuales debían ser depositados en contenedores de su mismo color. El robot fue presentado el 15 de febrero del 2016 bajo el nombre “WRO2016”. (World Robot Olympiad, 2016)

En repositorio de la universidad de Xalapa en México se encuentran varios artículos científicos relacionados con robótica, uno de ellos llamado “construcción y programación de robots limpiadores con Lego Mindstorm y Java” en el cual un grupo de estudiantes de octavo semestre diseñaron varios prototipos de robots programados bajo el lenguaje de programación Lejos basado en Java facilitan las labores de limpieza de diferentes ambientes. Los prototipos propuestos en el artículo demuestran la factibilidad y versatilidad de los componentes de Lego Mindstorm para desempeñar este tipo de labores sin presentar inconvenientes en sus funcionalidades. (Sandria Reynoso, y otros, 2004)

La Universidad Burgos en España lanzó el evento “Ideas de los más jóvenes para un mundo mejor – FIRST LEGO LEAGUE 2016” en donde se presentó el desafío de búsqueda de nuevas formas de gestionar residuos denominado “Trash Trek”, utilizando las herramientas Lego Mindstorm para desarrollar varios robots autónomos que permitan recolectar, clasificar, y reutilizar de manera inteligente los residuos. Siendo este programa considerado como una información muy relevante para el desarrollo del proyecto de titulación debido a que sirvió de referencia para el diseño y funcionalidad del prototipo propuesto. (Universidad de Burgos, 2016)

En el CUADRO No. 3 se puede apreciar una pequeña comparación de los prototipos presentados en otros países con la herramienta Lego Mindstorm.

***CUADRO No. 3***

**Comparación de diferentes prototipos de recolección**

| ***Nombre del prototipo*** | ***Descripción del prototipo*** | ***Capacidad de recolección de objetos*** | ***Capacidad de clasificación de objetos*** | ***Capacidad de evadir obstáculos*** |
|---|---|---|---|---|
| ***Fegen*** | Prototipo diseñado para funcionar como barredora almacenando la basura en una cavidad delantera. | Sí | No | No |
| ***Tortubot*** | Prototipo diseñado para recolectar desechos producto del oleaje en las playas de Atlántida. | Sí | No | Sí |
| ***TrackBack*** | Prototipo diseñado para recolectar basura en un trayecto marcado con líneas guías en el suelo. | Sí | No | No |
| ***Xtuxhu stinu*** | Prototipo diseñado con un módulo de conectividad bluetooth para ser controlado de forma remota. | Sí | No | Sí |
| ***Robo-Limpiador*** | Prototipo diseñado para recolectar basura mediante el uso de una escobilla giratoria | Sí | No | Sí |

**Fuente**: Datos de la investigación.
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

# FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

## Robótica

Es la ciencia que estudia la automatización de procesos ya sean repetitivos, simples, complejos o riesgosos para los seres humanos. Por otra parte, también se encarga del diseño, desarrollo y construcción de máquinas que puedan mejorar el rendimiento y productividad de labores domésticas o industriales sin la necesidad de la intervención humana.

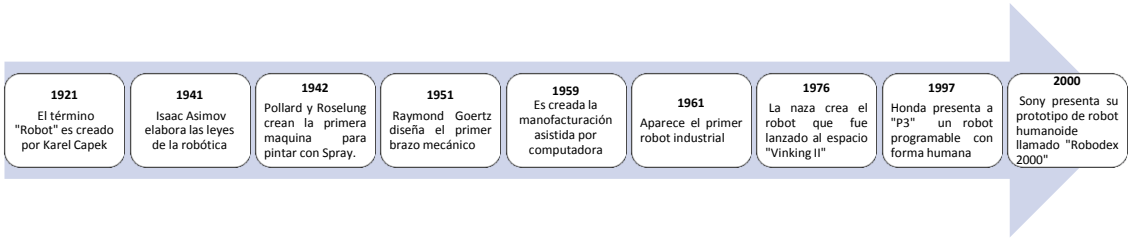
Un robot es un mecanismo reprogramable, multifuncional diseñado para mover material, piezas, herramientas o dispositivos especializados a través de movimientos programados variables para el desempeño de una variedad de tareas. (Robot Institute of America , 1979)

Antes del desarrollo industrial los robots eran principalmente utilizados para el entretenimiento de realeza. A principios del siglo XX los robots comenzaron a tener una gran importancia a nivel industrial permitiendo condiciones más seguras para los trabajadores, otras de las aplicaciones que se le dio fue la inclusión de la robótica avanzada en la exploración espacial.

Las aplicaciones de la robótica son muy amplias que pueden ser aplicaciones industriales, militares, domesticas, en salud y en la educación como un gran apoyo a los docentes debido a su gran aplicación a diferentes áreas de la educación.

En la *Ilustración 1* se puede apreciar una breve reseña de la evolución de la robótica desde la primera vez que se empleó el termino robota cuya traducción del checo significa trabajo hasta los diseños humanoides de grandes empresas.

Ilustración 1 Línea de tiempo de la robótica




**Fuente**: Datos de la investigación.
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Robótica Educacional

La robótica es considerada una tecnología con el propósito de crear nuevos conocimientos en ingeniería que significan un cambio positivo en la estructura de la sociedad, para promover estos conocimientos tecnológicos es posible aplicar la robótica educativa como un verdadero estimulante para los más jóvenes.

La robótica educacional permite a los estudiantes adquirir conocimientos en el área sin necesidad de ser expertos en electrónica o programación, es considerada una manera fácil de comprender los conceptos del funcionamiento de los sistemas robóticos. Los sistemas creados pueden ser simples o complejos los cuales son programados mediante un software de control.

Uno de los principales objetivos de esta rama de la robótica es incrementar la creatividad de los estudiantes en disciplinas de ingeniería con la cual pueden desarrollar sus capacidades cognitivas, el pensamiento lógico, razonamiento y solución de problemas secuenciales.

La robótica educacional tiene diferentes Kits de desarrollo entre ellos tenemos:

- Robobuilder
- Lego Mindstorm
- Robots Moway
- Robot Bioloid
- Robo FishcherTechnick

En este proyecto se desarrolló con la tecnología Lego Mindstorm debido a que posee componentes como los sensores que facilitan el proceso clasificación de desechos recolectados permitiendo que el robot sea más eficiente al realizar sus tareas programadas.

## Lego Mindstorm

La compañía LEGO introdujo al mercado de la robótica en 1998 con el set de construcción y programación denominado Lego Mindstorm el cual se ha convertido en el producto más vendido dentro de la compañía durante los últimos 15 años. En el mismo año se fundó la asociación First Lego League destinada a

incentivar a los estudiantes a descubrir nuevos conocimientos en el área de ingeniería y tecnología.

Al principio Media Lab y Lego desarrollaron a TC Logo el primer robot con comandos preprogramados (avanzar, retroceder, girar) pero tenía una limitación de estar conectado permanentemente a una computadora para desarrollar dichas funciones a partir de este inconveniente surgió la idea de crear un "Ladrillo programable" en donde se codificarían las instrucciones para su funcionamiento sin la necesidad de estar conectado al ordenador.

En el *CUADRO No. 4* se mencionan los productos desarrollados en la compañía, su fecha de lanzamiento al mercado y su segmentación de mercado.

***CUADRO No. 4***

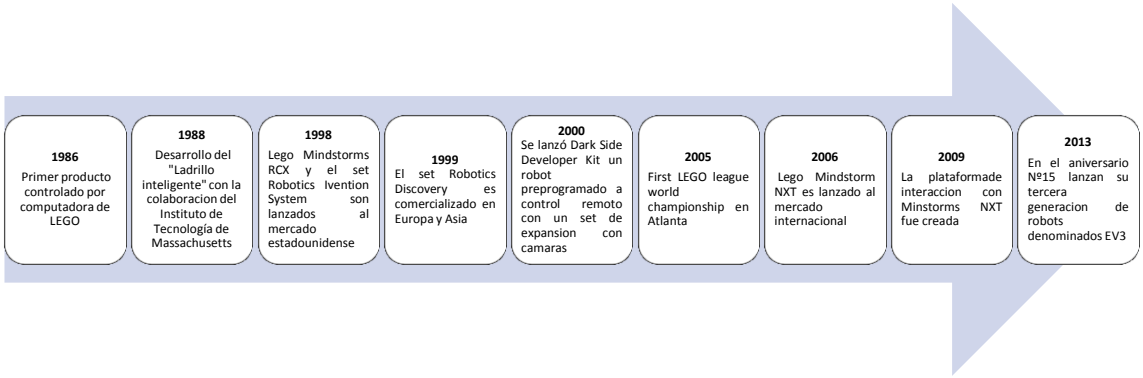
**Evolución Mindstorm**

| ***Año*** | ***Producto*** | ***División*** |
|---|---|---|
| *1998* | RCX (Robotic Comand eXplorer) | • Robotics Invention System<br>• Education set |
| *2006* | NTX (Next Generation) | • Education set<br>• Ntx 8527 |
| *2009* | NTX 2.0 (update of Next Generation) | • Ntx 2.0 8547 |
| *2013* | Ev3 (Evolution 3) | • Ev3<br>• Education set core |

**Fuente**: https://www.lego.com/en-us/mindstorms/history.
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En la *Ilustración 2* se puede observar las etapas de la evolución de la empresa Lego desde la creación de su primer prototipo hasta la última generación de robots programables en la actualidad.

Ilustración 2  Línea de tiempo LEGO




**Fuente**: https://www.lego.com/en-us/mindstorms/history.
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Componentes del Kit Lego Mindstorm Ev3

La compañía Lego posee una gran variedad de componentes para el área de robótica entre ellos tenemos sensores, servo motores de diferentes especificaciones, controles de señal infrarrojo, etc. En este proyecto se destacan por su funcionalidad los siguientes componentes:

- Ladrillo Programable
- Sensor de Color
- Sensor IR
- Servo Motor

## Ladrillo Programable

El ladrillo programable es el componente primordial debido a que este es quien almacena toda la programación que el robot va a ejecutar y a su vez contiene la fuente de alimentación.

En el ladrillo programable Ev3 se puede encontrar todas las funcionalidades de robot debido a que en este dispositivo se encuentran sus 8 puertos físicos los cuales se dividen en 4 puertos de entrada donde pueden ir conectados diferentes sensores que permite la recolección de datos y 4 puertos de salida donde están conectados los servos motores que permiten la funcionalidad del

robot. El ladrillo programable también cuenta con un procesador integrado modelo ARM9 funcionando a 300 MHZ, memoria interna de 16 MB, 64 MB de memoria RAM, puerto USB 2.0 y conexiones inalámbricas como bluetooth y wi-fi. (Robotica, 2013)

Dentro de la memoria de almacenamiento se puede encontrar el sistema operativo que utiliza el ladrillo programable para controlar todos sus componentes, también se encuentra el espacio de almacenamiento de los programas que se introduzcan por el ordenador o los programas con instrucciones sencillas que se pueden desarrollar en el mismo ladrillo programable.

Los componentes comunicación (Bluetooth, Wi-Fi o Usb) permiten la comunicación del ladrillo programable con el ordenador para transmitir los programas desarrollados, así como la información de sus sensores y motores en el ambiente de programación lo cual puede resultar útil al momento de corregir los posibles errores de programación.

Ilustración 3 Ladrillo Programable

**Fuente**: https://www.lego.com/es-es/mindstorms/products/mindstorms-ev3-31313
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Sensores

Los sensores permiten recolectar la información del entrono en todo momento cuantificándola en pulsos eléctricos en un rango preestablecido, lo que permite al robot evaluar cada situación antes de realizar una acción programada durante su trayecto. En el kit de desarrollo ev3 están incluidos diferentes sensores como son:

- Sensor de color 45506

- Sensor IR 45509
- Sensor de tacto 45507

En la *Ilustración 4* se aprecia el sensor de color opera a una velocidad de muestreo de 1 Khz permitiéndole funcionar de dos maneras distintas, una de ella permite identificar ocho colores diferentes o también puede funcionar como un sensor de luz midiendo la intensidad de luz reflejada de alguna superficie. Dicha información es procesada por el ladrillo inteligente para poder clasificar en los diferentes contenedores.

Ilustración 4 Sensor de Color

**Fuente**: https://www.lego.com/es-es/mindstorms/products/mindstorms-ev3-31313
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En la *Ilustración 5* se aprecia el sensor IR encargado de detectar la proximidad de los objetos mediante el uso de una luz infrarroja reflejada por los objetos que se encuentre a lo largo del recorrido, dependiendo de la cantidad de luz reflejada el robot determina si es un objeto que tiene recolectar o un obstáculo que debe evitar.

Ilustración 5 Sensor Ultrasónico

**Fuente**: https://www.lego.com/es-es/mindstorms/products/mindstorms-ev3-31313
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En la *Ilustración 6* se puede apreciar al sensor de tacto incluido en el kit de desarrollo su funcionamiento se encarga de medir cuantificar la pulsaciones individuales o múltiples.

*Ilustración 6 sensor de tacto*

**Fuente**: https://www.lego.com/es-es/mindstorms/products/mindstorms-ev3-31313
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Servos motores

Los servomotores (o servos) son dispositivos eléctricos que giran o empujan las piezas de una máquina con gran precisión. Está hecho de un motor simple que funciona a través del mecanismo servo. Pueden clasificarse por el tipo de alimentación que utilicen, si el motor se utiliza con corriente continua se denomina servomotor de CC, y si es un motor con alimentación de CA se lo denomina servomotor de CA.

En el kit de desarrollo vienen incluidos dos servos motores grandes y un servo motor mediano, los motores pueden ser programados de diferentes maneras como: su nivel de potencia, su sentido de rotación y el tiempo de actividad.

En el CUADRO No. 5 se puede apreciar las características operacionales de cada uno servo motor, sus revoluciones por minuto, su toque mínimo y máximo.

***CUADRO No. 5***

**Servo Motor**

| SERVO MOTOR | RPM | TORQUE MÍNIMO | TORQUE MÁXIMO |
|---|---|---|---|
| **MEDIUM 45503** | 240 – 250 | 8 N/cm – 11 oz/in | 12 N/cm – 17 oz/in |
| **LARGE 45502** | 160 – 170 | 20 N/cm – 30 oz/in | 40/cm – 60 oz/in |

**Fuente**: https://www.shop.lego.com
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En la *Ilustración 7* se observa el servo motor grande y el servo motor mediano respectivamente. Los cuales se utilizaron en este proyecto para la movilidad del robot, así como la funcionalidad del brazo mecánico.

Ilustración 7 Servo Motores

**Fuente**: https://www.lego.com/es-es/mindstorms/products/mindstorms-ev3-31313
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Componentes plásticos

El set de desarrollo incluye componentes necesarios para armar el prototipo que el usuario requiera entre ellos se pueden encontrar:

- Cables de alimentación de energía
- Estructuras de plástico
- Engranajes de plástico
- Conectores de plástico
- Cable usb tipo C
- Neumáticos grandes
- Ruedas pequeñas
- Orugas de goma
- Estructuras de plástico externas.

Ilustración 8 Otros Componentes Plásticos

**Fuente**: https://www.lego.com/es-es/mindstorms/products/mindstorms-ev3-31313
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

# FUNDAMENTACIÓN LEGAL

## LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL

## SECCIÓN II

## Objeto del Derecho de Autor

**Art. 8**.- La protección del derecho de autor recae sobre todas las obras del ingenio, en el ámbito literario o artístico, cualquiera que sea su género, forma de expresión, mérito o finalidad. Los derechos reconocidos por el presente Título son independientes de la propiedad del objeto material en el cual está incorporada la obra y su goce o ejercicio no están supeditados al requisito del registro o al cumplimiento de cualquier otra formalidad.

Las obras protegidas comprenden, entre otras, las siguientes:

- Obras dramáticas y dramático musicales, las coreografías, las pantomimas y, en general las obras teatrales;
- Composiciones musicales con o sin letra;
- Obras cinematográficas y cualesquiera otras obras audiovisuales;
- Las esculturas y las obras de pintura, dibujo, grabado, litografía y las historietas gráficas, tebeos, comics, así como sus ensayos o bocetos y las demás obras plásticas;
- Proyectos, planos, maquetas y diseños de obras arquitectónicas y de ingeniería;
- Ilustraciones, gráficos, mapas y diseños relativos a la geografía, la topografía, y en general a la ciencia;
- Programas de ordenador; y,
- Adaptaciones, traducciones, arreglos, revisiones, actualizaciones y anotaciones; compendios, resúmenes y extractos; y, otras transformaciones de una obra, realizadas con expresa autorización de los autores de las obras originales, y sin perjuicio de sus derechos.

## SECCIÓN V

## DISPOSICIONES ESPECIALES SOBRE CIERTAS OBRAS

### PARÁGRAFO PRIMERO

### De los Programas de Ordenador

**Art. 28.-** Los programas de ordenador se consideran obras literarias y se protegen como tales. Dicha protección se otorga independientemente de que hayan sido incorporados en un ordenador y cualquiera sea la forma en que estén expresados, ya sea en forma legible por el hombre (código fuente) o en forma legible por máquina (código objeto), ya sean programas operativos y programas aplicativos, incluyendo diagramas de flujo, planos, manuales de uso, y en general, aquellos elementos que conformen la estructura, secuencia y organización del programa.

**Art. 29.-** Es titular de un programa de ordenador, el productor, esto es la persona natural o jurídica que toma la iniciativa y responsabilidad de la realización de la obra. Se considerará titular, salvo prueba en contrario, a la persona cuyo nombre conste en la obra o sus copias de la forma usual.

Dicho titular está además legitimado para ejercer en nombre propio los derechos morales sobre la obra, incluyendo la facultad para decidir sobre su divulgación.

El productor tendrá el derecho exclusivo de realizar, autorizar o prohibir la realización de modificaciones o versiones sucesivas del programa, y de programas derivados del mismo.

Las disposiciones del presente artículo podrán ser modificadas mediante acuerdo entre los autores y el productor.

**Art. 30.** La adquisición de un ejemplar de un programa de ordenador que haya circulado lícitamente, autoriza a su propietario a realizar exclusivamente:

- Una copia de la versión del programa legible por máquina (código objeto) con fines de seguridad o resguardo;

- Fijar el programa en la memoria interna del aparato, ya sea que dicha fijación desaparezca o no al apagarlo, con el único fin y en la medida necesaria para utilizar el programa; y,
- Salvo prohibición expresa, adaptar el programa para su exclusivo uso personal, siempre que se limite al uso normal previsto en la licencia. El adquirente no podrá transferir a ningún título el soporte que contenga el programa así adaptado, ni podrá utilizarlo de ninguna otra forma sin autorización expresa, según las reglas generales.

Se requerirá de autorización del titular de los derechos para cualquier otra utilización, inclusive la reproducción para fines de uso personal o el aprovechamiento del programa por varias personas, a través de redes u otros sistemas análogos, conocidos o por conocerse.

## PREGUNTA CIENTIFICA A CONTESTARSE

- ¿La creación de un robot móvil recolector de desechos ayudará a mantener los patios limpios en una institución educativa?
- ¿Cuáles son los mecanismos de recolección y clasificación?
- ¿Qué sensores son necesarios para elaborar el proyecto?
- ¿Cuál sería el óptimo diseño para la recolección de desechos dentro de una institución educativa?

## DEFINICIONES CONCEPTUALES

**Robot:** Una máquina capaz de llevar a cabo automáticamente una compleja serie de acciones, especialmente una programable por computadora. (Real Academia Española, 2014)

**Prototipo:** El modelo original de algo de lo cual se desarrollan formas posteriores. (Real Academia Española, 2014)

**Sensor:** Es un dispositivo que detecta y responde a algún tipo de entrada del entorno físico. (Real Academia Española, 2014)

**Batería:** Contenedor que consta de una o más celdas, en el que la energía química se convierte en electricidad y se utiliza como fuente de energía. (Real Academia Española, 2014)

**Servomotor:** Sistema electromecánico que amplifica la potencia reguladora. (Real Academia Española, 2014)

**Programación:** Preparar ciertas máquinas o aparatos para que empiecen a funcionar en el momento y en la forma deseados. (Real Academia Española, 2014)

**Secuencia:** Serie o sucesión de cosas que guardan entre sí cierta relación. (Real Academia Española, 2014)

**Trayectoria:** Línea descrita en el plano o en el espacio por un cuerpo en movimiento. (Real Academia Española, 2014)

**Desechos:** Cualquier cosa inútil, inútil o descartada; basura**.** (Real Academia Española, 2014)

**Locomoción:** Desplazamiento de un lugar a otro. (Real Academia Española, 2014)

**Sistema:** Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto. (Real Academia Española, 2014)

**Inalámbrico:** Dispositivo o sistema de comunicación eléctrica: Sin alambres conductores. (Real Academia Española, 2014)

# CAPITULO III

# PROPUESTA TECNOLÓGICA

En el presente capítulo se da a conocer cada una de las etapas de desarrollo del proyecto de titulación, así como la metodología a utilizar para el desarrollo del prototipo, la validación de la propuesta y los diferentes análisis de factibilidad dentro del mercado.

Este proyecto de titulación aparte de estar destinado a colaborar con el aseo de la institución educativa busca incentivar el desarrollo de nuevos y mejores proyectos tecnológicos en edificios públicos con el fin de agilizar diferentes tareas que pueden ser realizadas con sistemas autónomos.

## Análisis de factibilidad

En el desarrollo del prototipo para la recolección y clasificación de desechos en instituciones educativas públicas se implementa diferentes componentes de la compañía lego de su sección de robótica educacional. Los diversos sensores y motores utilizados se pueden encontrar en el set de desarrollo Lego Mindstorm Ev3 31313 los cuales se detallan a continuación:

- Ladrillo programable Ev3 45500
- Servo motores grandes 45502
- Servo motor pequeño 45503
- Sensor de color 45506
- Sensor IR  45509
- Estructuras de plástico

El Firmware que controla al ladrillo inteligente es RCX 2.0 propietario de Lego, el lenguaje de programación es totalmente gratuito y está basado en LabVIEW.

Los componentes mencionados se pueden adquirir individualmente o comprando todo el set de desarrollo Ev3 31313 en el representante oficial de Lego en nuestro país ubicado en la ciudad de Guayaquil.

El prototipo está diseñado para el beneficio de todas las personas que conforman la comunidad educativa de la institución, su función principal es la recolección y clasificación de desechos encontrados en el patio antes de iniciar la jornada educativa facilitando las labores de limpieza.

## Factibilidad Operacional

El diseño del prototipo es funcional debido a sus componentes físicos los cuales son ligeros y versátiles le permite movilizarse por el patio sin disminuir la potencia de los motores, su programación facilita el desempeño sus labores sin la necesidad de supervisión humana.

Algunas preguntas interesantes planteadas son:

**¿Existe el apoyo suficiente para el desarrollo proyecto por parte de las autoridades del plantel educativo? ¿Y por parte de la comunidad educativa?**

Cualquier institución educativa presentaría un gran interés en el desarrollo de este tipo de proyecto tecnológico colaborando en las gestiones necesarias para la elaboración del proyecto.

**¿Los métodos que actualmente se emplea para la recolección de desechos son los adecuados?**

La recolección de desechos en la institución educativa es realizada por los padres de familia o por los docentes. Frente a esta situación se puede deducir que el método empleado no es eficiente debido al tiempo que la comunidad educativa debe dedicar diariamente para solucionar este inconveniente.

Al no contar con una persona dedicada a las labores de limpieza, la institución solicita diariamente la colaboración de los padres de familia para realizar la recolección de desechos al ser realizada por diferentes personas se pierde el hábito de clasificar correctamente los desechos, esta situación también genera

incomodidad a los padres de familia quienes deben contar con el suficiente tiempo disponible para realizar el aseo correspondiente.

## Factibilidad Técnica

Para realizar del proyecto de titulación se debe contar con la disponibilidad de todos los componentes de desarrollo tanto en hardware y software, al adquirir el set Lego Mindstorm Ev3 ya se cuenta con los recursos de hardware necesarios para elaborar el diseño físico del prototipo por otra parte, el software a utilizar en este diseño es distribuido por la misma empresa de Lego es totalmente gratuito lo que representa un gran ahorro en el presupuesto.

El software de programación de Lego está orientado a la robótica educacional lo que lo hace fácil de comprender y desarrollar sin que el usuario tenga una experiencia previa en el área de la programación.

Dentro del desarrollo del proyecto se debe de contar con otros recursos tecnológicos que permitan la elaboración del prototipo a nivel de software como hardware.

## Factibilidad Legal

En el desarrollo del proyecto de titulación se basó en las diferentes leyes y reglamentos de la constitución del Ecuador los cuales permiten la factibilidad de desarrollo del proyecto.

- Reglamento para la adquisición de software por parte de entidades contratantes del sector público.
- Ley de propiedad intelectual.

## Factibilidad Económica

Para el desarrollo del diseño de un robot recolector y clasificador de desechos en una institución pública es necesario contar con un presupuesto definido para la adquisición de varios componentes a nivel de hardware y software.

En el CUADRO No. 4 se detalla el presupuesto invertido en los componentes de hardware y software, así como otros gastos necesarios para el desarrollo del prototipo.

**CUADRO No. 6**

**Presupuesto**

| RUBROS | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | TOTAL |
|---|---|---|---|
| **RECURSOS HUMANOS** | 1 | $ 0,00 | $ 0,00 |
| **RECURSOS HARDWARE** | | | |
| **LEGO MINDSTORM EV3** | 1 | $ 500 | $ 500 |
| **SERVO MOTOR LEGO LARGE** | 2 | $ 37 | $ 74 |
| **BATERIAS RECARGABLES** | 6 | $ 4,50 | $ 27 |
| **RECURSOS SOFTWARE** | | | |
| **SOFTWARE LIBRE** | 1 | $ 0 | $ 0 |
| **VIAJES Y SALIDAS DE CAMPO** | 4 | $ 3,50 | $ 14,00 |
| **RECURSOS VARIOS** | 1 | $ 4,00 | $ 4,00 |
| **PUBLICACIÓN DE ARTICULOS** | 0 | $ 0 | $ 0 |
| **ADQUISICIÓN DE LIBROS O PAPERS** | 3 | $ 32 | $ 96 |
| **TOTAL** | | | $ 815 |

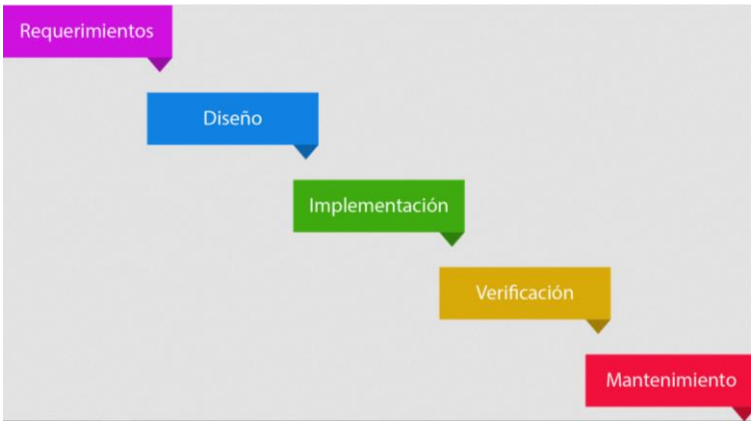
**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Etapas de metodología del proyecto

Para la elaboración del proyecto de titulación se utiliza la metodología en cascada debido a que cada una de sus etapas que están organizadas secuencialmente permitiendo que la elaboración del prototipo sea mucho más sencilla y ordenada para cumplir con las necesidades de la institución educativa.

En la Ilustración *9* se puede observar todas las etapas sugeridas por la metodología en cascada las cuales se implementan en la elaboración del proyecto.

Ilustración 9 Metodología en Cascada




**Fuente:** revista.uxnights.com
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Requerimientos

Para el desarrollo del tema propuesto se debe considerar que el prototipo cumpla con los siguientes requerimientos:

- Prototipo pequeño y versátil.
- Capacidad de recolección y clasificación de desechos sin supervisión humana.
- Prototipo con fuente de alimentación amigable con el medio ambiente.
- Capacidad de movilizarse sin colisionar con ningún obstáculo presentado en el trayecto.
- Fácil de utilizar.

Los requisitos de hardware para la implementación del prototipo se detallan a continuación:

- Servo motor Large 45502
- Servo motor Medium 45503
- Sensor IR 45509
- Sensor de color 45506
- Estructura de plástico
- Ruedas de goma medianas
- Ruedas plásticas pequeñas

- Ladrillo programable Lego ev3 45500

Con los datos definidos se puede comenzar a pensar en un diseño que cumpla con las características necesarias para su correcto funcionamiento dentro del patio de la institución, tomando en cuenta que dentro del establecimiento existen niños se ajusta la velocidad de movimiento del prototipo para que este no represente ningún peligro potencial.

## Diseño del prototipo

El diseño final del prototipo está basado en diferentes modelos de robots encontrados en la página oficial de Lego Mindstorm. Para conseguir un buen funcionamiento del prototipo final se opta por dividir en etapas de elaboración las cuales se mencionan a continuación:

- Selección de elementos sensores.
- Diseño del sistema de recolección de desechos.
- Diseño del sistema de locomoción del prototipo.
- Diseño de trayectorias del prototipo.
- Diseño de Software

### Selección de elementos sensores

La selección de los sensores a utilizar dentro del proyecto de titulación se realizó de acuerdo con las características presentadas por cada sensor como son: precisión, modo de operación y velocidad de muestreo.

Uno de los criterios más importantes para la selección de los sensores fue su modo de operación debido a que varios sensores pueden realizar teóricamente la misma actividad. Sin embargo, la posibilidad de usar un sensor de diferentes maneras permite mejorar la funcionalidad del prototipo.

En CUADRO No. 7 se puede observar las características de los diferentes sensores distribuidos por la empresa Lego.

***CUADRO No. 7***

**Sensores de Lego**

| SENSOR | MODO DE OPERACIÓN | VELOCIDAD DE MUESTREO | DISTANCIA DE MÁXIMA DE MEDICIÓN |
|---|---|---|---|
| **GIROSCOPIO** | Mide ángulos de rotación +/- 3 grados. | 1khz | |
| **COLOR** | Detección de 8 colores diferentes.<br><br>Medición de intensidad de la luz. | 1khz | 1cm |
| **IR** | Detección de baliza IR.<br><br>Recepción comandos remotos.<br><br>Detección de objetos por luz infrarroja. | Continua | 70 cm |
| **ULTRASÓNICO** | Detección de Objetos mediante pulsos sonoros. | Continua | 2 m |
| **TACTO** | Permite cuantificar pulsos múltiples o simples. | Continua | Por pulsación |

**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Después de analizar las funciones de los diferentes sensores presentados por la compañía Lego, se optó por utilizar el sensor IR para la detección de objetos y el sensor de color por su capacidad de medir la luz reflejada permitiendo clasificar los desechos recolectados.

## Diseño del sistema de recolección de desechos

La función de recolección de desechos es una de las más importantes debido a que este sistema se encarga de recolectar los objetos para después clasificarlo de acuerdo con su material de construcción.

Es muy importante que el sistema sea capaz de poder recolectar objetos de diferentes formas por ello se opta por un brazo robótico con una garra permitiendo una mayor versatilidad para la recolección, el brazo robótico también facilita la tarea de clasificación de los objetos permitiendo que el prototipo se más versátil y eficiente para realizar su labor.

En el **CUADRO No. 8** se puede apreciar la distancia a la cual el prototipo detecta los objetos de diferentes materiales y cuál es el criterio de clasificación de los objetos recolectados.

***CUADRO No. 8***

**Criterios de Recolección y Clasificación**

| OBJETO | DETECCIÓN | DISTANCIA | CLASIFICACIÓN | ÍNDICE DE REFLEXIÓN |
|---|---|---|---|---|
| **PLÁSTICO** | Sí | 8 cm | Sí | < 5 |
| **EMBACES DE CARTÓN** | Sí | 8 cm | Sí | > 5 |
| **PAPEL** | Sí | 8 cm | Sí | > 5 |

**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

El modelo del brazo robótico es tomado de la página oficial de Lego donde se detallan todos los componentes a utilizar y los pasos a seguir para su elaboración, en la Ilustración *10 s*e puede apreciar el modelo propuesto por la división de Mindstorm Education del cual solo se tomó en cuenta para la propuesta la funcionalidad del brazo robótico.

Ilustración 10 Brazo robótico – Arm H25 Lego Mindstorms

**Fuente**: https://education.lego.com/en-us/support/mindstorms-ev3/building-instructions

**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

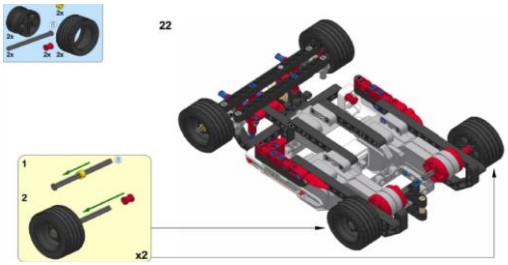
## Diseño del sistema de locomoción

El sistema de locomoción le permite al robot moverse por todo el patio esquivando posibles obstáculos en su trayecto establecido. Se utilizó un sistema de locomoción por ruedas debido a que en el establecimiento educativo donde el robot desempeña sus funciones su superficie es plana y regular sin presentar mayores problemas al diseño planteado.

Para el diseño del sistema de locomoción se tuvo en consideración el sistema propuesto de la compañía Lego de un modelo funcional, cabe recalcar que se tomó en cuenta un sistema de locomoción de cuatro ruedas y como se podría aplicar su funcionalidad en el prototipo propuesto en esta investigación.

En la Ilustración *11* se puede apreciar a detalle los componentes utilizados por la compañía Lego en su modelo RAC3 TRUCK.

Ilustración 11 Sistema de Locomoción



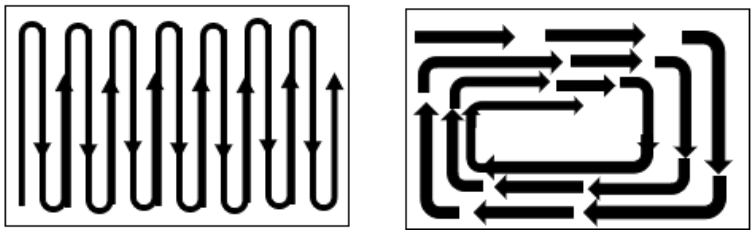

**Fuente**: https://www.lego.com/en-us/mindstorms/build-a-robot/rac3-truck
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Diseño de trayectorias

Al ser un prototipo de un robot autónomo debe ser capaz de realizar sus funciones sin intervención humana. Para ello se debe programar una trayectoria para que pueda movilizarse por todo el patio de la institución educativa, en esta investigación se plantea diferentes trayectorias las cuales se muestran a continuación:

En la Ilustración *12* se puede analizar dos posibles trayectorias a utilizar de acuerdo con la superficie del patio ambas trayectorias son factibles de realizar por el robot. Sin embargo, la trayectoria A permite al robot moverse con mayor agilidad durante el proceso de recolección de desechos.

Ilustración 12 Diseño de Posibles Trayectorias



Trayectoria A Trayectoria B

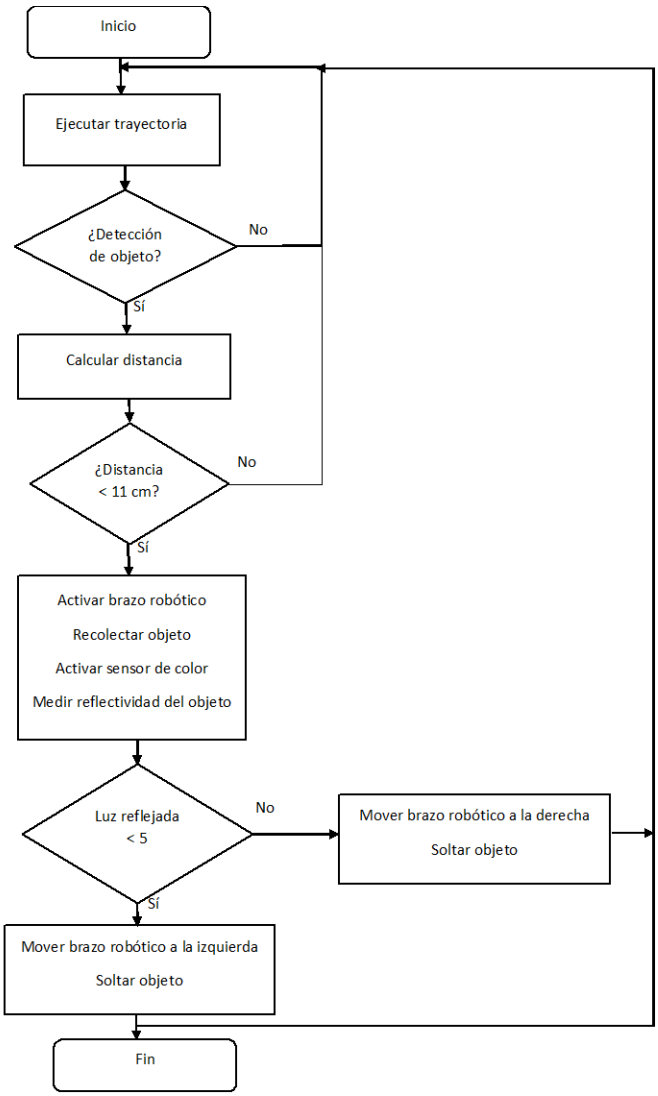
**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Diseño de Software

La programación debe permitir al prototipo realizar sus tareas sin supervisión humana. Para poder efectuar una correcta programación se debe plantear los procesos lógicos que debe seguir el robot.

En la *Ilustración 13* se puede apreciar la lógica que debe seguir el prototipo para cumplir satisfactoriamente su programación. El código del prototipo se encuentra detallado en el anexo Nº 2.

Ilustración 13  Diagrama de Procesos



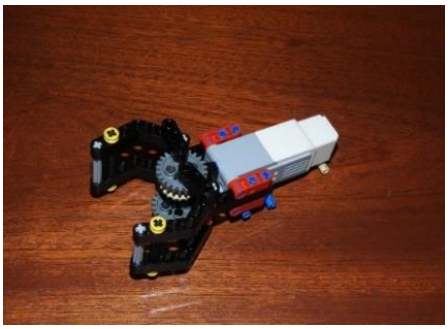

**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Implementación

En esta fase se procede a demostrar paso a paso el ensamblaje de cada uno de los componentes a utilizar en el prototipo según el diseño presentado anteriormente.

En la *Ilustración 14* se puede apreciar la garra mecánica ensamblada con el servo motor mediado, utilizado para ejercer presión en la garra para que el robot pueda recoger los desechos antes de clasificarlos.

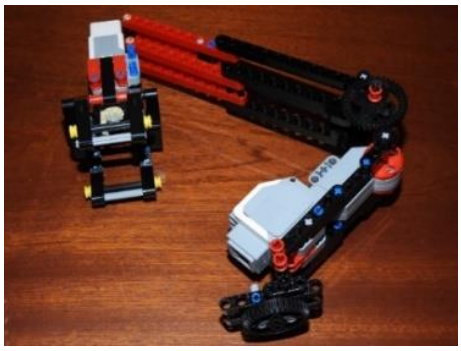
Ilustración 14  Garra Mecánica



**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En la *Ilustración 15* se observa todo el sistema de recolección de desechos que está compuesto por dos servos motores*,* el servo motor más grande el cual se encuentra ubicado en la parte inferior debido a su capacidad de ejercer mayor fuerza para levantar los objetos recolectados por la garra mecánica.

Ilustración 15  Brazo Robótico

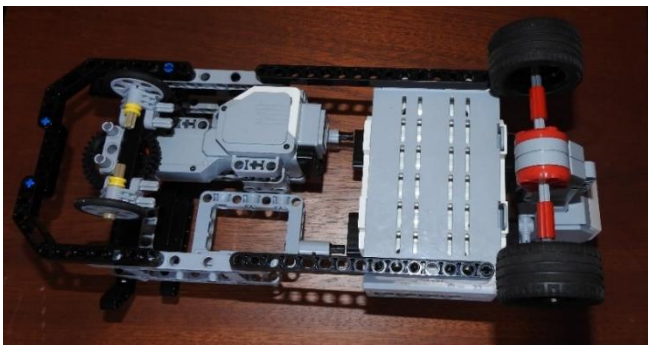


**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En la *Ilustración 16* se observa el sistema de locomoción que el prototipo utiliza para movilizarse por todo el patio de la institución educativa está compuesto por dos motores grandes. El primer servo motor se encarga de dirigir al robot en su trayectoria y a su vez es utilizado en la movilidad del brazo mecánico permitiendo reutilizar mismo recurso de hardware en dos tareas diferentes por

otro lado, el segundo servo motor genera tracción lo que permite al prototipo avanzar o retroceder durante su trayecto programado.

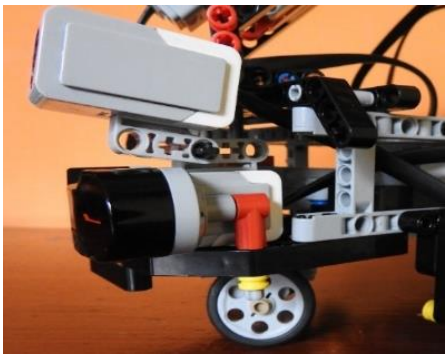
Ilustración 16  Locomoción



**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En la *Ilustración 17* se puede observar la colocación del sensor de color, el cual se encarga de medir la luz reflejada por los objetos recolectados para determinar su clasificación. Por otra parte, está sensor IR permite la detección de los objetos que pueden ser recolectados, así como los obstáculos presentados durante su recorrido permitiendo al robot esquivarlos.

Ilustración 17 Sensores



**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

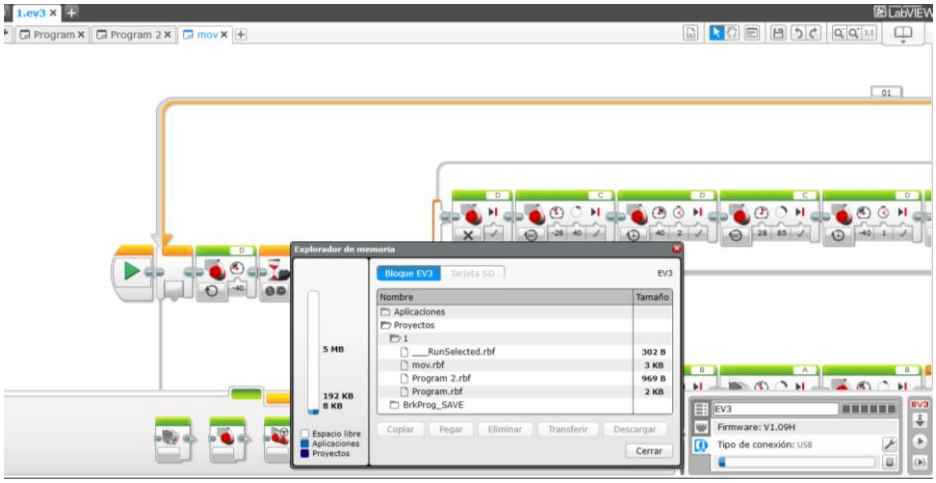
En la *Ilustración 18* se observa el prototipo final ya con todos sus sensores ubicados, así como todos los sistemas que permiten el correcto funcionamiento del prototipo ensamblados y conectados a los respectivos puertos ubicados en los costados del ladrillo programable.

Ilustración 18 Prototipo Final

**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En la *Ilustración 19* se observa el entorno de trabajo de Lego el cual utiliza un lenguaje de programación basado en LabView, así como la capacidad de almacenamiento interno y los dispositivos conectados al prototipo.

Ilustración 19 Entorno de Programación



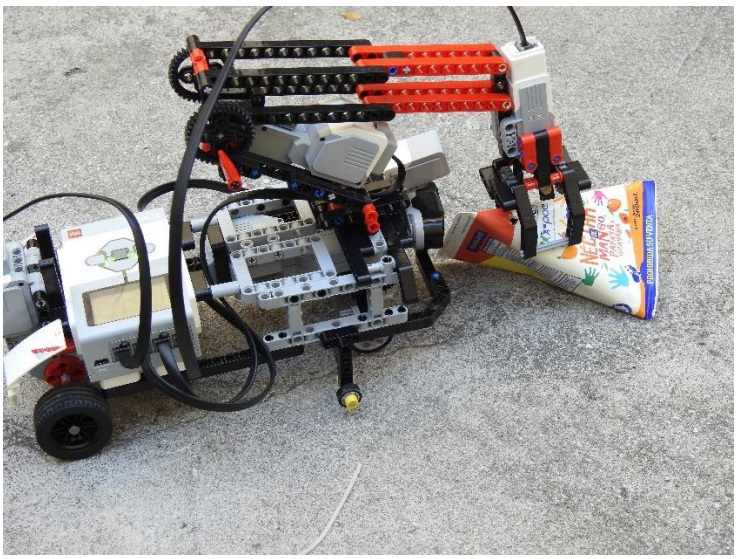

**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Pruebas

En esta sección se pone en funcionamiento al prototipo en un ambiente real donde debe poder recolectar los objetos, identificar su material de construcción, clasificarlos y evadir obstáculos de la forma más óptima posible.

En la *Ilustración 20* se puede observar el funcionamiento del mecanismo de recolección que se activa cuando el sensor IR detecta la proximidad de un objeto la garra procede a recolectarlo y levantarlo dando comienzo al proceso de clasificación.

Ilustración 20 Prototipo Recolectando Objetos



**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En la *Ilustración 21* se aprecia al prototipo con un objeto previamente recolectado, para proceder clasificarlo es necesario utilizar el sensor de color debido a que se encarga de medir la cantidad de luz reflejada de los objetos para determinar su material ya sea papel, cartón o plástico.

Ilustración 21 Proceso de Clasificación

**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

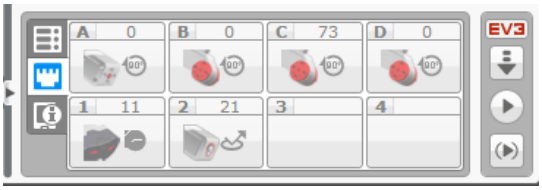
La *Ilustración 22* muestra la capacidad del prototipo de detectar obstáculos con los que podría colisionar para ello utiliza el sensor IR que permite medir la distancia entre el obstáculo y el robot facilitando la corrección su trayectoria evitando que el prototipo colisione.

Ilustración 22 Prototipo Evadiendo Obstáculo

**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

La *Ilustración 23* muestra la información recolectada en tiempo real sensor de color, sensor IR y de los servos motores permitiendo detectar si existe algún mal funcionamiento componentes mecánicos.

Ilustración 23 Prueba de Funcionamiento de los Sensores




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En el CUADRO No. 9 se detalla el porcentaje de éxito en las pruebas realizadas del prototipo. Se analizó las veces que el robot pudo cumplir con su tarea evaluando cada sistema por separado. Las pruebas fueron realizadas en

repetidas ocasiones para determinar el porcentaje de acierto del robot en cada una de ellas.

**CUADRO No. 9**

**Evaluación del Prototipo**

| Nº | ÍTEM | EVALUACIÓN |
|---|---|---|
| ***1*** | Movilidad del prototipo | 100% |
| ***2*** | Sistema de clasificación de desechos | 98,9% |
| ***3*** | Margen de error en la clasificación | 1,2% |
| ***4*** | Sistema de recolección de desechos | 98,8% |
| ***5*** | Margen de error en la recolección | 1,1% |
| ***6*** | Evasión de obstáculos | 99,5% |
| ***7*** | Margen de error en evadir obstáculos | 0,5% |

**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

## Mantenimiento

Para el correcto funcionamiento del prototipo se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Tener las baterías completamente cargadas antes de realizar su labor.
- Retirar las baterías cuando el robot este apagado.
- Evitar que el prototipo funcione cuando exista humedad.
- No dejar que el prototipo sea golpeado.
- Verificar el estado de todos los componentes luego de ser utilizado.

## Entregables del proyecto

En el presente trabajo de titulación se considera importante dar a conocer los siguientes entregables:

## Código fuente

Código funcional de prototipo que permite realizar las actividades de recolección y clasificación de desechos sin supervisión humana. El código del prototipo se encuentra detallado en el anexo Nº 2.

## Diseño del prototipo

Diseño computarizado realizado en la herramienta Lego Digital Designer el cual se realizó físicamente para demostrar su funcionamiento y viabilidad.

# CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Se analizaron los requerimientos necesarios para un óptimo funcionamiento del prototipo planteando, estas preguntas analizan cómo se comporta el robot en el área de desempeño y si es capaz de realizar sus labores de limpieza.

Para realizar la validación se solicitó la opinión de los docentes quienes conforman a la unidad educativa en el *CUADRO No. 10* se muestran las respuestas de los docentes al evaluar el prototipo.

**CUADRO No. 10**

**Criterios de Validación**

| ***Nº*** | ***Criterio*** | ***Evaluación*** |
|---|---|---|
| ***1*** | ¿Considera que el prototipo es funcional? | Sí |
| ***2*** | ¿Puede desplazarse por todo el terreno sin inconvenientes? | Sí |
| ***3*** | ¿Es capaz de realizar su tarea de forma autónoma? | Sí |
| ***4*** | ¿Posee una fuente de energía amigable con el medio ambiente? | Sí |
| ***5*** | ¿El prototipo es ligero y versátil? | Sí |
| ***6*** | ¿El prototipo cumple con sus objetivos? | Sí |

**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

# PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

En esta sección se analiza las respuestas de la encuesta que fue aplicada a una muestra total de 130 servidores públicos quienes forman parte del sistema educativo del distrito 09D06, el análisis de las encuestas será interpretadas

estadísticamente mediante el uso de herramientas como Microsoft Word que permite realizar cuadros y gráficos estadísticos útiles para una mejor comprensión de la información recolectada.

## Población y Muestra

### Población

La población es la membresía total o población o "universo" de una clase definida de personas, objetos o eventos. (Glossary of Statistical Terms, 2001)

El proyecto al ser dirigido a instituciones públicas educativas se tomó como población a toda la comunidad educativa perteneciente al distrito 09D06 de la ciudad de Guayaquil, entre ellos están autoridades de los planteles, docentes y servidores públicos en general.

En el *CUADRO No. 11* se detallan las personas que participaron en la encuesta realizada en el distrito 09D06.

**CUADRO No. 11**

**Población Distrito 09D06**

| Participantes | Cantidad |
|---|---|
| **Autoridades** | 128 |
| **Docentes** | 448 |
| **Servidores Públicos en General** | 179 |
| **Total** | 755 |

**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

### Muestra

Una muestra es un subconjunto de un marco donde los elementos se seleccionan en base a un proceso aleatorizado con una probabilidad de selección conocida. (Glossary of Statistical Terms, 2001)

Al determinar la muestra se tomó de forma aleatoria a las instituciones educativas que no cuentan con personal de limpieza. Debido a que son estas instituciones las cuales presentan mayores dificultades para mantener el aseo en sus patios.

Para el cálculo de la muestra se utilizó la siguiente formula:

$$M = \frac{N}{(n-1)\,K^2 + 1}$$

Dónde:

- **M** es la muestra
- **N** es la población o universo en nuestro caso son 755 personas entre personal administrativo, docentes y servidores públicos en general.
- **K** representa el margen de error de la estimación del cálculo para nuestro caso será del 8%

$$M = \frac{755}{(755-1)\,(0.08)^2 + 1}$$

$$M = \frac{755}{(754)\,(0.064) + 1}$$

$$M = \frac{755}{4.8256 + 1}$$

$$M = \frac{755}{5.8256}$$

$$M = 129,60$$

Mediante el cálculo estadístico se pudo determinar que el tamaño de la muestra es de 130 personas que representa el 17.21% de una población total de 755.

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### Técnica

Para este proyecto de titulación la técnica utilizada para la recolección de datos será una encuesta con ocho preguntas cerradas, esta encuesta será aplicada a las autoridades, docentes y servidores públicos en general pertenecientes al distrito 09D06.

### Recolección de la información

El método de la encuesta será aplicado para cuantificar el nivel de aceptación del prototipo robótico y el nivel de interés en este tipo de proyectos por parte del personal administrativo de las instituciones educativas. Dicha actividad se realizó durante la semana de capacitación curricular de los docentes comprendida del 25 al 29 de junio del 2018, se optó por elegir esta fecha debido a que era más factible poder realizar la encuesta sin tener que interrumpir las actividades académicas.

### Procesamiento y Análisis

El procesamiento y análisis de la información recolectada mediante las encuestas se demuestra mediante los gráficos denominados diagramas de barra y pastel permitiendo una correcta interpretación de las respuestas de todos los encuestados.

En el *CUADRO No. 12* se puede apreciar las preguntas realizadas en la encuesta y el total de respuestas obtenidas en cada una de ellas.

**CUADRO No. 12**

**Preguntas Realizadas**

| *Preguntas* | *Respuestas* |
|---|---|
| *¿Alguna vez ha escuchado sobre el termino robótica educacional?* | 130 |
| *¿Cree usted que un robot es útil para realizar labores de limpieza?* | 130 |
| *¿Alguna vez ha escuchado sobre proyectos de robótica en edificios públicos?* | 130 |
| *¿Qué desechos considera que son comunes dentro de una institución educativa?* | 130 |
| *¿Considera usted que un robot recolector y clasificador de desechos puede ayudar en el aseo de una institución educativa pública?* | 130 |
| *¿Considera usted que la implementación de un robot recolector y clasificador de desechos podría beneficiar a la comunidad educativa?* | 130 |
| *¿Cree usted posible la implementación de este tipo de proyectos tecnológicos en edificios públicos?* | 130 |
| *¿Usted estaría a favor de implementar robots para el aseo de una institución educativa pública?* | 130 |

**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

**Pregunta Nº1**

**¿Alguna vez ha escuchado sobre el termino robótica educacional?**

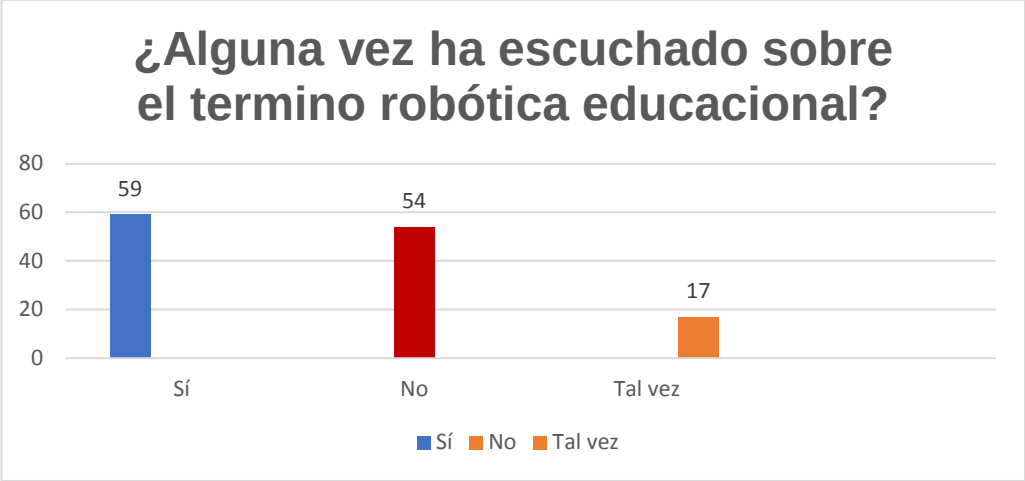
**CUADRO No. 13**

**Resultados Pregunta Nº1**

| *Alternativas* | *Cantidad* | *Porcentaje* |
|---|---|---|
| ***Sí*** | 59 | 45,4% |
| ***No*** | 54 | 41,5% |
| ***Tal vez*** | 17 | 13,1% |
| ***Total*** | **130** | **100%** |

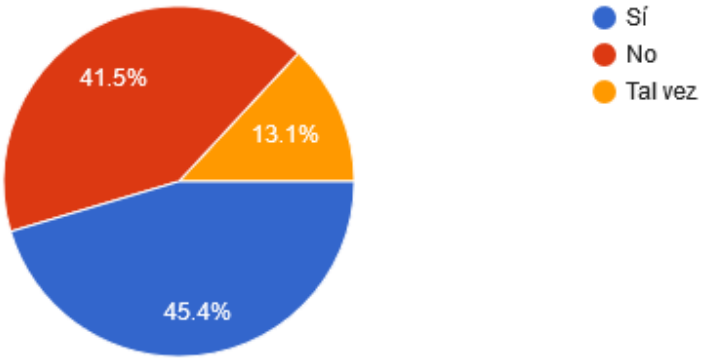
**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 24 Representación Gráfica Barra Pregunta Nº1




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 25 Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº1




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En las encuestas realizadas, las personas respondieron con lo siguiente:

Un 45,4% respondieron con un sí, afirmando que han escuchado el termino robótica educacional, el 13,1% creen haberlo escuchado en algún momento y el 41,5% nunca lo han escuchado.

Obteniendo un 58,5% de respuestas positivas lo que representa más de la mitad de la muestra encuestada quienes si han escuchado el tema de robótica educacional y el 41,5% de respuestas negativas indicando que no tienen conocimiento alguno del tema.

**Pregunta Nº2**

**¿Cree usted que un robot es útil para realizar labores de limpieza?**

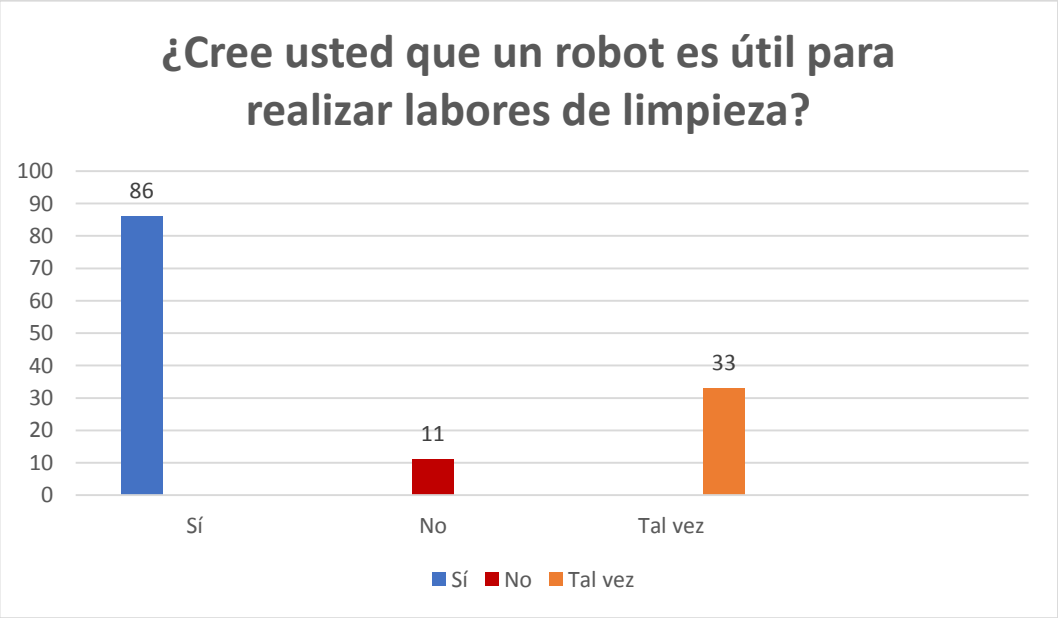
**CUADRO No. 14**

**Resultados pregunta Nº2**

| *Alternativas* | *Cantidad* | *Porcentaje* |
|---|---|---|
| ***Sí*** | 86 | 66,2% |
| ***No*** | 11 | 8,5% |
| ***Tal vez*** | 33 | 25,4% |
| ***Total*** | **130** | **100%** |

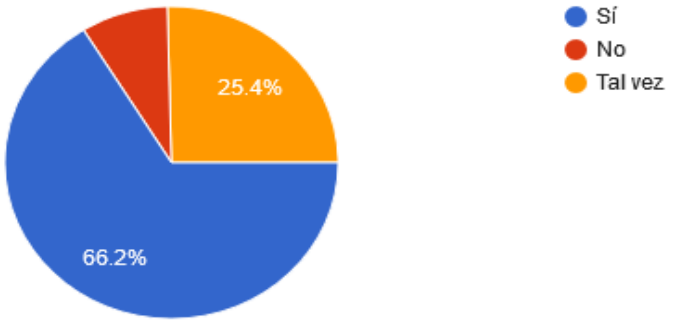
**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 26 Representación Gráfica Barra Pregunta Nº2




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 27 Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº2




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En las encuestas realizadas a las personas respondieron con lo siguiente:

Un 66,2% creen que un robot sí puede realizar labores de limpieza, el 25,4% de las personas no están seguros y el 8,5% creen que no es posible.

Obteniendo un 66,2% de respuestas positivas lo que representa más de la mitad de la muestra encuestada quienes consideran que los robots si están en la capacidad de realizar labores de limpieza, el 25,4% tienen sus dudas al momento de pensar que un robot pueda cumplir con dicha tarea de una forma eficiente y el 8,5% piensan que no es posible utilizar robots para realizar tareas de limpieza.

**Pregunta Nº3**

**¿Alguna vez ha escuchado sobre proyectos de robótica en edificios públicos?**

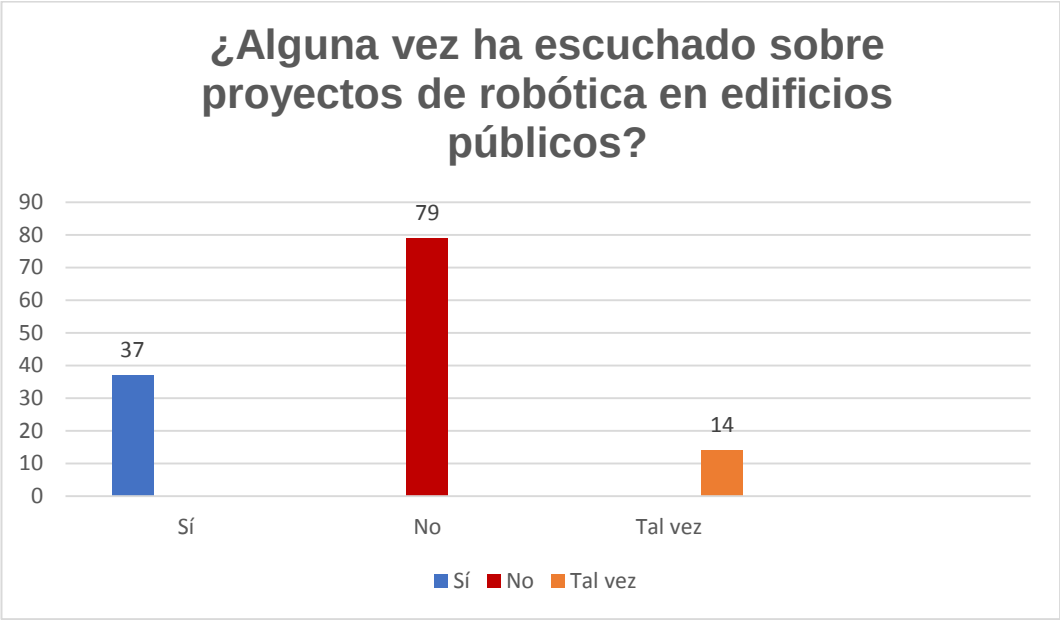
**CUADRO No. 15**

**Resultados Pregunta Nº3**

| ***Alternativas*** | ***Cantidad*** | ***Porcentaje*** |
|---|---|---|
| ***Sí*** | 37 | 28,5% |
| ***No*** | 79 | 60,8% |
| ***Tal vez*** | 14 | 10,8% |
| ***Total*** | **130** | **100%** |

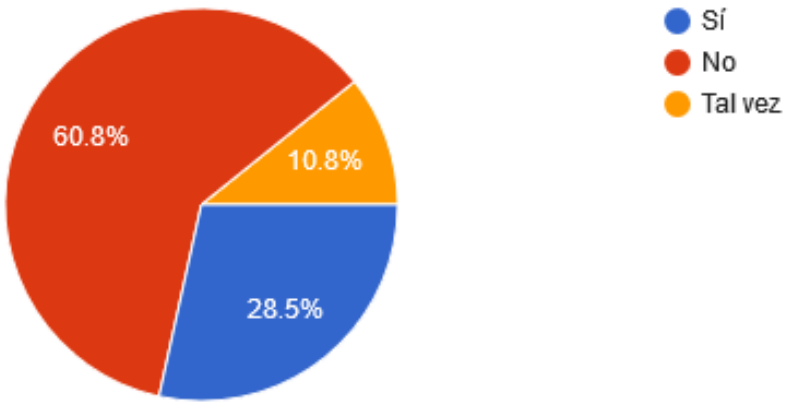
**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 28 Representación Gráfica Barra Pregunta Nº3




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 29 Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº3




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En las encuestas realizadas a las personas respondieron con lo siguiente:

Un 28,5 % indicaron que sí han escuchado sobre proyectos de robótica en algún edificio público, el 10,8% no están seguros y el 60,8% no han escuchado sobre ningún proyecto en esta rama tecnológica.

Obteniendo un 28,5% de respuestas positivas representando un cuarto de la muestra encuestada quienes afirman haber escuchado sobre proyectos robóticos en los edificios públicos, el 10,8% pudieron haberlo escuchado en algún momento y el 60,8% definitivamente nunca han escuchado sobre este tipo de proyectos.

**Pregunta Nº4**

**¿Qué desechos considera que son comunes dentro de una institución educativa?**

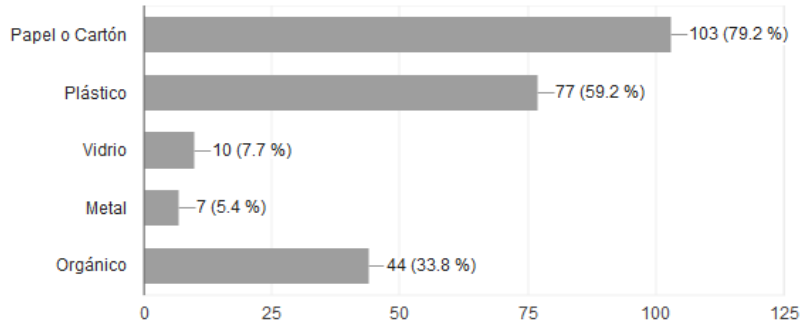
**CUADRO No. 16**

**Resultados Pregunta Nº4**

| ***Alternativas*** | ***Cantidad*** | ***Porcentaje*** |
|---|---|---|
| ***Papel o Cartón*** | 103 | 40,8% |
| ***Plástico*** | 77 | 29,2% |
| ***Vidrio*** | 10 | 7,7% |
| ***Metal*** | 7 | 5,4% |
| ***Orgánico*** | 44 | 16,9% |

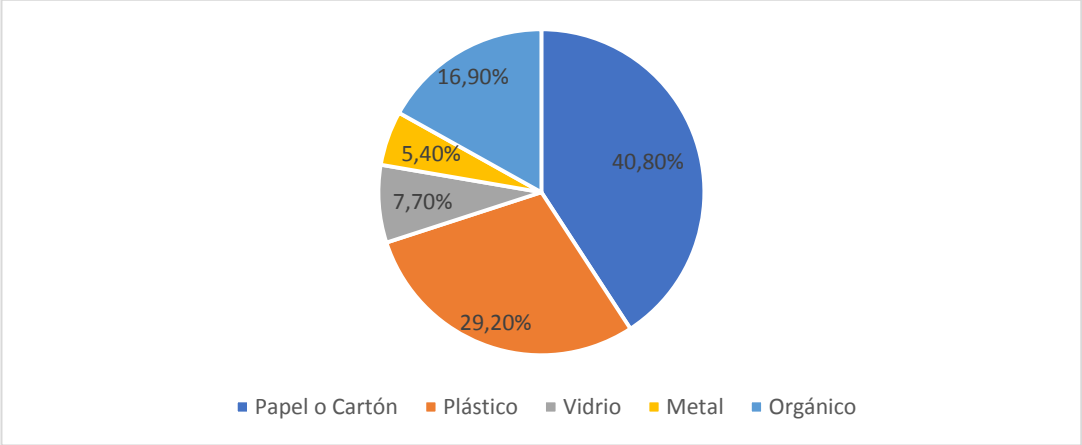
**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 30 Representación Gráfica Barra Pregunta Nº4




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 31 Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº4




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Mediante las encuestas realizadas se puede deducir que el total de los desechos producidos en instituciones educativas se componen por 40,8% de papel o cartón, 29,20% de plástico, 7,70% de vidrio, 5,4% de metal y el 16,9% de material orgánico.

De acuerdo con las personas encuestadas se puede concluir que la mayor parte de los desechos de las instituciones educativas están compuestos por papel, cartón, plástico y material orgánico. Estos resultados fueron tomados considerados para el diseño del sistema de recolección del prototipo.

**Pregunta Nº5**

**¿Considera usted que un robot recolector y clasificador de desechos puede ayudar en el aseo de una institución educativa pública?**

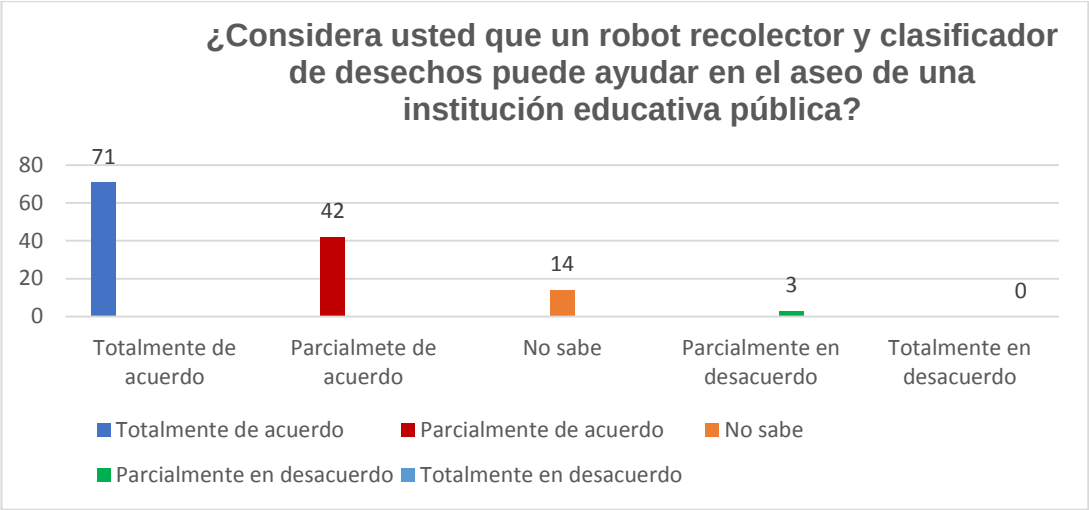
**CUADRO No. 17**

**Resultados Pregunta Nº5**

| ***Alternativas*** | ***Cantidad*** | ***Porcentaje*** |
|---|---|---|
| ***Totalmente de acuerdo*** | 71 | 54,6% |
| ***Parcialmente de acuerdo*** | 42 | 32,3% |
| ***No sabe*** | 14 | 10,8% |
| ***Parcialmente en desacuerdo*** | 3 | 2,3% |
| ***Totalmente en desacuerdo*** | 0 | 0% |
| ***Total*** | **130** | **100%** |

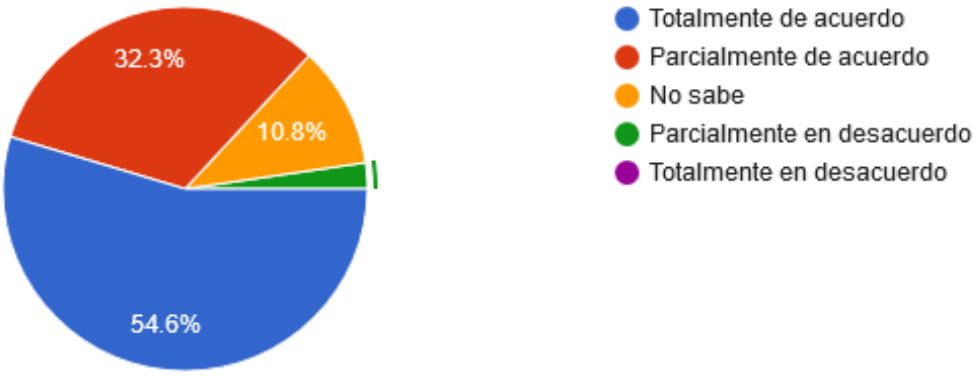
**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 32 Representación Gráfica Barra Pregunta Nº5




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 33 Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº5




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En las encuestas realizadas a las personas respondieron con lo siguiente:

Un 54,6 % están totalmente de acuerdo con la idea de que un robot puede ayudar en el aseo de las instituciones educativas, el 32,3% de las personas están parcialmente de acuerdo, el 10,8% no están seguros, el 2,3% están totalmente en desacuerdo con la idea.

Mediante la encuesta se puede deducir que 86,9% lo que representa más de la mitad de los encuestados quienes piensan que si es posible que un robot pueda ayudar en el aseo de las instituciones educativas y tan solo un 2,3% piensa lo contrario.

**Pregunta Nº6**

**¿Considera usted que la implementación de un robot recolector y clasificador de desechos podría beneficiar a la comunidad educativa?**

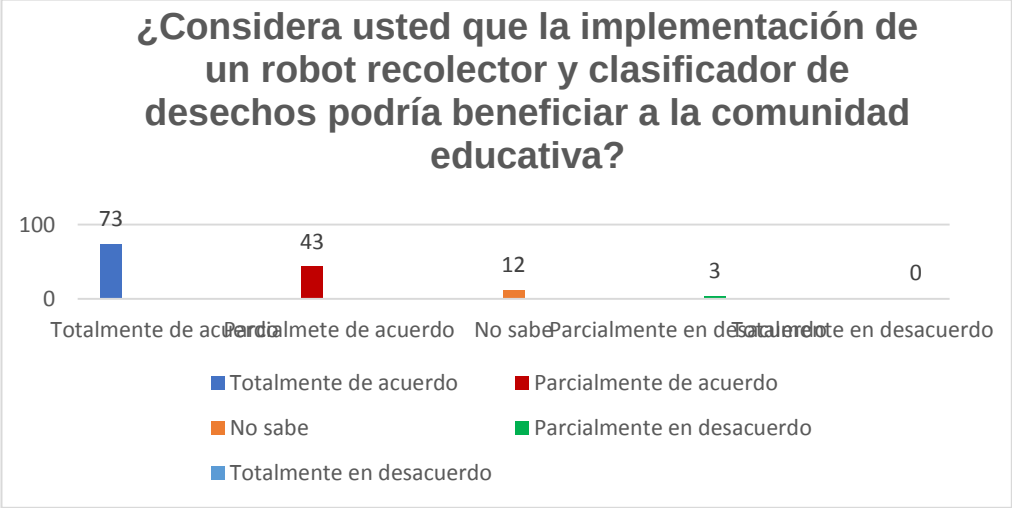
**CUADRO No. 18**

**Resultados Pregunta Nº6**

| *Alternativas* | *Cantidad* | *Porcentaje* |
|---|---|---|
| ***Totalmente de acuerdo*** | 73 | 54,6% |
| ***Parcialmente de acuerdo*** | 43 | 33,3% |
| ***No sabe*** | 12 | 9,3% |
| ***Parcialmente en desacuerdo*** | 1 | 0,8% |
| ***Totalmente en desacuerdo*** | 0 | 0% |
| ***Total*** | **130** | **100%** |

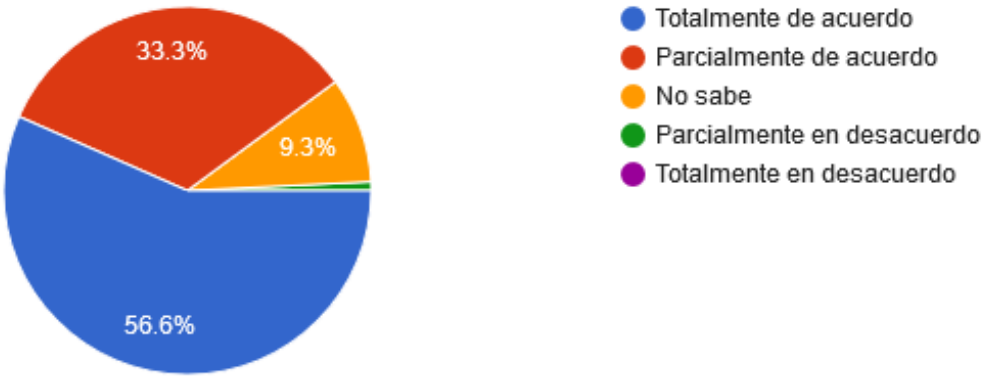
**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 34 Representación Gráfica Barra Pregunta Nº6




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 35 Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº6




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En las encuestas realizadas a las personas respondieron con lo siguiente:

Un 56,6 % sí están totalmente de acuerdo con que un robot puede beneficiar a la comunidad educativa, el 33,3% de las personas están parcialmente de acuerdo, el 9,3%% no están seguros y 0,8% están parcialmente en desacuerdo.

El 89,9% de las personas encuestas presentan una respuesta positiva indicando que un robot recolector y clasificador de desechos si puede beneficiar a la comunidad educativa de la institución mientras que el 0,8% cree que no sería beneficioso el robot.

**Pregunta Nº7**

**¿Cree usted posible la implementación de este tipo de proyectos tecnológicos en edificios públicos?**

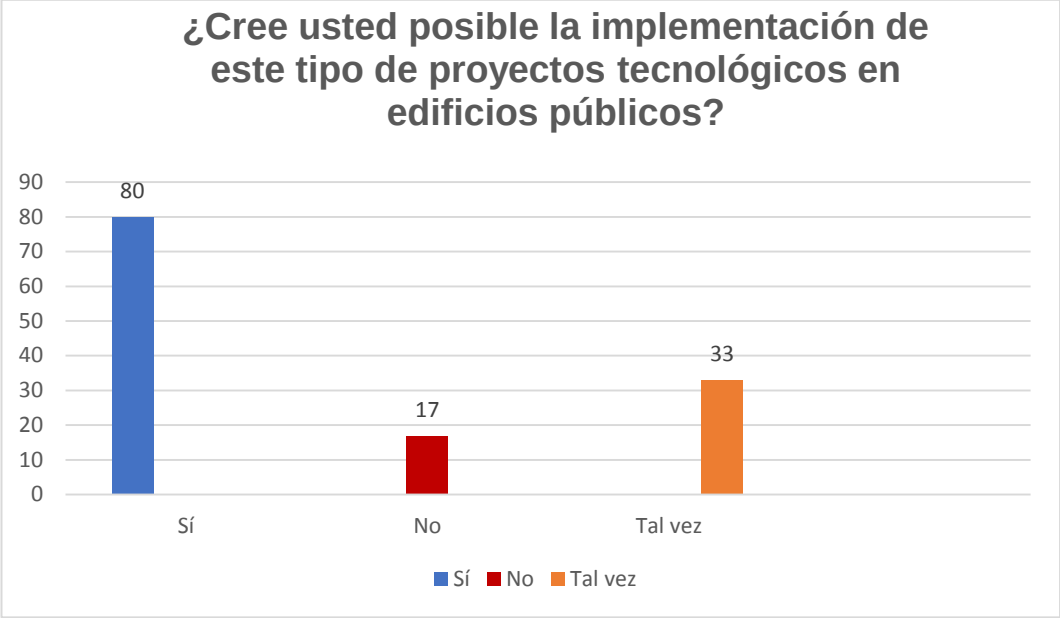
**CUADRO No. 19**

**Resultados Pregunta Nº7**

| *Alternativas* | *Cantidad* | *Porcentaje* |
|---|---|---|
| ***Sí*** | 80 | 61,5% |
| ***No*** | 17 | 13,1% |
| ***Tal vez*** | 33 | 25,4% |
| ***Total*** | **130** | **100%** |

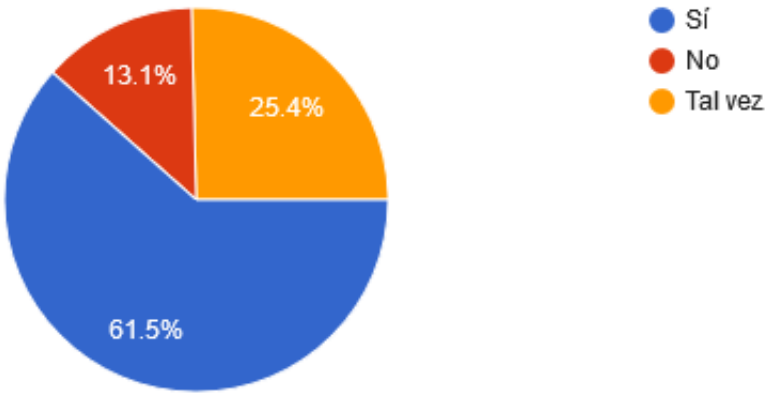
**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 36 Representación Gráfica Barra Pregunta Nº7




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 37 Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº7




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En las encuestas realizadas a las personas respondieron con lo siguiente:

Un 61,5 % creen que es posible implementar este tipo de proyectos tecnológicos en los edificios públicos, el 25,4% de las personas no están seguras y el 13,1% piensan que no es posible la implementación.

El 61,5% de las personas encuestadas que representan a más de la mitad de la muestra creen que si es posible implementar proyectos tecnológicos para facilitar el aseo en edificios públicos mientras que el 13,1% piensa que no es factible la implementación de los proyectos robóticos debido a cuestiones administrativas.

**Pregunta Nº8**

**¿Usted estaría a favor de implementar robots para el aseo de una institución educativa pública?**

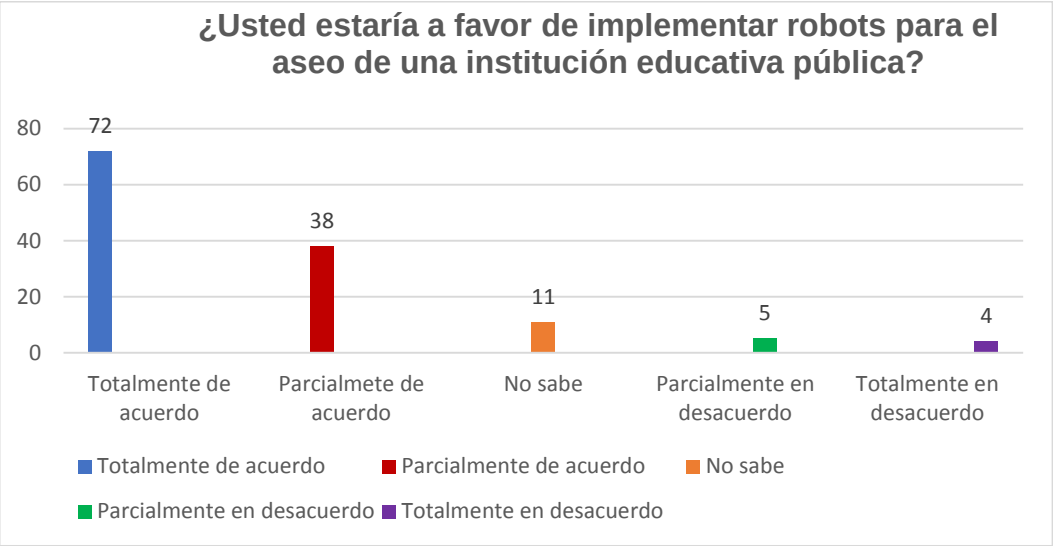
**CUADRO No. 20**

**Resultados Pregunta Nº8**

| *Alternativas* | *Cantidad* | *Porcentaje* |
|---|---|---|
| ***Totalmente de acuerdo*** | 72 | 55,4% |
| ***Parcialmente de acuerdo*** | 38 | 29,2% |
| ***No sabe*** | 11 | 8,5% |
| ***Parcialmente en desacuerdo*** | 5 | 3,8% |
| ***Totalmente en desacuerdo*** | 4 | 3,1% |
| ***Total*** | **130** | **100%** |

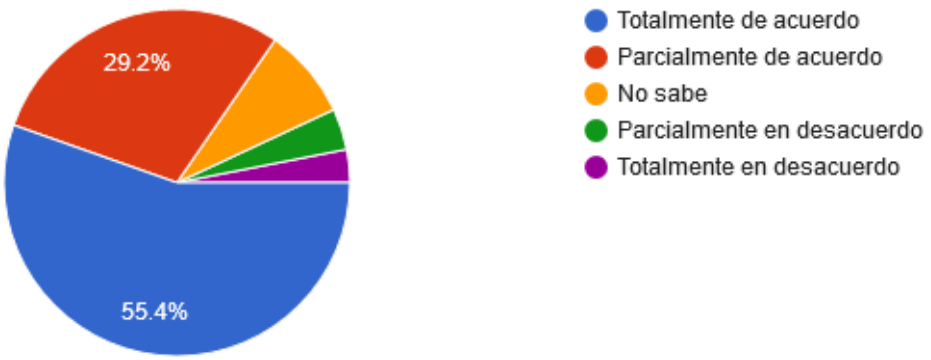
**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 38 Representación Gráfica Barra Pregunto Nº8




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

Ilustración 39 Representación Gráfica Pastel Pregunta Nº8




**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

En las encuestas realizadas a las personas respondieron con lo siguiente:

Un 55,4 % sí están totalmente de acuerdo con la implementación de robots de aseo, el 29,2% de las personas están parcialmente de acuerdo, el 8,5% no están seguras, el 3,8% están parcialmente en desacuerdo y 3,1% están totalmente en desacuerdo.

Se obtuvo una aceptación total del 84,6% para la implementación de robots de aseo en las instituciones públicas mientas que el 6,9% de las personas encuestadas no están a favor de la implementación de este tipo de soluciones.

# CAPITULO IV

# CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO

El prototipo fue programado para realizar la recolección y clasificación de desechos, mediante el uso de un sensor de color que mide la reflectividad de los objetos recolectados para poder clasificarlo de acuerdo por su material de construcción facilitando las labores de aseo de las instituciones educativas públicas. Para ello el prototipo tiene la capacidad de realizar un recorrido de forma autónoma mediante el sensor IR el cual le permite identificar los obstáculos en el trayecto para poder esquivarlos evitando daños por golpes el sensor IR también tiene la capacidad de identificar los objetos a recolectar durante su trayecto.

Dentro de los criterios de aceptación se contemplan las diferentes etapas realizadas en el proyecto siguiendo la metodología en cascada. Cada etapa se evalúa de acuerdo con el nivel de cumplimiento que se obtuvo al terminar el proyecto.

**CUADRO No. 21**

**Criterios de Aceptación**

| *ETAPAS* | DESCRIPCIÓN | NIVEL DE CUMPLIMIENTO |
|---|---|---|
| ***Análisis de requerimientos*** | Identificación de características y funcionabilidad de prototipo de acuerdo con las necesidades de la institución. | 100% |
| ***Diseño*** | Determinación de dispositivos a utilizar tomando en cuenta los requerimientos del paso anterior. | 100% |
| ***Implementación*** | Fase de ensamblaje y programación del prototipo de acuerdo con el diseño propuesto para lograr un óptimo funcionamiento. | 100% |
| ***Prueba*** | Pruebas de funcionamiento del prototipo y de sus sensores. | 100% |

| | | |
|---|---|---|
| ***Mantenimiento*** | Mencionar la correcta utilización de prototipo y las consideraciones necesarias para alargar su vida útil. | 100% |

**Fuente**: Datos de la investigación
**Elaborado por:** Xavier Nivecela Paredes

# Conclusiones

Al realizar el presente proyecto de titulación se presentó la oportunidad de conocer las diferentes propuestas de recolección de desechos bajo la tecnología de Lego Mindstorm las cuales optaban por presentaban soluciones enfocadas solo en recolección o solo en clasificación de desechos. Durante la investigación se buscó determinar la factibilidad de realizar un prototipo con la capacidad de realizar la recolección y clasificación de desechos de forma simultánea.

Para realizar la programación de clasificación del prototipo se determinó mediante las encuestas cuales son los desechos más comunes dentro de los patios de las instituciones educativas públicas dando como resultado que el plástico, papel y cartón son los desechos más frecuentes. Lo que permitió desarrollar una programación dirigida a la clasificación de los desechos presentados con mayor frecuencia.

Para poder llegar a un diseño concreto del prototipo se evaluaron los diferentes sensores que proporciona la compañía Lego determinando los más adecuados para realizar las tareas programadas. Los cuales se determinaron por tener diferentes métodos de funcionamiento y su versatilidad de programación en la herramienta de programación proporcionada por Lego.

Durante la implementación del proyecto se analizaron diferentes situaciones que pueden ocurrir durante la recolección de desechos. Para ello, se tomaron medidas tanto en el diseño y funcionamiento haciéndolo más adaptable a situaciones cotidianas en una institución educativa pública.

El prototipo fue diseñado en la tecnología robótica educacional de Lego. Para realizar el diseño computarizado se utilizó la herramienta Lego Digital Designer permitiendo tener una idea clara de componentes necesarios para elaborar el prototipo robótico.

# Recomendaciones

En el área de la robótica existen diferentes ramas de investigación, una de ellas es la robótica educacional la cual impulsa a los estudiantes a involucrarse en esta sección permitiéndoles resolver problemas cotidianos del mundo con componentes fáciles de programar de forma intuitiva. Esta rama de la robótica debería ser impulsada en diferentes instituciones educativas debido a su gran aporte al conocimiento de los estudiantes desde temprana edad.

Como recomendaciones se procede a mencionar algunas ideas que permitan añadir nuevas funcionalidades al prototipo:

- Añadir otro sensor de color que permita al prototipo seguir un recorrido fijo mediante una línea marcada, asegurando tener un sistema de apoyo de trayectorias.

- Integrar una batería recargable que la compañía Lego provee para darle más autonomía al prototipo evitando comprar pilas AA cada vez que se agoten.

- Dividir el sistema de recolección para poder realizar la tarea mucho más rápido, el sistema clasificación puede ser realizado por otro robot permitiendo liberar el exceso de procesamiento de datos e integrando nuevas funciones en el prototipo.

- Añadir una estructura impermeable al robot para hacerlo resistente a salpicaduras de líquidos.

# BIBLIOGRAFÍA


Lego Education. (2013). *Proyectos de ingeniería de diseño, materiales innovadores que permiten a los estudiantes diseñar, construir y programar robots para resolver problemas específicos.* Obtenido de https://le-www-live-s.legocdn.com/sc/media/files/ev3-teacher-guides/ev3-design-teacher-intro-es-dfb0bc9f60bda582f65ce5030cd9f481.pdf?la=en-au

Alzaga, J. (29 de Abril de 2014). *Escuela de Organización Industrial*. Obtenido de http://www.eoi.es/blogs/embacon/2014/04/29/las-5-fases-en-gestion-de-proyectos/

Beatriz, P. (1994). *Metodología de la investigación .* Organización Panamericana de Washington.

Bermúdez, G., & Pinto, M. (2007). *Determinación de parámetros de un robot móvil de Lego Mindstorms®.*

Bermúdez, G., & Pinto, M. (2008). *Determinación de parámetros para el servomotor NXT® del kit de robótica Lego® Mindstoms®.*

David, G. T. (2015). *Universidad Distrital Francisco José de Caldas.* Obtenido de http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3422/1/Gait%C3%A1nTabaresDavidLeonardo2015.pdf

Galvis, A. (1987). *Fundamentos de Tecnología Educativa.* San José, Costa Rica.

Glossary of Statistical Terms. (25 de Septiembre de 2001). *OECD*. Obtenido de https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=2079

L. Jones, J., & M. Flynn, A. (1993). *Mobile robots: Inspirations to implemention.* A K Peters Ltd.

Lego®. (2013). *Lego Mindstorms history*. Obtenido de https://www.lego.com/en-us/mindstorms/history

Lego® Mindstorms®. (2013). *Ev3- Arm h25*. Obtenido de https://education.lego.com/en-us/support/mindstorms-ev3/building-instructions

López, P. (2004). *Scielo.* Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1815-02762004000100012&script=sci_arttext

Nasa. (7 de Agosto de 2017). *Robots Definition*. Obtenido de https://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-4/stories/nasa-knows/what_is_robotics_k4.html

Owen, T. (1980). *Economic criterion for robot justification.* Obtenido de https://doi.org/10.1108/eb004773

Real Academia Española. (2014). *batería*. Obtenido de http://dle.rae.es/

Real Academia Española. (2014). *desechos*. Obtenido de http://dle.rae.es/?id=Co0Gmme

Real Academia Española. (2014). *inalámbrico*. Obtenido de http://dle.rae.es/

Real Academia Española. (2014). *locomoción*. Obtenido de http://dle.rae.es/

Real Academia Española. (2014). *programación*. Obtenido de http://dle.rae.es/

Real Academia Española. (2014). *prototipo*. Obtenido de http://dle.rae.es/?id=UTAcBkl

Real Academia Española. (2014). *robot*. Obtenido de http://dle.rae.es/?id=WYRlhzm

Real Academia Española. (2014). *secuencia*. Obtenido de http://dle.rae.es/?id=XPchg6c

Real Academia Española. (2014). *sensor*. Obtenido de http://dle.rae.es/?id=XaY03jU

Real Academia Española. (2014). *servomotor*. Obtenido de http://dle.rae.es/?id=Xi6qRXB

Real Academia Española. (2014). *sistema*. Obtenido de http://dle.rae.es/?id=Y2AFX5s

Real Academia Española. (2014). *trayectoria*. Obtenido de http://dle.rae.es/?id=aXwzDUJ

Reyes, F. (2011). *Robótica - Control de robots manipuladores .* México D.F: Alfaomega .

Robot Institute of America . (1979). *Engineering.nyu.edu*. Obtenido de Engineering.nyu.edu: http://engineering.nyu.edu/mechatronics/smart/pdf/Intro2Robotics.pdf

Robotica. (2013). *Componentes Ev3*. Obtenido de https://robotica.com/Producto/Ladrillo-inteligente-LEGO-MINDSTORMS-EV3/

Sandria Reynoso, J., Alarcón Domínguez, R., Salvador Muñoz, E., Salvador Cárdenas, E., Ángel Alonso , M., & Salas Borbolla, C. (2004). *Construcción y Programación de robots limpiadores con lego Mindstorms y Java.* México.

Universidad de Burgos. (12 de Marzo de 2016). *UBUinvestiga.* Obtenido de http://www3.ubu.es/ubuinvestiga/ideas-de-los-mas-jovenes-para-un-mundo-mejor-first-lego-league-2016/

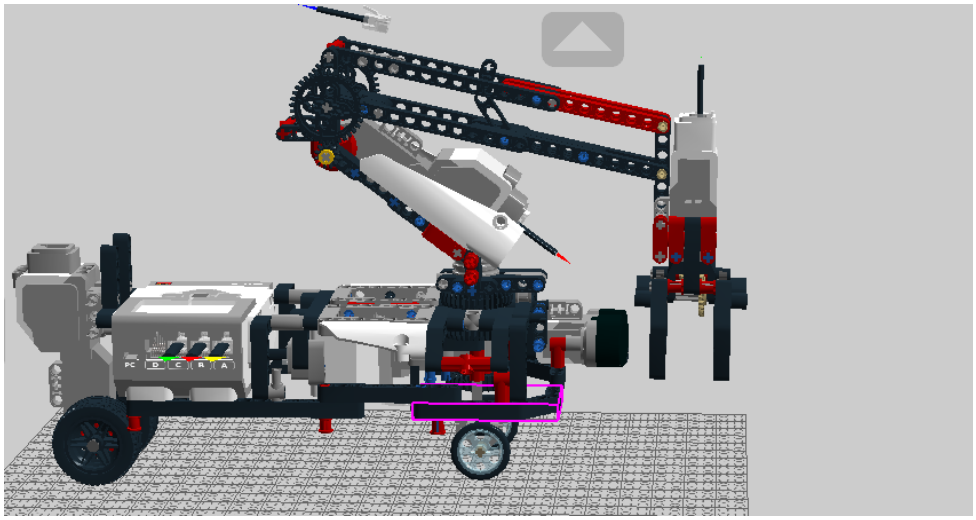
University of California. (2015). *Uc Santa Cruz*. Obtenido de https://its.ucsc.edu/project-management/pm-methodology.html

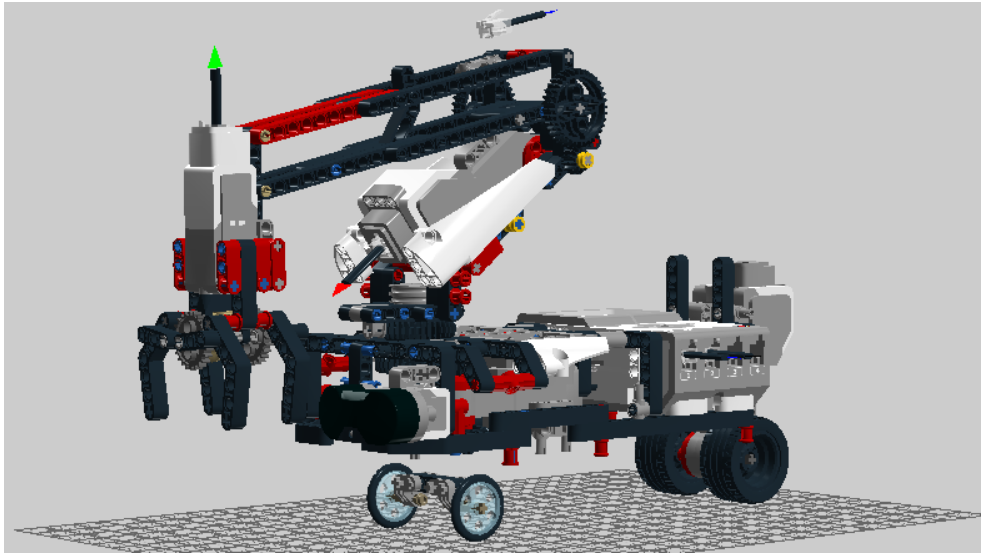
World Robot Olympiad. (15 de Enero de 2016). *Wrobot.org.* Obtenido de https://www.wroboto.org.mx/reglas2016/reglasWRO2016_Secundaria.pdf

# ANEXOS

## ANEXO Nº 1

### Diseño computarizado del prototipo robótico

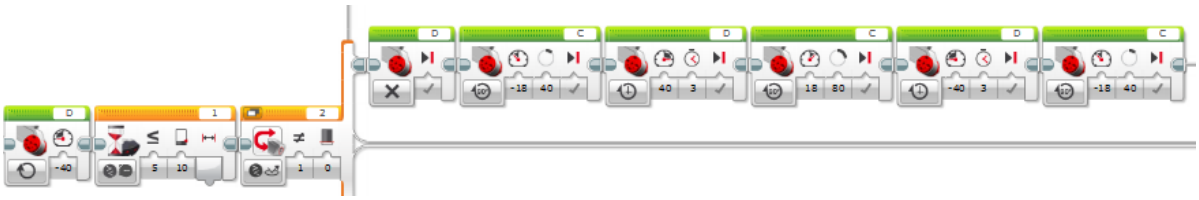




## ANEXO Nº 2

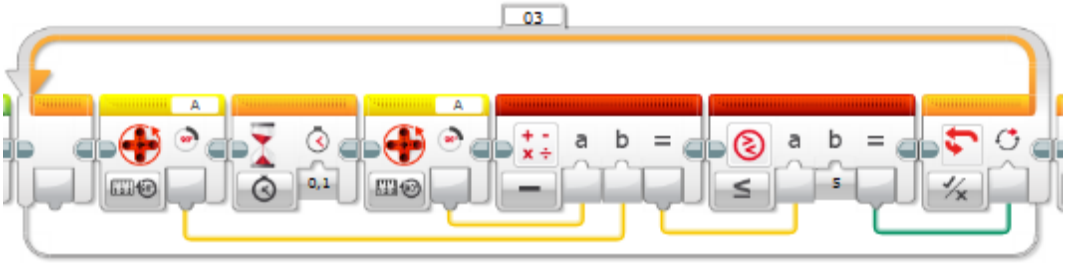
### Código del prototipo robótico

### Programación de la trayectoria

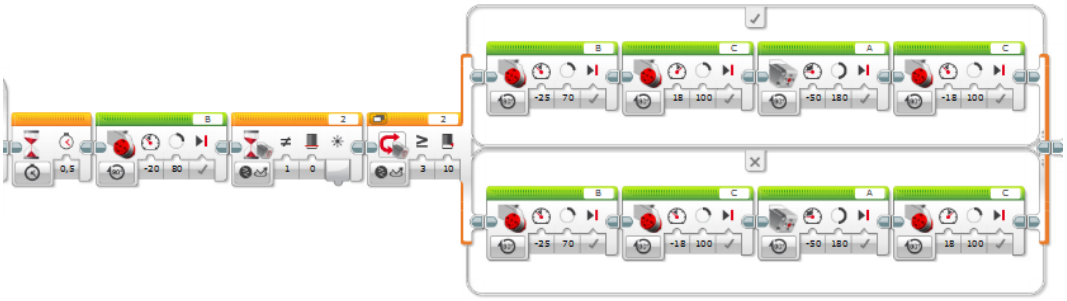


### Programación de detección de objetos

### Validación de cierre de la garra



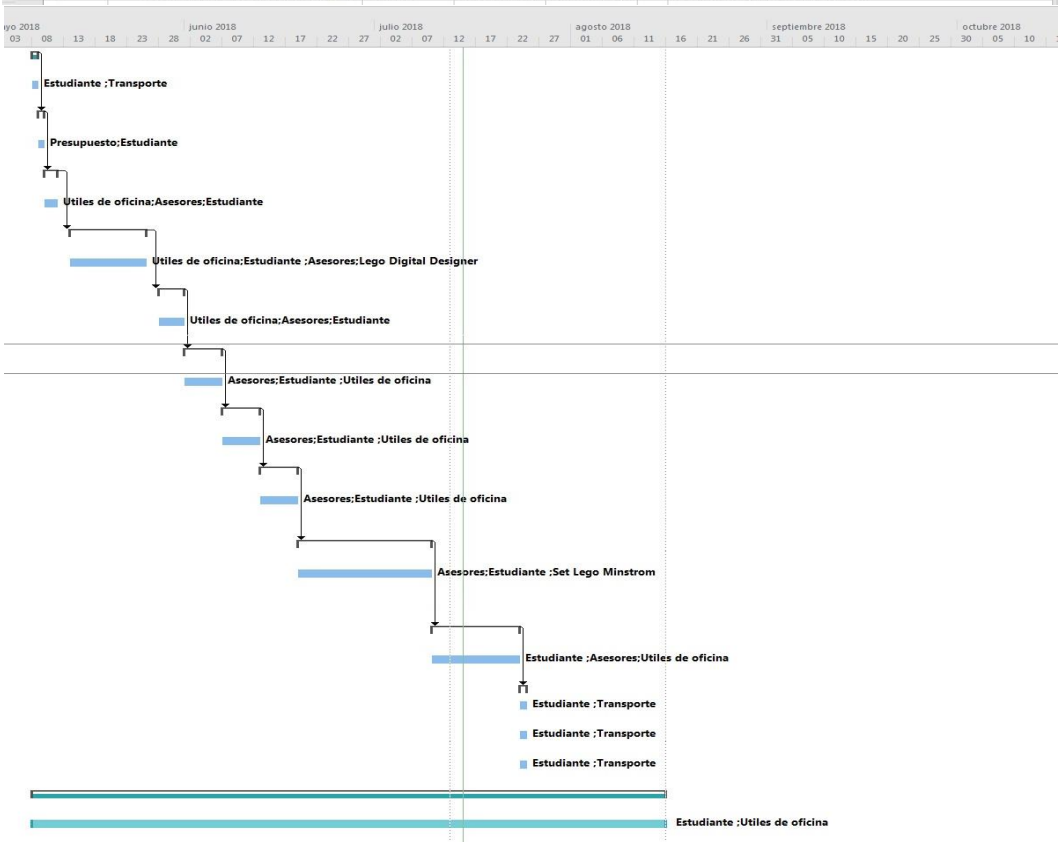
### Programación de la clasificación de desechos



## ANEXO Nº 3

### Cronograma de trabajo

| | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | F | Nombres de los recursos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | **Análisis de requerimientos** | **1 día** | **mar 08/05/1:** | **mar 08/05/1:** | | |
| 2 | | levantamiento de la informacic | 1 día | mar 08/05/1: | mar 08/05/1: | | Estudiante ;Transporte |
| 3 | | **Reunion de requerimientos** | **1 día** | **mié 09/05/1:** | **mié 09/05/1:** | **1** | |
| 4 | | Set Lego Mindstorm | 1 día | mié 09/05/1: | mié 09/05/1: | | Presupuesto;Estudiante |
| 5 | | **Asesoría técnica** | **2 días** | **jue 10/05/18** | **vie 11/05/18** | **3** | |
| 6 | | reuniones con asesores | 2 días | jue 10/05/18 | vie 11/05/18 | | Utiles de oficina;Asesores;Estudiante |
| 7 | | **Diseño del Prototipo** | **10 días** | **lun 14/05/18** | **vie 25/05/18** | **5** | |
| 8 | | Elaboración del diseño del prot | 10 días | lun 14/05/18 | vie 25/05/18 | | Utiles de oficina;Estudiante ;Asesores;Lego Digital Des |
| 9 | | **Diseño del sistema de recolecciór** | **4 días** | **lun 28/05/18** | **jue 31/05/18** | **7** | |
| 10 | | Evaluación de diferentes sister | 4 días | lun 28/05/18 | jue 31/05/18 | | Utiles de oficina;Asesores;Estudiante |
| 11 | | **Diseño del sistema de clasificació** | **4 días** | **vie 01/06/18** | **mié 06/06/1:** | **9** | |
| 12 | | Evaluación de los sensores a ut | 4 días | vie 01/06/18 | mié 06/06/1: | | Asesores;Estudiante ;Utiles de oficina |
| 13 | | **Diseño del sistema de locomoció** | **4 días** | **jue 07/06/18** | **mar 12/06/1:** | **11** | |
| 14 | | Definición de la movilidad del | 4 días | jue 07/06/18 | mar 12/06/1: | | Asesores;Estudiante ;Utiles de oficina |
| 15 | | **Diseño del Software de control de** | **4 días** | **mié 13/06/1:** | **lun 18/06/18** | **13** | |
| 16 | | Definición de las tareas a realiz | 4 días | mié 13/06/1: | lun 18/06/18 | | Asesores;Estudiante ;Utiles de oficina |
| 17 | | **Ensamblaje del Prototipo** | **15 días** | **mar 19/06/1:** | **lun 09/07/18** | **15** | |
| 18 | | Union de los diferentes sistem | 15 días | mar 19/06/1: | lun 09/07/18 | | Asesores;Estudiante ;Set Lego Minstrom |
| 19 | | **Programación en LabView** | **10 días** | **mar 10/07/1:** | **lun 23/07/18** | **17** | |
| 20 | | Programación de las tareas del | 10 días | mar 10/07/1: | lun 23/07/18 | | Estudiante ;Asesores;Utiles de oficina |
| 21 | | **Pruebas a realizar** | **1 día** | **mar 24/07/1:** | **mar 24/07/1:** | **19** | |
| 22 | | Pruebas de locomoción | 1 día | mar 24/07/1: | mar 24/07/1: | | Estudiante ;Transporte |
| 23 | | Pruebas de recolección | 1 día | mar 24/07/1: | mar 24/07/1: | | Estudiante ;Transporte |
| 24 | | Pruebas de Clasificación | 1 día | mar 24/07/1: | mar 24/07/1: | | Estudiante ;Transporte |
| 25 | | **Documentación** | **72 días** | **mar 08/05/1:** | **mié 15/08/1:** | | |
| 26 | | Documentación del prototipo | 72 días | mar 08/05/1: | mié 15/08/1: | | Estudiante ;Utiles de oficina |



**ANEXO Nº 4**

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**
**CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES**
**ENCUESTA PARA EL PROYECTO DE TITULACIÓN**
**"DISEÑO DE UN ROBOT RECOLECTOR Y CLASIFICADOR DE DESECHOS BASADO EN HERRAMIENTAS LEGO MINDSTORM PARA INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS."**

1. ¿Alguna vez ha escuchado sobre el termino robótica educacional?

| | |
|---|---|
| Sí | ☐ |
| No Sabe | ☐ |
| No | ☐ |

2. ¿Cree usted que un robot es útil para realizar labores de limpieza?

| | |
|---|---|
| Sí | ☐ |
| No Sabe | ☐ |
| No | ☐ |

3. ¿Alguna vez ha escuchado sobre proyectos de robótica en edificios públicos?

| | |
|---|---|
| Sí | ☐ |
| No Sabe | ☐ |
| No | ☐ |

4. ¿Qué desechos considera que son comunes dentro de una institución educativa?

| | |
|---|---|
| Metal | ☐ |
| Plástico | ☐ |
| Vidrio | ☐ |
| Papel o cartón | ☐ |
| Orgánico | ☐ |

5. ¿Considera usted que un robot recolector y clasificador de desechos puede ayudar en el aseo de una institución educativa pública?

| | |
|---|---|
| De acuerdo | ☐ |

| | |
|---|---|
| | |
| Parcialmente de acuerdo | |
| No sabe | |
| Desacuerdo | |
| Totalmente desacuerdo | |

6. ¿Considera usted que la implementación de un robot recolector y clasificador de desechos podría beneficiar a la comunidad educativa?

| | |
|---|---|
| De acuerdo | |
| Parcialmente de acuerdo | |
| No sabe | |
| Desacuerdo | |
| Totalmente desacuerdo | |

7. ¿Cree usted posible la implementación de este tipo de proyectos tecnológicos en edificios públicos?

| | |
|---|---|
| Sí | |
| No Sabe | |
| No | |

8. ¿Usted estaría a favor de implementar robots para el aseo de una institución educativa pública?

| | |
|---|---|
| De acuerdo | |
| Parcialmente de acuerdo | |
| No sabe | |
| Desacuerdo | |
| Totalmente desacuerdo | |