

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN ROBOT ASISTENTE PARA
APRENDIZAJE DE NIÑOS Y NIÑAS DE 4 A 8 AÑOS.**

AUTOR: EDGAR SEGUNDO TOAPANTA CANDO

DIRECTOR: ING. PATRICIA NATALY CONSTANTE PRÓCEL

Latacunga, 2024



CONTENIDO

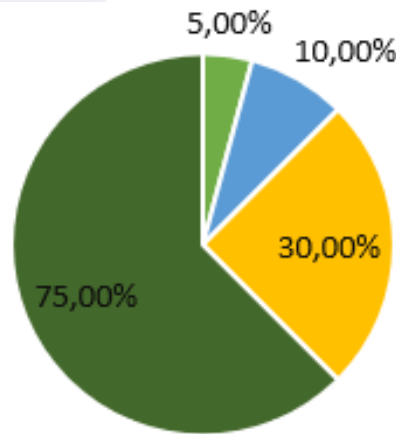
1. Introducción
2. Necesidades del usuario
3. Métricas del robot
4. Selección de componentes
5. Diseño mecánico
6. Diseño electrónico
7. Programación
8. Pruebas y Resultados
9. Conclusiones y recomendaciones

Introducción

Aprendizaje tradicional



Robótica Educativa



■ Audición ■ Lectura ■ Vista ■ Práctica

STEAM



Objetivos

Objetivo General:

Diseñar y fabricar un robot asistente para aprendizaje de niñas y niños de 4 a 8 años.

Objetivo Específicos:

- Diseñar los mecanismos para el movimiento del robot.
- Programar el algoritmo de control del robot educativo.
- Fabricar los sistemas del robot que permitan movilidad.
- Implementar y verificar el robot asistente.

Hipótesis

¿El diseño y fabricación de un robot asistente educativo contribuirá en el aprendizaje de niños y niñas de 4 a 8 años?

Morfología

HUMANOIDE



CON RUEDAS



CON PATAS



OTROS:

- Enjambre

Métricas del Robot

N°	Métricas	Importancia	Unidades
1	Tipo de material	5	Plástico
2	Dimensiones	3	cm
3	Peso	3	Kg
4	Resistencia	4	Mpa
5	Tarjeta de control	5	Gb
6	Capacidad de batería	5	mA
7	Visualizador	3	Pixel
8	Sensores	4	Si/No
9	Conexión móvil	3	Mbps
10	Aplicación móvil	4	Android
11	Herramienta educativa	5	Si/No

Modelo de Sistemas

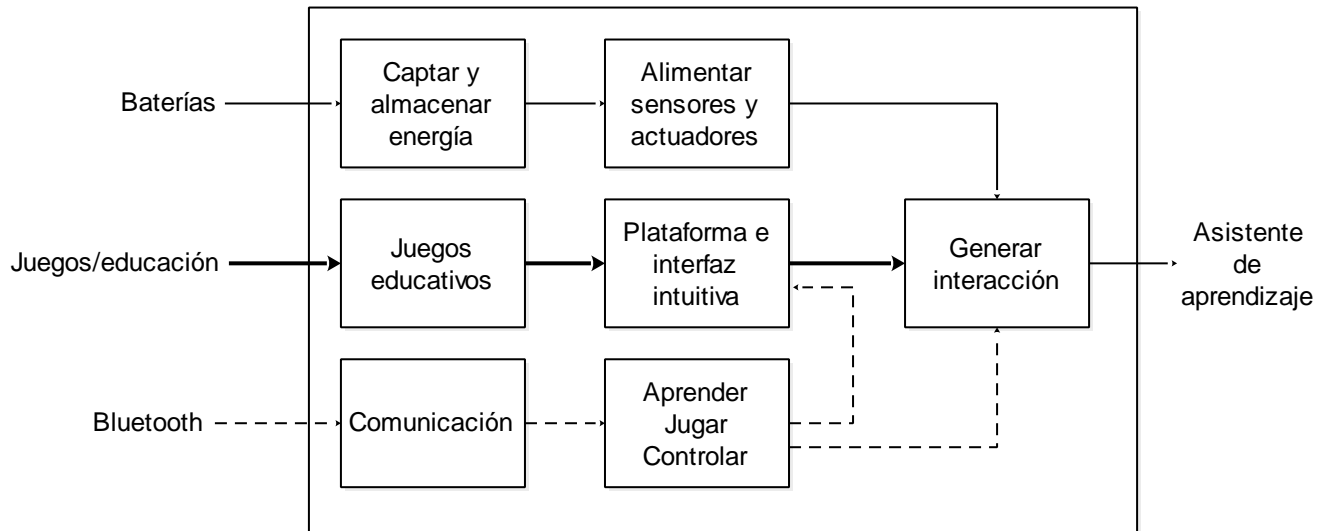
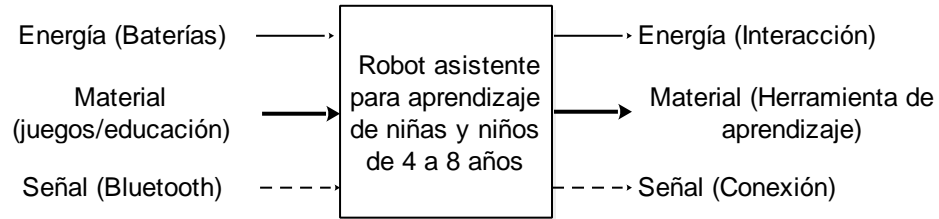
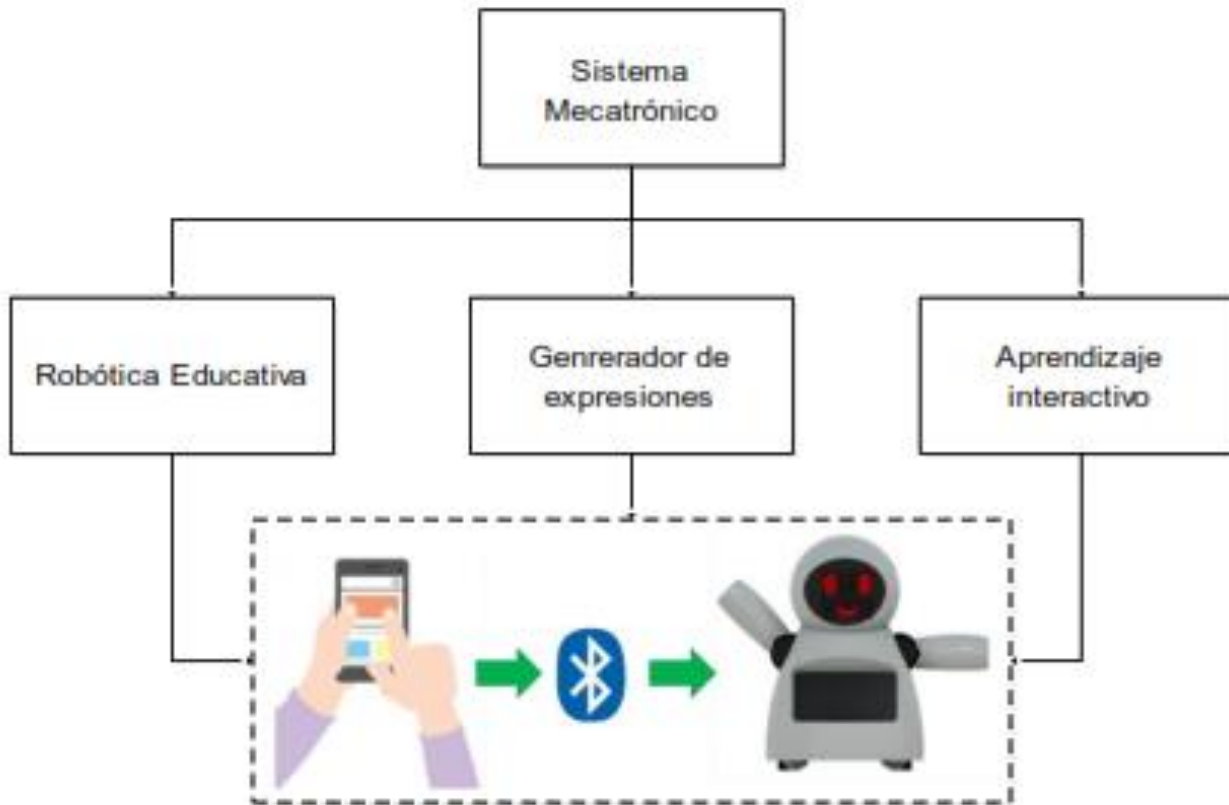


Diagrama de Niveles



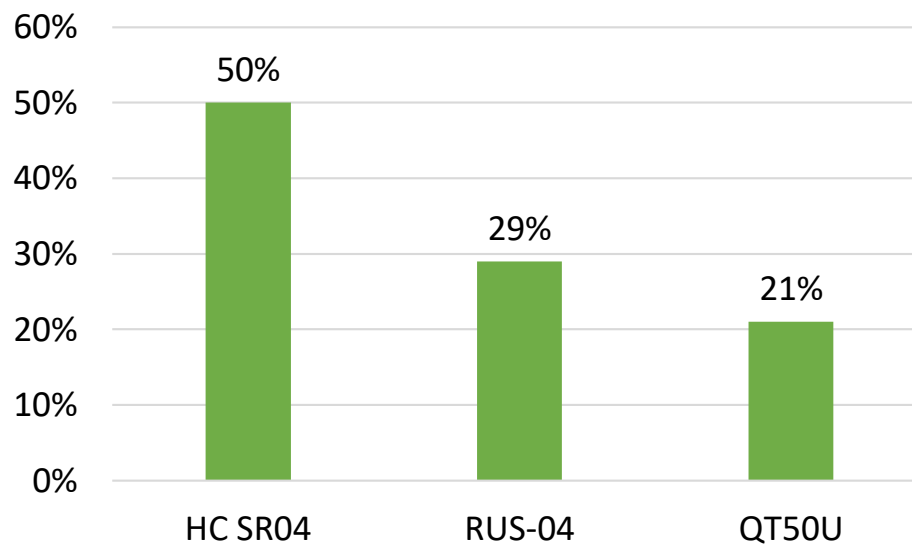
Selección de Componentes

Criterio	HC-SR04	RUS-04	QT50U
Rango de medición	2 cm a 400 cm	5 cm a 500 cm	3 cm a 500 cm
Precisión	+/- 3 mm	+/- 1 mm	+/- 1 mm
Ángulo de detección	30 grados	15 grados	15 grados
Frecuencia de trabajo	40 kHz	40 kHz	40 kHz
Voltaje de operación	5 V	5 V	5 V
Consumo de corriente	15 mA	30 mA	15 mA
Precio	\$3	\$10	\$20
Salida de señal	Pulso digital	Pulso digital	Pulso digital

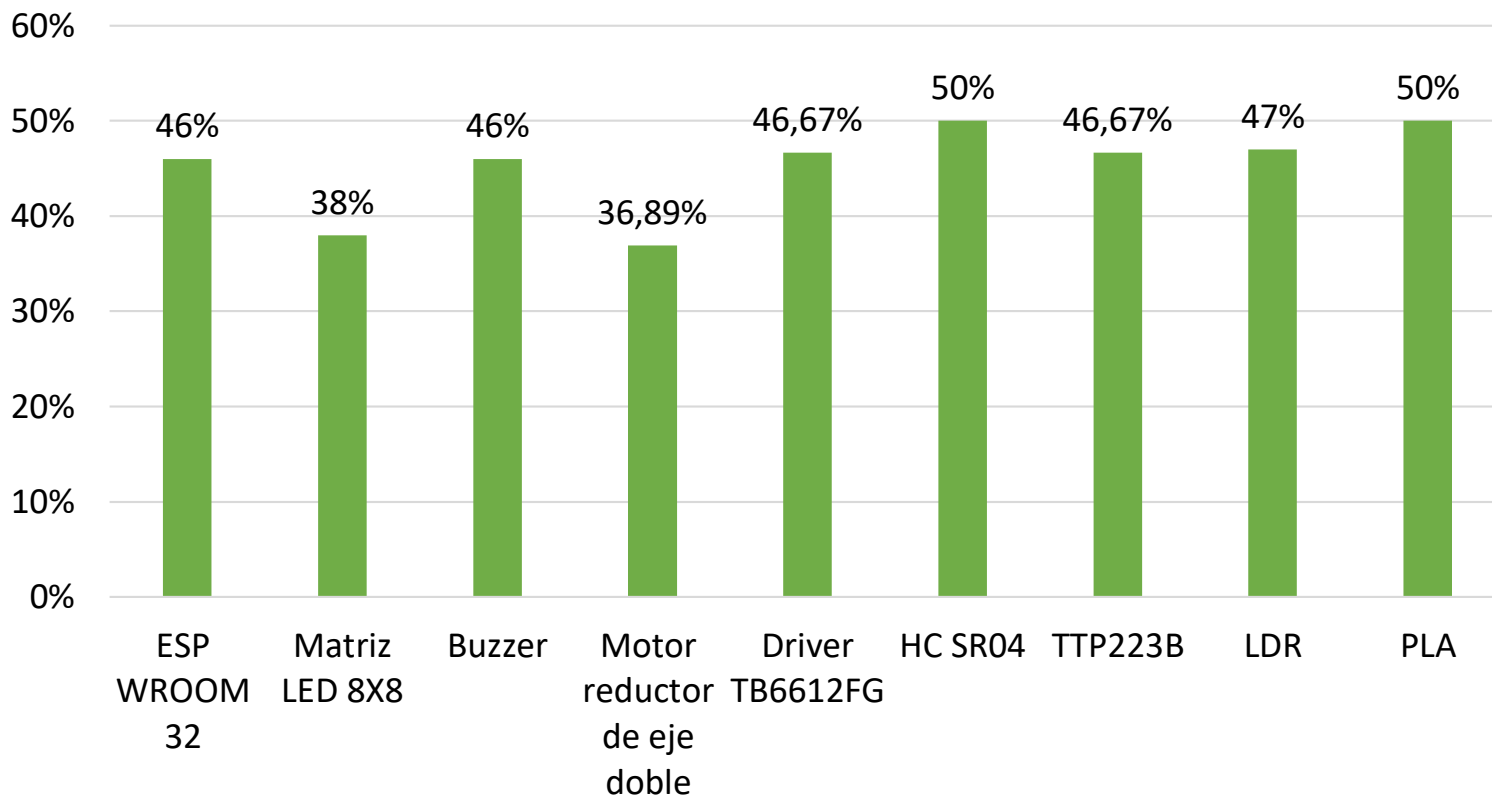
Criterio	Rango de medición	Voltaje de operación	Consumo de corriente	Frecuencia	$\Sigma+1$	Ponderación
Rango de medición	-	0	0	1	2	17%
Voltaje de operación	0	-	1	1	3	25%
Consumo corriente	0	1	-	1	3	25%
Frecuencia	1	1	1	-	4	33%
Total					12	100%

Selección de Componentes

Alternativa	Rango de medición	Voltaje de operación	Consumo de corriente	Frecuencia	% Σ ponderada
HC SR04	3	3	3	3	50%
RUS-04	2	2	1	2	29%
QT50U	1	1	2	1	21%

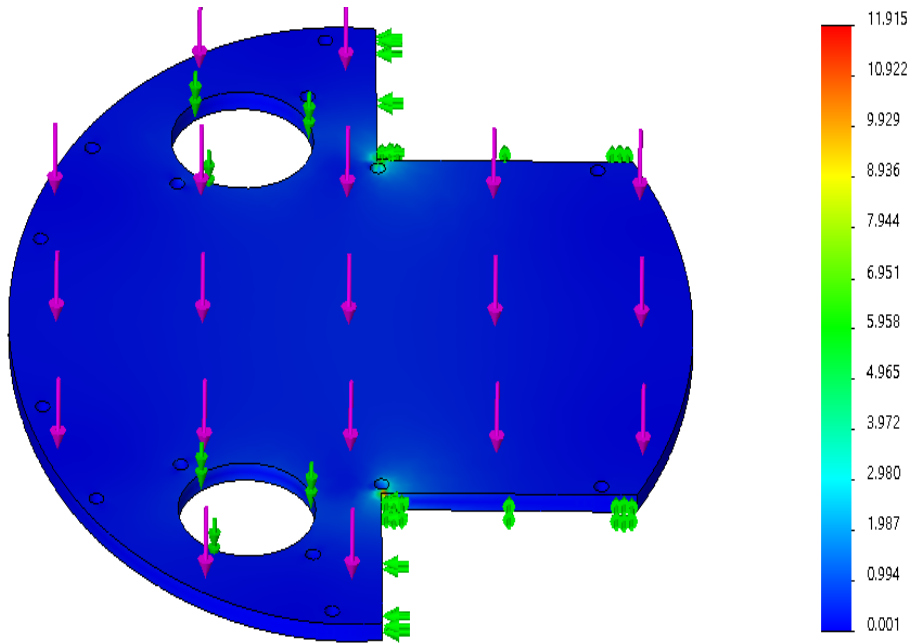


Selección de Componentes



Análisis de Estructura

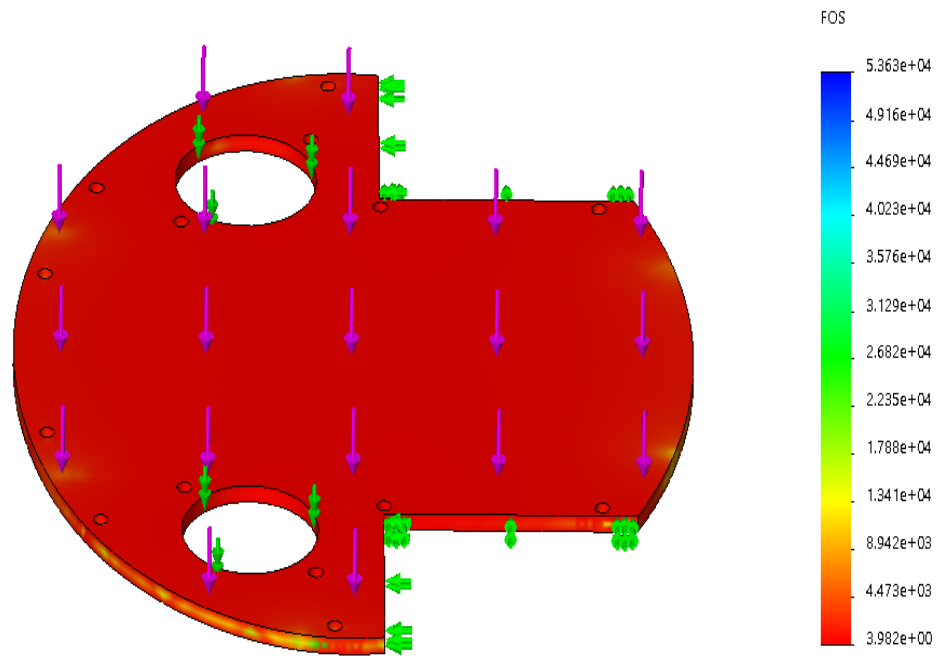
Análisis de tensiones



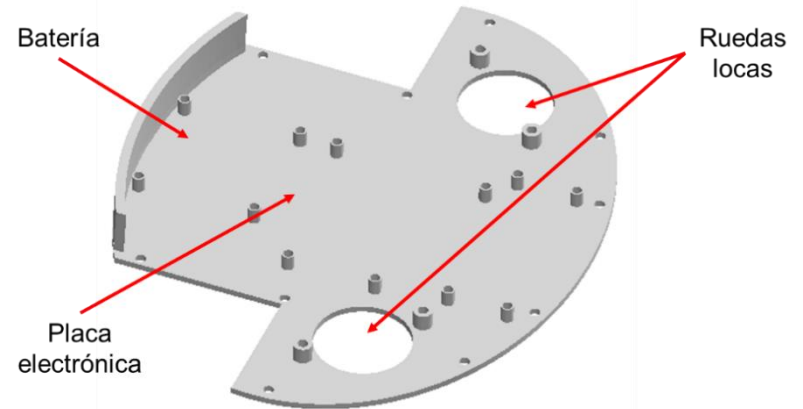
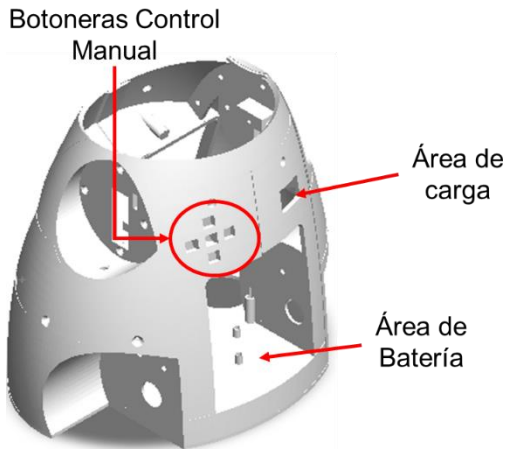
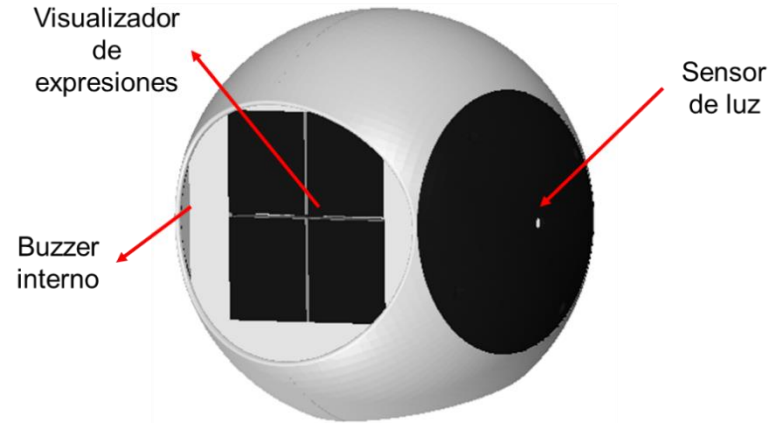
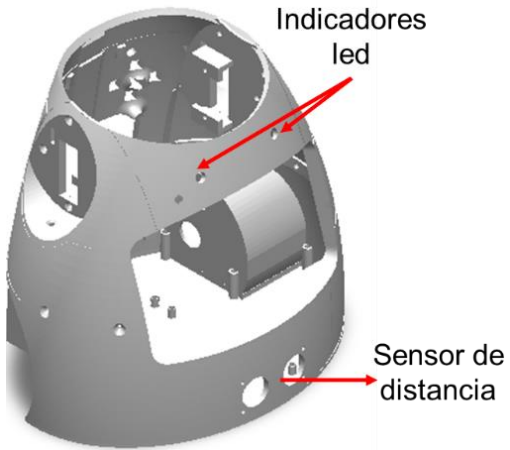
No supera el límite elástico que es de 57 MPa valor que se establece para este material.

Análisis de Estructura

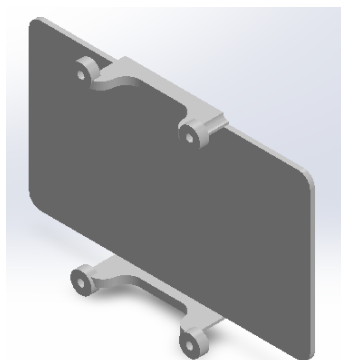
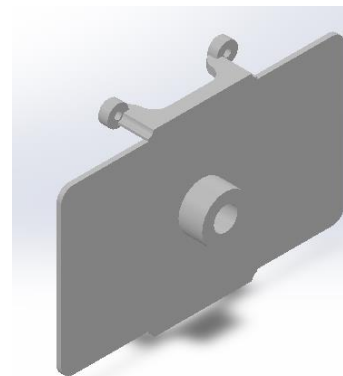
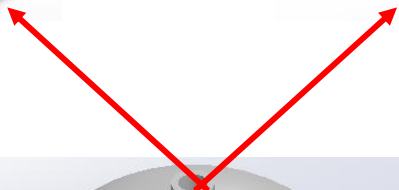
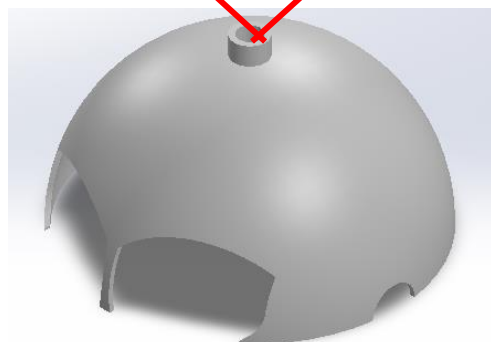
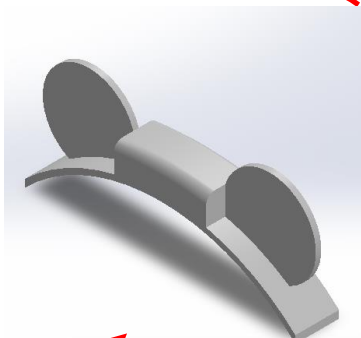
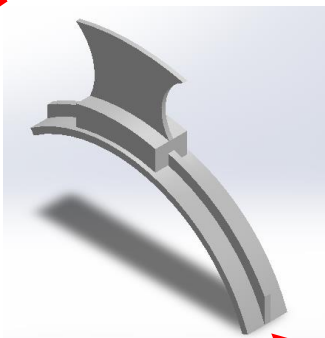
Factor de seguridad mayor a 2



Prototipado



Prototipado



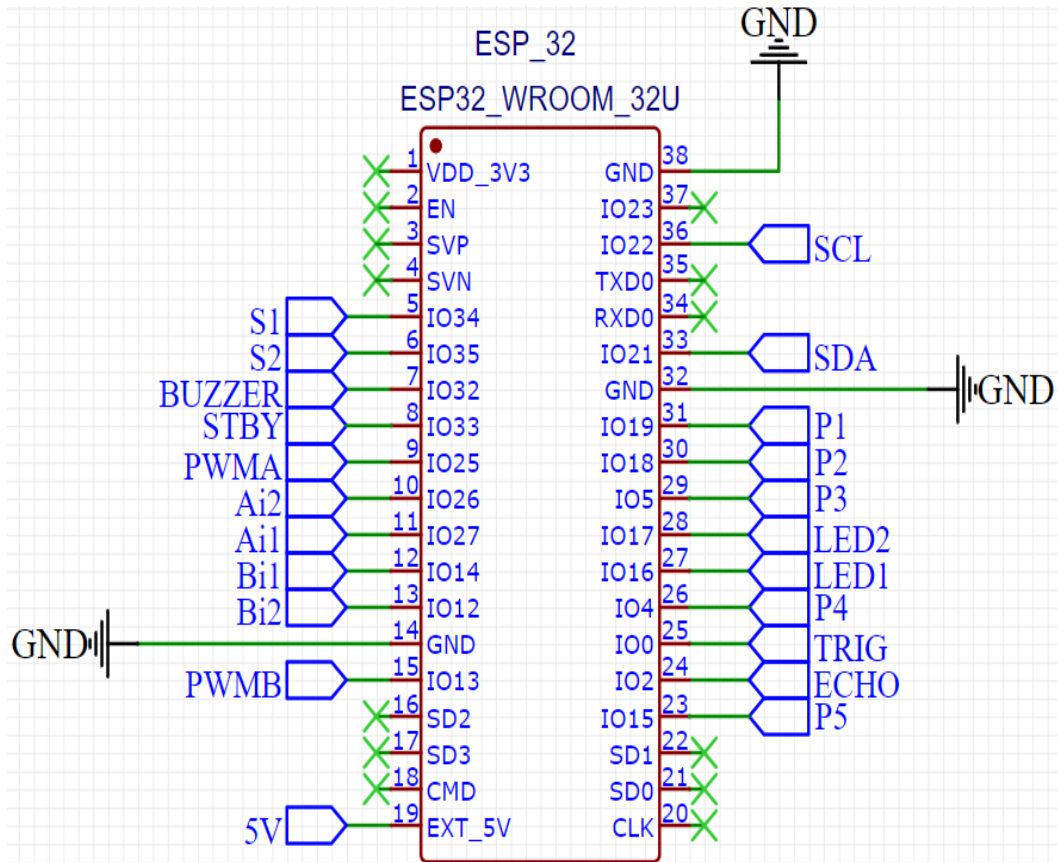
Prototipado



AndinoBOT

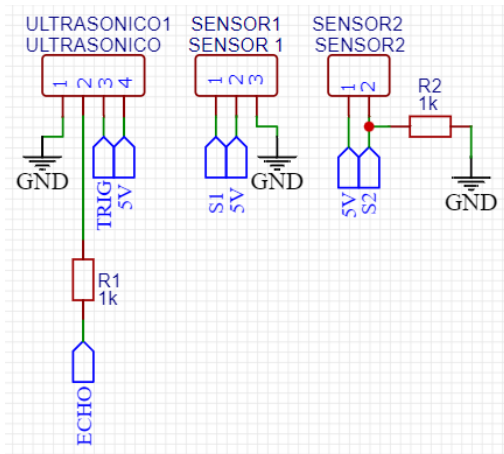


Diseño Electrónico

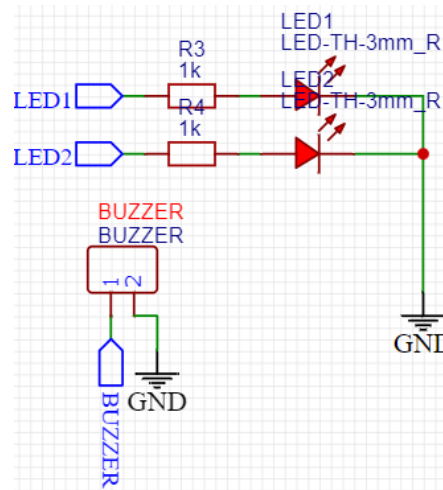


Diseño Electrónico

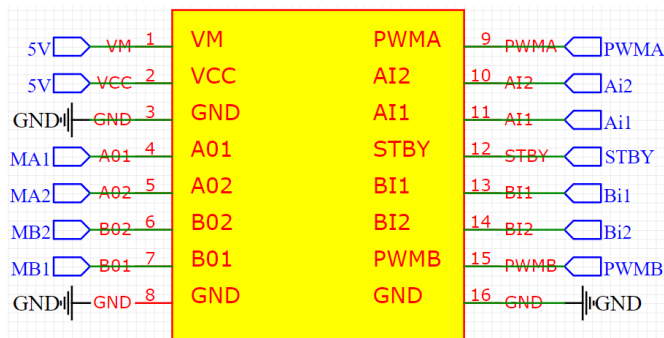
Conexión de sensores



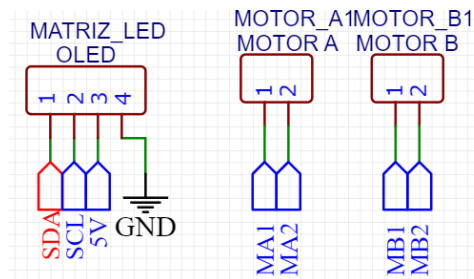
Conexión de actuadores



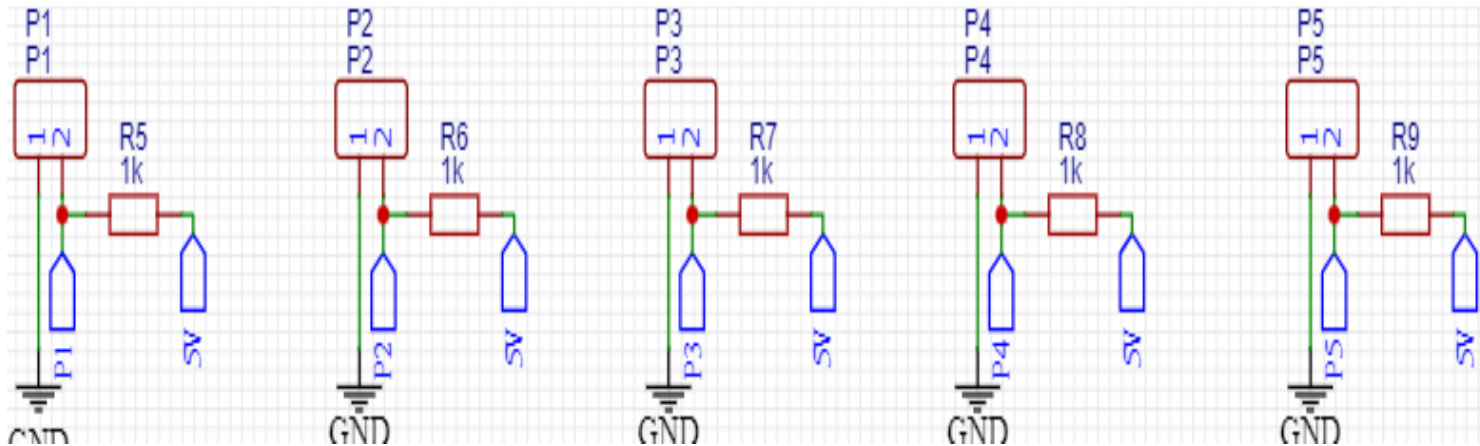
Driver motor



Conexión de visualizador y motores



Diseño Electrónico

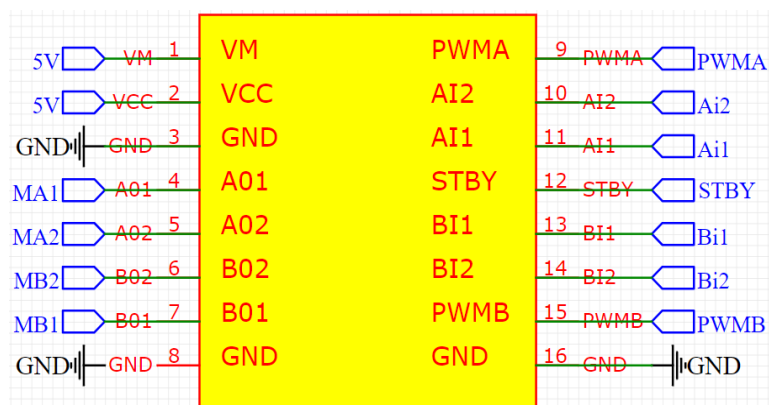


- P1: Movimiento hacia adelante durante 1 segundo
- P2: Movimiento hacia atrás durante 1 segundo
- P3: Movimiento hacia la derecha
- P4: Movimiento hacia la izquierda
- P5: Ok, al pulsar este botón se empiezan a ejecutar los movimientos anteriormente explicados en el orden en que se los haya presionado.

Diseño Electrónico

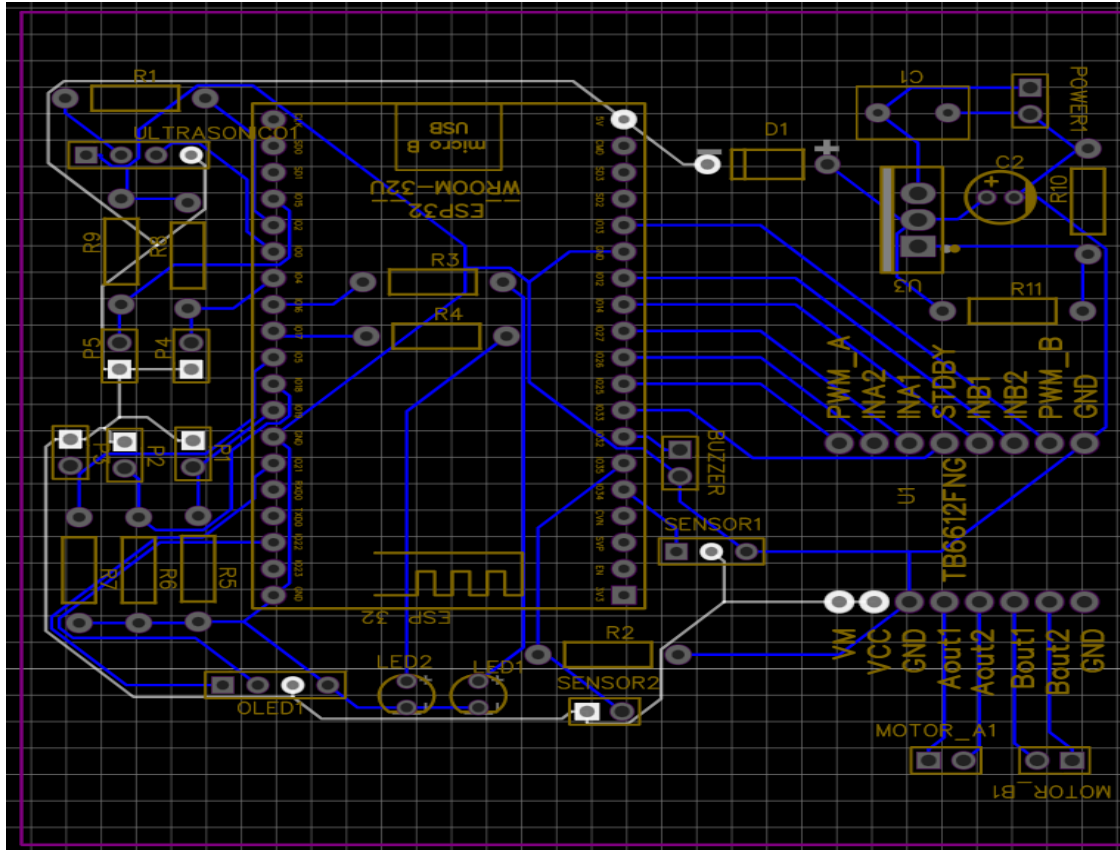
Configuración giro de motores

AIN1/BIN1	AIN2/BIN2	Motor A/B
LOW	LOW	Stop
HIGH	LOW	Sentido horario
LOW	HIGH	Sentido antihorario
HIGH	HIGH	Stop

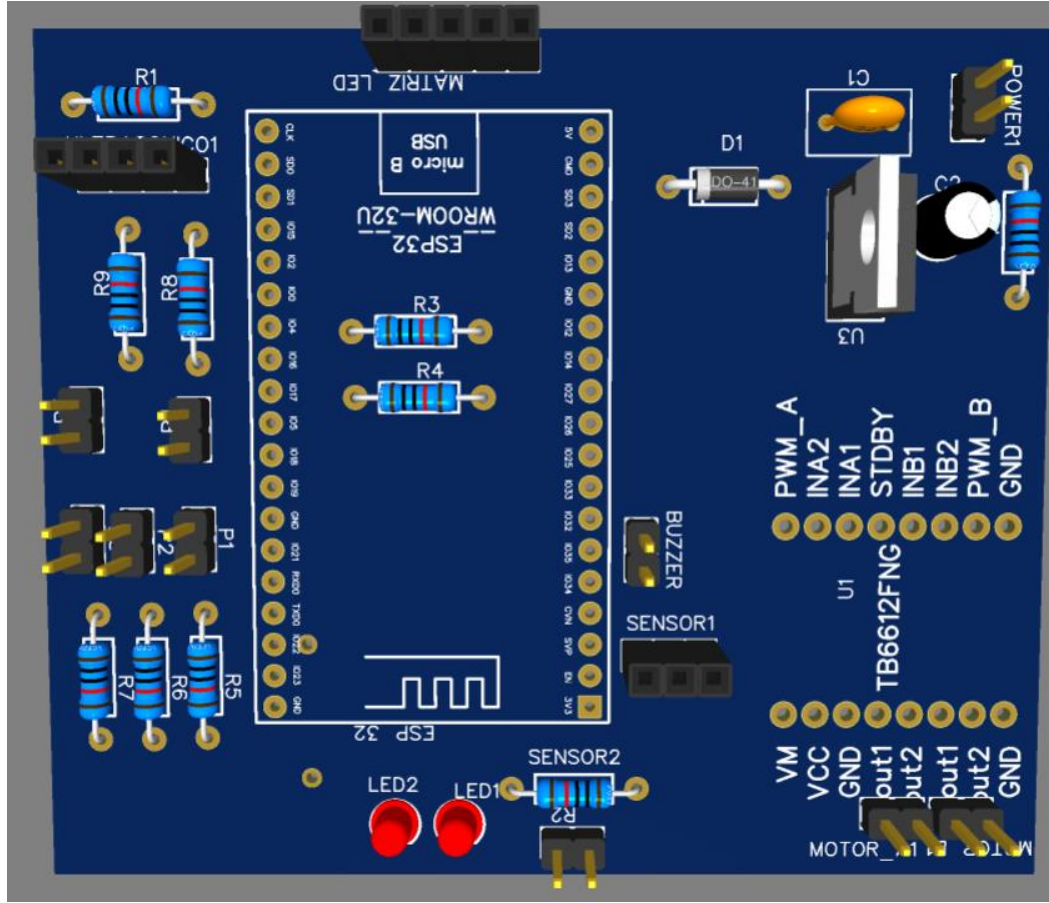


Diseño Electrónico

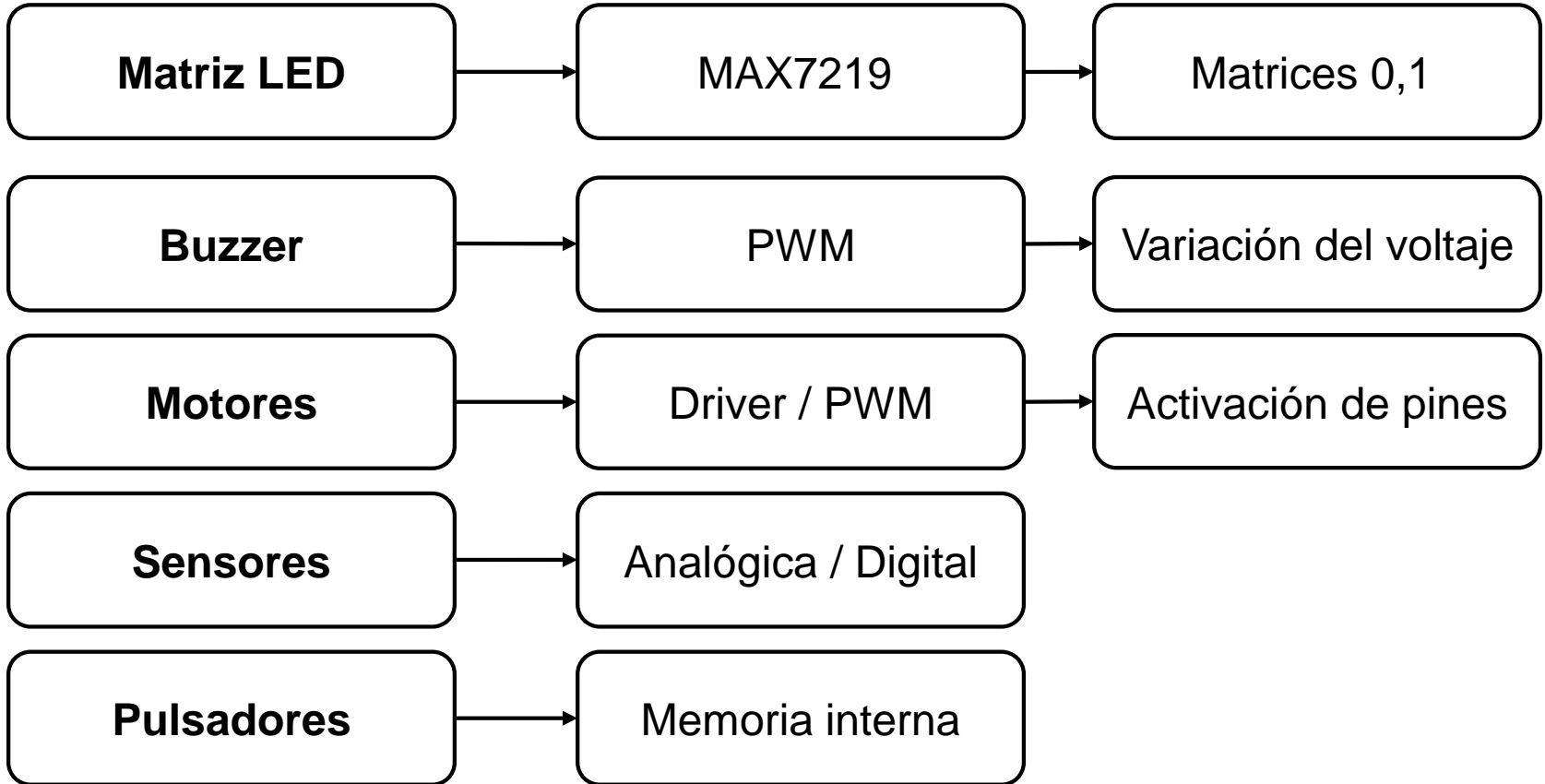
Diagrama PCB



Diseño Electrónico



Programación



Programación

```
import time
import machine
from machine import Pin, PWM

encendido = machine.Pin(23, machine.Pin.OUT)

motor_a1 = machine.Pin(26, machine.Pin.OUT)

motor_a2 = machine.Pin(27, machine.Pin.OUT)

velocidad_motor_a = PWM(Pin(25))

motor_b1 = machine.Pin(14, machine.Pin.OUT)

motor_b2 = machine.Pin(12, machine.Pin.OUT)

velocidad_motor_b = PWM(Pin(13))
```

```
while True:
    ldr_value = ldr.read()

    capacitive_value = capacitive.read()

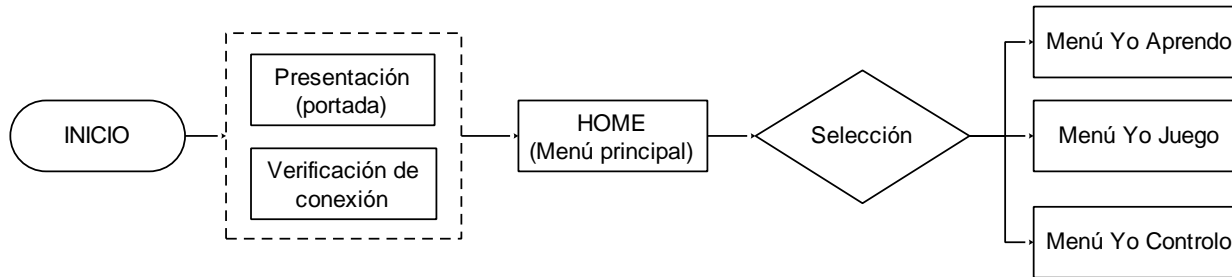
    time.sleep_ms(100)

    if valor_ldr > 0:
        led1.on()
        led2.on()
    else:
        led1.off()
        led2.off()

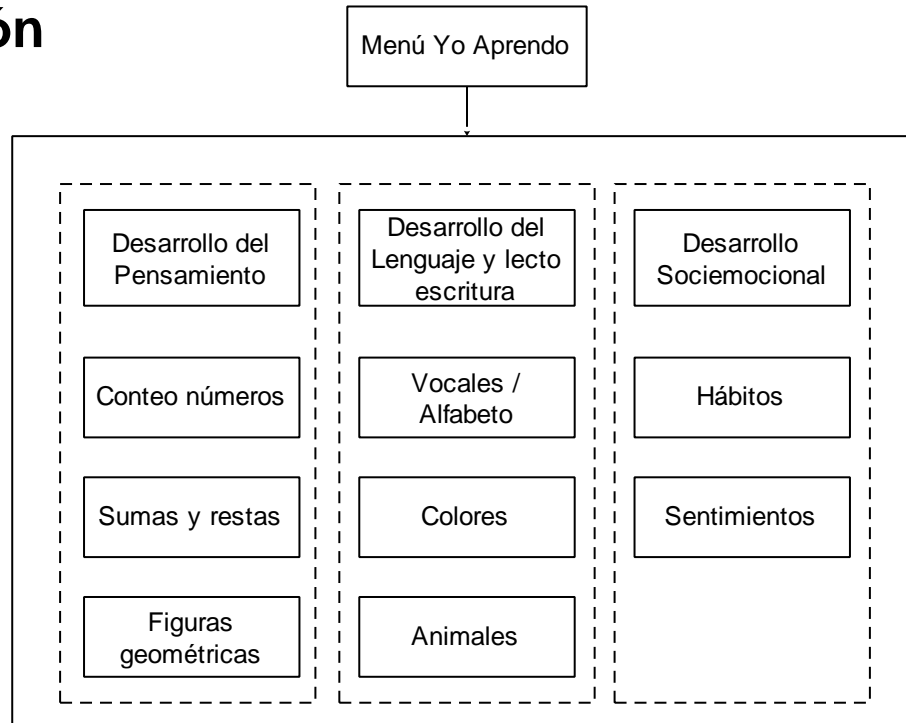
    if capacitive_value > 3200:
        buzzer = GORILLACELL_BUZZER(32)
        print("Playing mario")
        buzzer.play(mario, 110, 32767)
        sleep_ms(1000)
```

Diseño de aplicativo

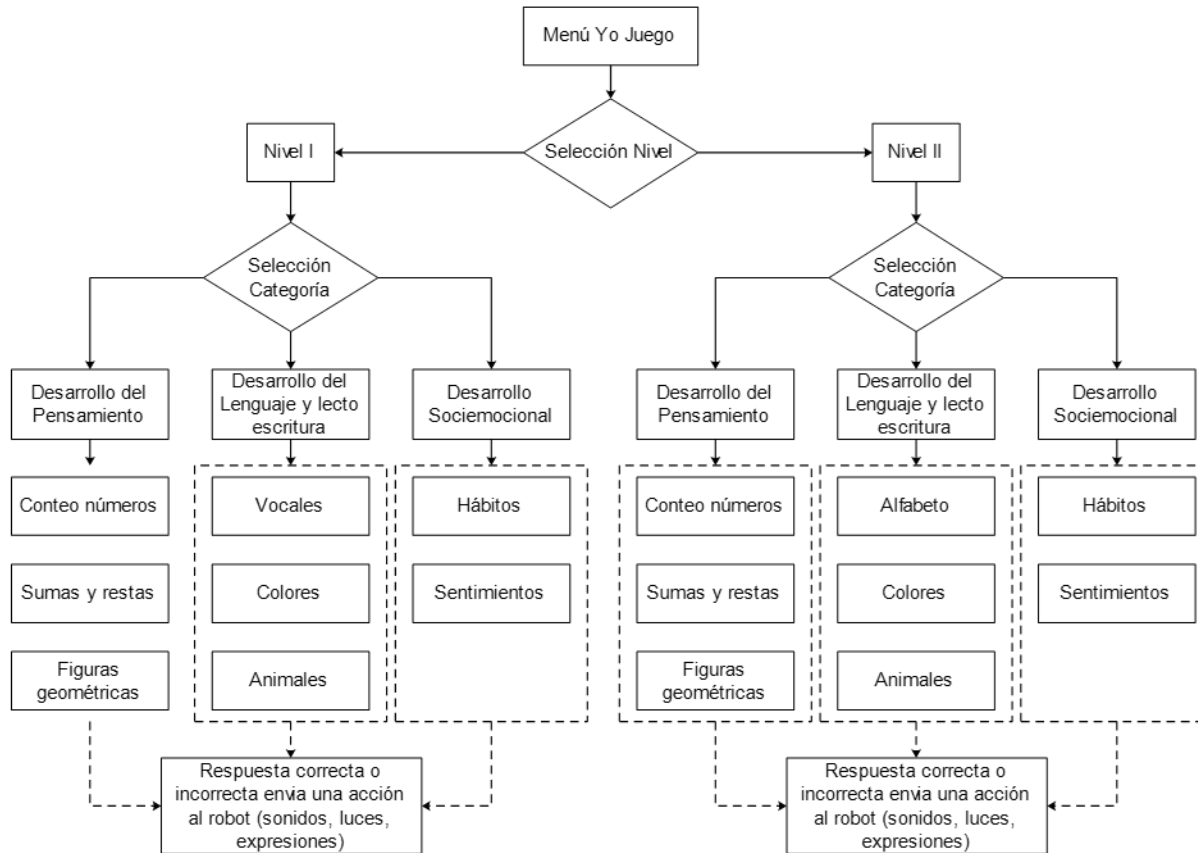
Diagrama general



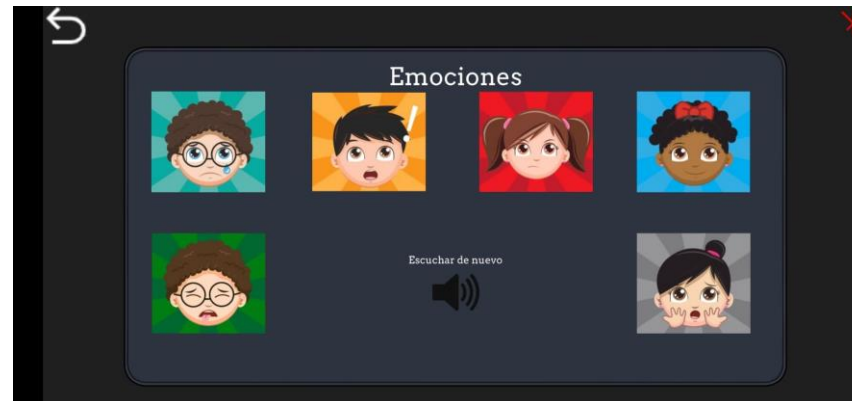
Aplicación



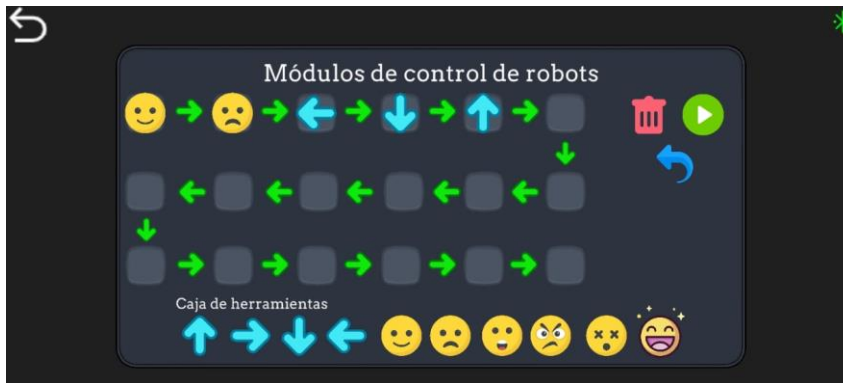
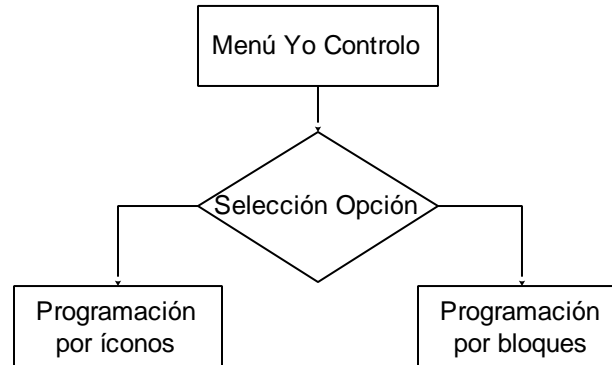
Aplicación



Aplicación



Aplicación



Algoritmo de envío de Señal

```
# Iniciar bluetooth  
name = "AndinoBot"  
ble = bluetooth.BLE()  
uart = BLEUART(ble, name)
```



Pruebas y Resultados



Conexión Bluetooth

Interacción de menús



Fase de programación



a)



b)

Fase artística



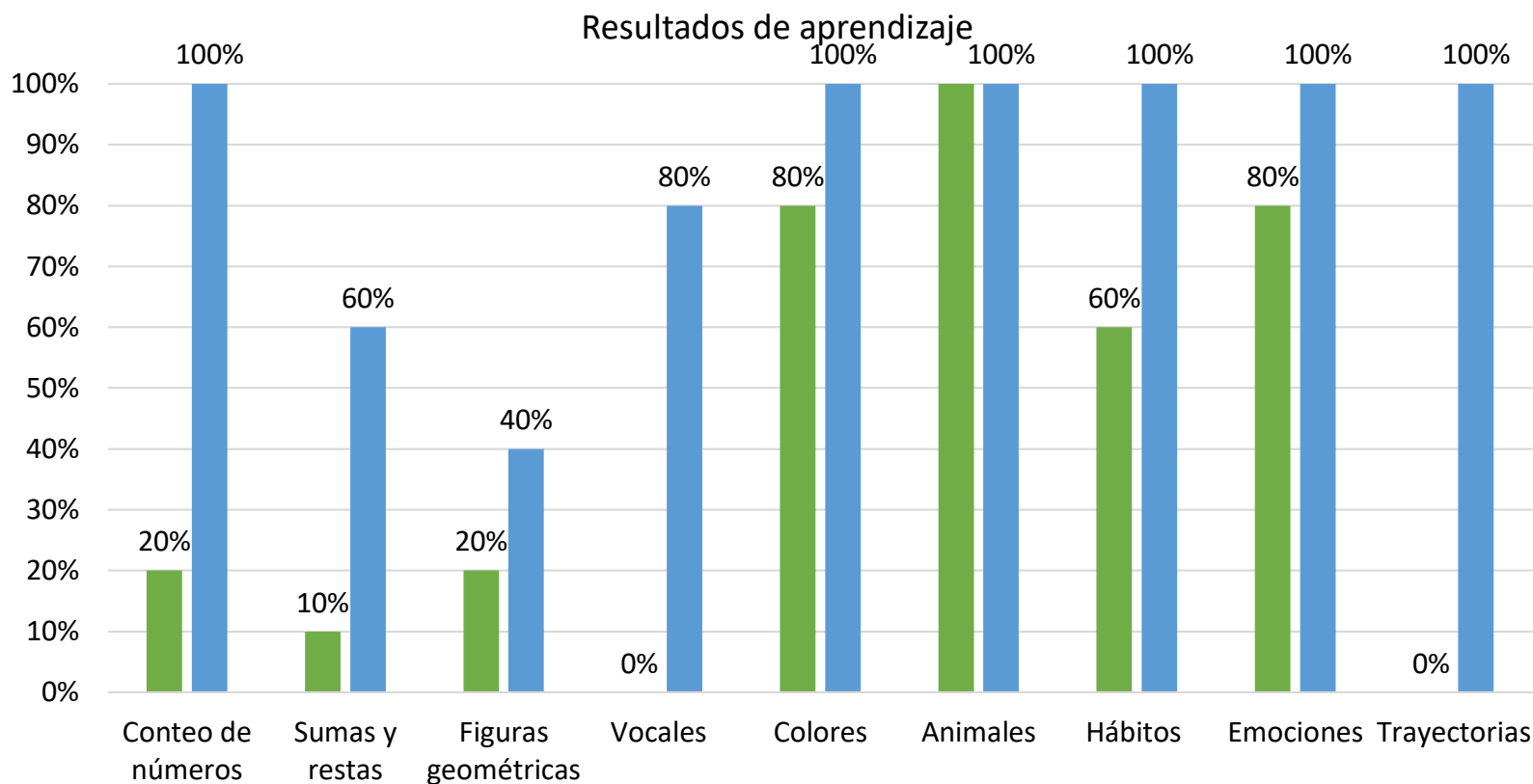
Focus Group

Taller STEAM de robótica educativa.



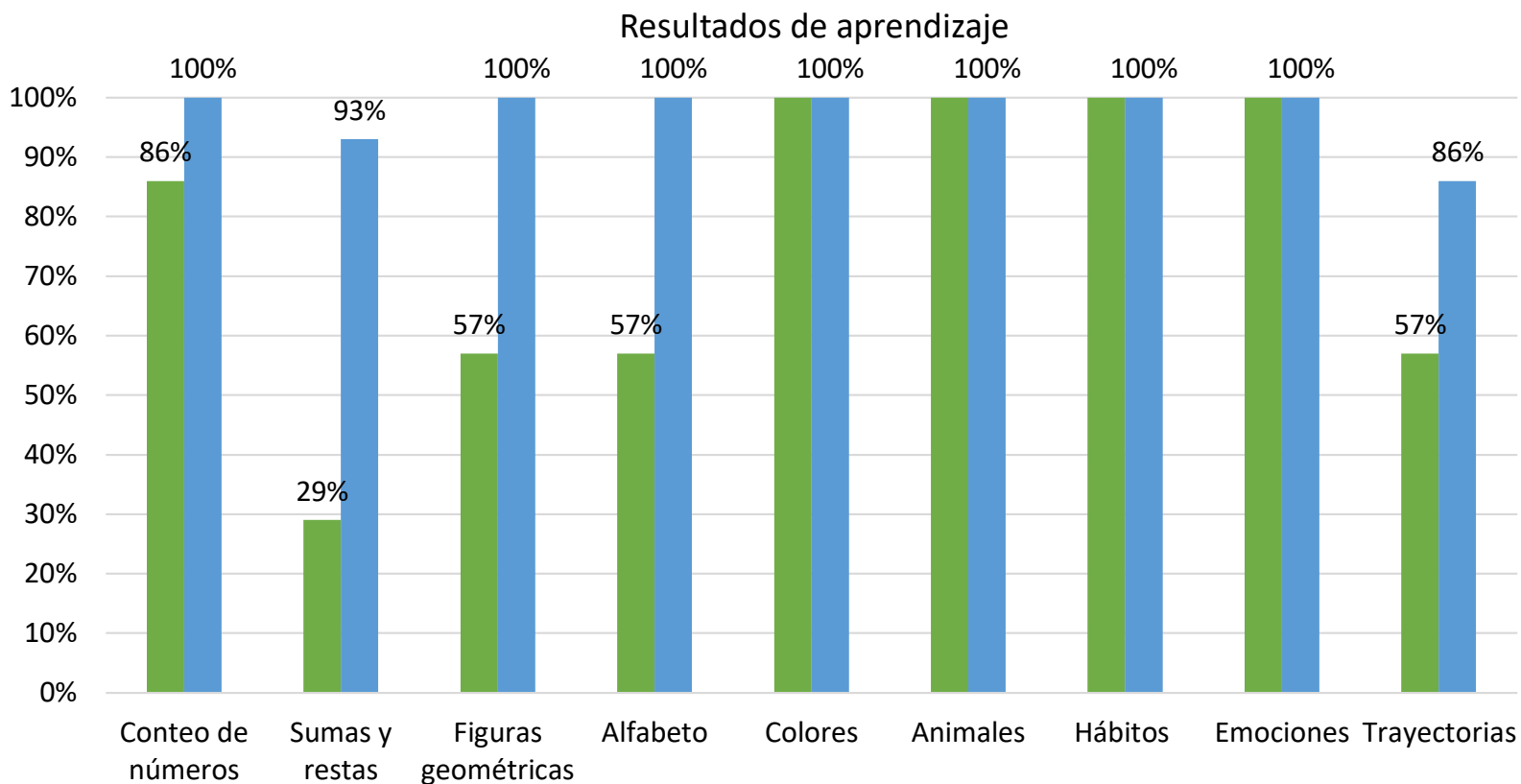
Resultados de la Encuesta

Nivel 1

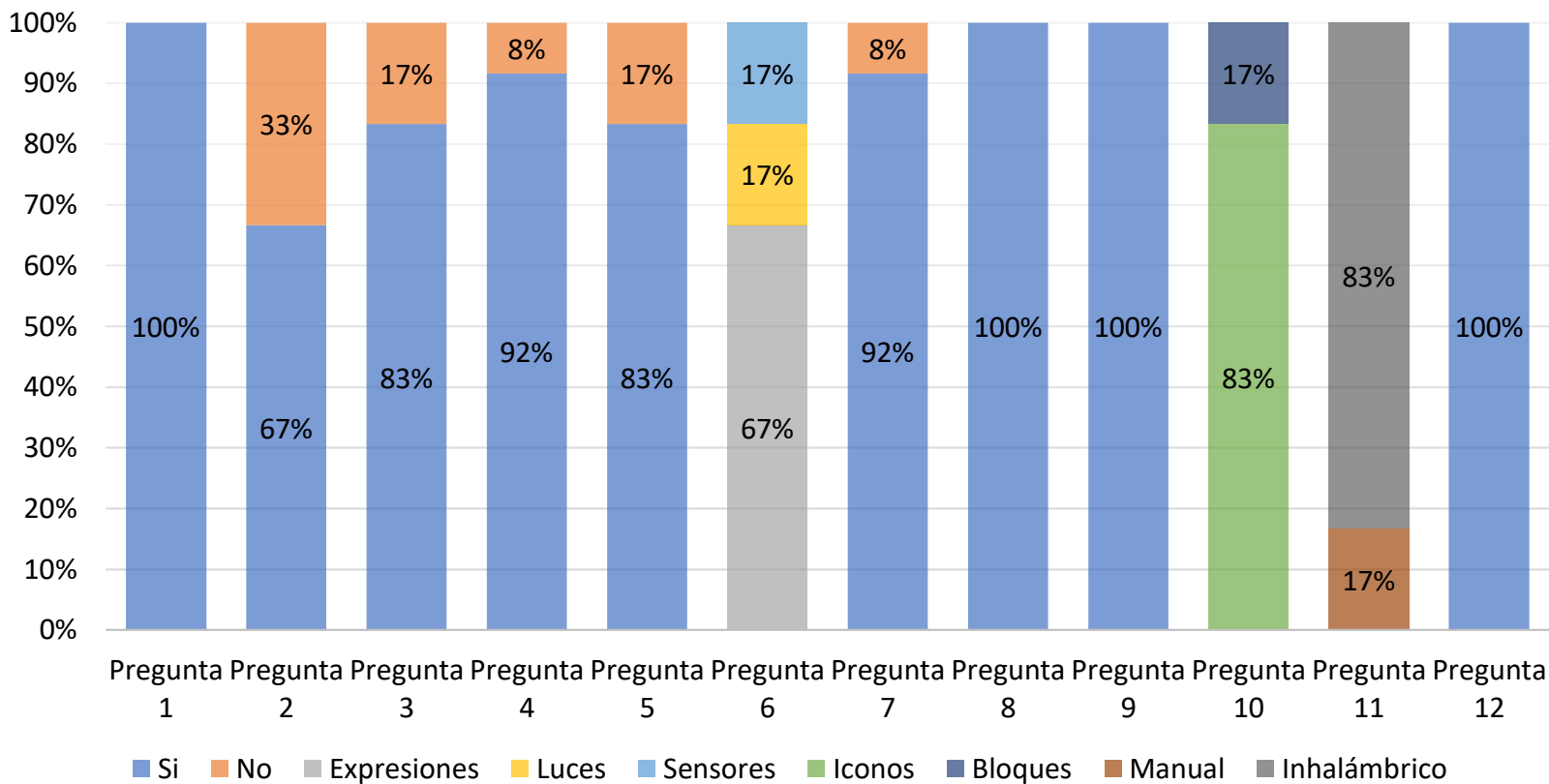


Resultados de la Encuesta

Nivel 2



Resultados de la Encuesta



Validación de Hipótesis

Para la validación de hipótesis se la realiza con el 95% de confianza y se aplica la prueba de pares dependientes de T – Student.

(H_0) = ¿El diseño y fabricación de un robot asistente educativo contribuirá en el aprendizaje de niños y niñas de 4 a 8 años?.

(H_1) = : ¿El diseño y fabricación de un robot asistente educativo no contribuirá en el aprendizaje de niños y niñas de 4 a 8 años?

Validación de Hipótesis

N.º	Resultado inicial	Resultado final	Diferencia
1	11	11	0
2	8	10	2
3	7	11	4
4	8	11	3
5	8	11	3
6	9	11	2
7	5	10	5
8	3	9	6
9	4	8	4
10	7	10	3
11	6	11	5
12	2	8	6

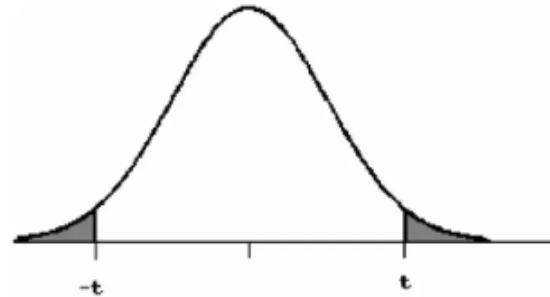
Validación de Hipótesis

Cálculo de parámetros de prueba T - Student

Parámetro	Ecuación	Resultado
Desviación estándar	$S_d = \sqrt{\left(\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N - 1}\right)}$	$S_d = \sqrt{\frac{34.916}{12 - 1}} = 1,7816$
Error estándar	$S_e = \frac{S_d}{\sqrt{n}}$	$S_e = \frac{1.7816}{\sqrt{12}} = 0,5143$
Estadístico de prueba	$t_c = \frac{\bar{x}}{S_e}$	$t_c = \frac{3,583}{0,5143} = 6,96$
Grados de libertad	$gl = n - 1$	$gl = 12 - 1 = 11$

Validación de Hipótesis

Cálculo de parámetros de prueba T - Student



- (a) El área de las dos colas está sombreada en la figura.
 (b) Si H_A es direccional, las cabeceras de las columnas deben ser divididas por 2 cuando se acota el P-valor.

gl	ÁREA DE DOS COLAS						
	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001	0,0001
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619	6366,198
2	1,886	2,920	4,303	6,695	9,925	31,598	99,992
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924	28,000
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610	15,544
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869	11,178
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959	9,082
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408	7,885
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041	7,120
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781	6,594
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587	6,211
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437	5,921
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318	5,694

Validación de Hipótesis

Prueba de pares dependientes T – Student para el 95% de confianza.

$$t_c > t_t$$

$$6,96 > 2,201$$

(H_o) = ¿El diseño y fabricación de un robot asistente educativo si contribuirá en el aprendizaje de niños y niñas de 4 a 8 años?.

Conclusiones

Se desarrolló un robot asistente para aprendizaje de niños y niñas de 4 a 8 años permitiendo la interacción de los niños con una herramienta educativa STEAM acorde a sus edades e inmiscuyéndoles dentro del avance tecnológico. El robot tiene apariencia de humanoide y se basa en el robot social “Robot de alegría” realizado en Brasil, el cual realiza labores solidarias en hospitales infantiles, sin embargo, el diseño fue adaptado con el fin de cumplir los requerimientos de los usuarios y transformarlo en un robot educativo mediante la integración de un sensor de sonido, un sensor de luz, un sensor capacitivo y el desarrollo de un aplicativo móvil compatible con el sistema Android. El robot permite mejorar cuatro áreas de desarrollo que son el desarrollo del pensamiento, el desarrollo del lenguaje y lecto escritura, el desarrollo socioemocional y la habilidad de programación ya que el mismo cuenta con un aplicativo móvil que incluye videos educativos, juegos educativos y modos de programación facilitando la interacción.

Conclusiones

Mediante reuniones con personal educativo se pudo identificar varias necesidades establecidas para el desarrollo del robot, como son los sensores que debe llevar en este caso un sensor ultrasónico que detecta obstáculos a una distancia menor a 5 cm, el sensor capacitivo que reproduce un sonido al tocarlo y el sensor de luz que enciende leds cuando no existe la iluminación suficiente, las funciones que debe tener el robot como son moverse por medio de una aplicación o en el caso de no tener teléfono móvil debe moverse por medio de la presión de botones.

Definidos los parámetros para el diseño, se procedió con la adaptación y modificación para la estructura del robot seleccionado, el cual está conformado de material el PLA dando como resultado ser el óptimo para fabricar el prototipo, corroborando con el análisis CAE pues cuenta con un factor de seguridad mayor a 3 en la base, en la cual se concentra todo el peso de los elementos y con un desplazamiento menor a 1mm convirtiéndolo en un diseño seguro.

Conclusiones

Se realizó una selección de elementos electrónicos para implementar en el robot, los criterios principales que se tomaron fueron la autonomía, el consumo de corriente y el precio pues en un futuro se planea realizar más robots para fortalecer la educación mediante la metodología STEAM, otro factor que se tuvo en cuenta es la batería debido a que se planteó que tenga una duración de tres horas por lo que tiene integrado una batería de 12000mAh.

La aplicación se desarrolló en Unity, una plataforma que sirve para diseñar entornos 3D, juegos 3D y 2D como en este caso, cuenta con 3 ventanas “Yo Juego”, “Yo Aprendo” y “Yo Controló”, la aplicación ocupa un total de 1.2Gb debido a que contiene varios videos con una duración mayor a 5 minutos. La validación del aplicativo se desarrolló en el sistema Android logrando tener conectividad entre el robot y el dispositivo mediante bluetooth sin ningún tipo de inconveniente.

Conclusiones

Se realizaron pruebas para verificar el funcionamiento del robot, sus sistemas y aplicaciones, mediante un taller STEAM de robótica educativa ofrecido a 12 niños de edades de 4 a 8 años, este Focus Group confirmó mediante las encuestas obtenidas que es una herramienta STEAM que contribuye a mejorar el aprendizaje de los niños.

Recomendaciones

Para alargar la vida útil de la batería, no descargar la batería por menos del 25% y no cargarla por mucho tiempo, debido a que esto reduce la capacidad de carga de las baterías teniendo una duración menor al deseado.

Si se requiere apagar la batería se debe presionar el botón de la batería por 5 segundos y para encenderlo se debe presionar por 1 minuto, en caso de que no se encienda revisar la carga de la batería en el panel LED que viene incluido en la batería.

Evitar manipular el robot con las manos mojadas en especial para parte de los sensores luminoso y capacitivo pues podrían llegar a producir daños el sistema electrónico.

En caso de que la matriz led empiece a parpadear o comportarse de manera extraña apagar y encender la batería, si el error persiste revisar el sistema de cableado para comprobar que todo se encuentra en óptimas condiciones pues se puede producir un error por deterioro o corrosión si está expuesto a climas muy húmedos.

GRACIAS!



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA