



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



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

**TRABAJO DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN MECATRÓNICA**

Diseño y fabricación de un robot asistente para el aprendizaje de niñas y niños de 9 a 12 años de edad mediante metodología STEAM

**AUTOR: TORRES REMACHI, BRYAN SAUL**

**DIRECTORA: ING. CONSTANTE PRÓCEL, PATRICIA NATALY**

**Latacunga, 29 de febrero de 2024**



## OBJETIVOS

---

### Objetivo General:

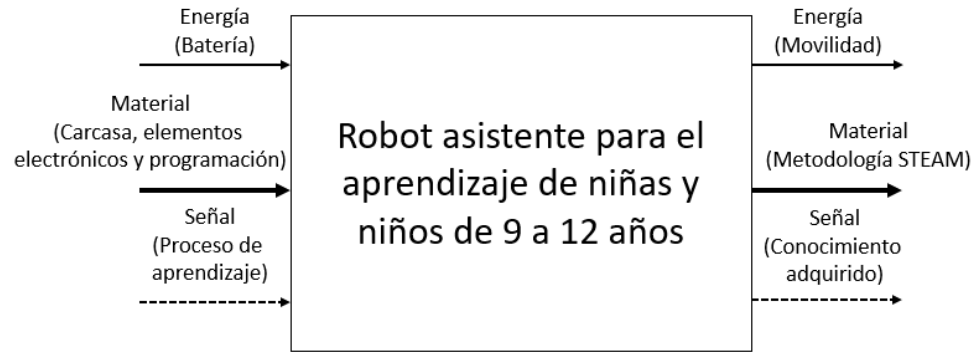
Diseñar y fabricar un robot asistente para aprendizaje de niñas y niños de 9 a 12 años de edad

### Objetivo Específicos:

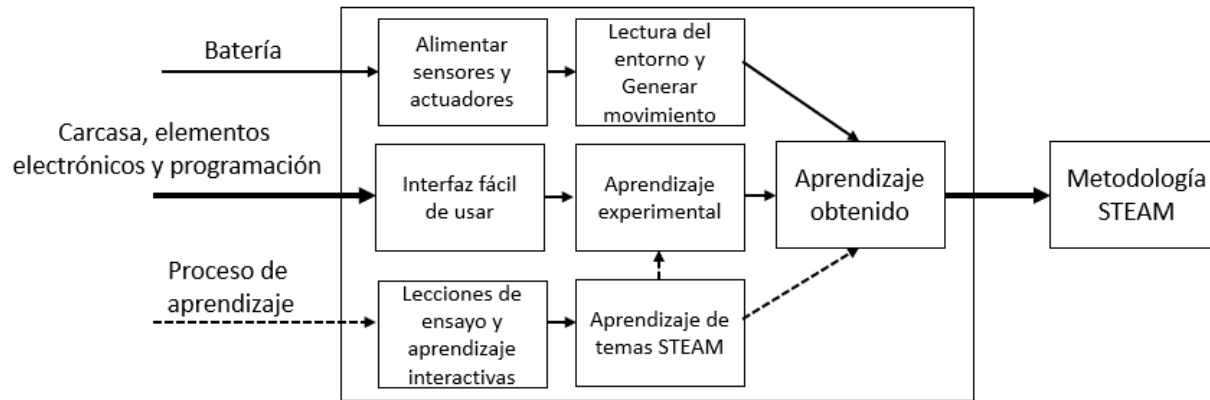
- Determinar las necesidades y limitaciones para el diseño del robot para niños y niñas de 9 a 12 años de edad.
- Diseñar los elementos mecánicos y circuitos electrónicos del robot asistente.
- Programar el algoritmo de control del robot asistente.
- Fabricar las partes del robot asistente.

# DESARROLLO DE CONCEPTO

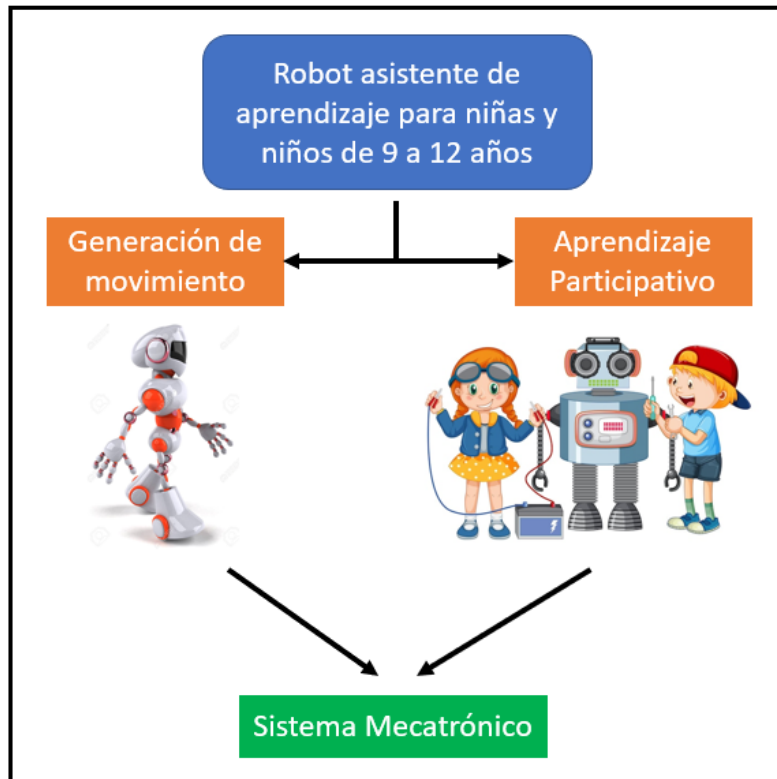
## Caja negra del proyecto



## Subfunciones del proyecto



# DESARROLLO DE CONCEPTO

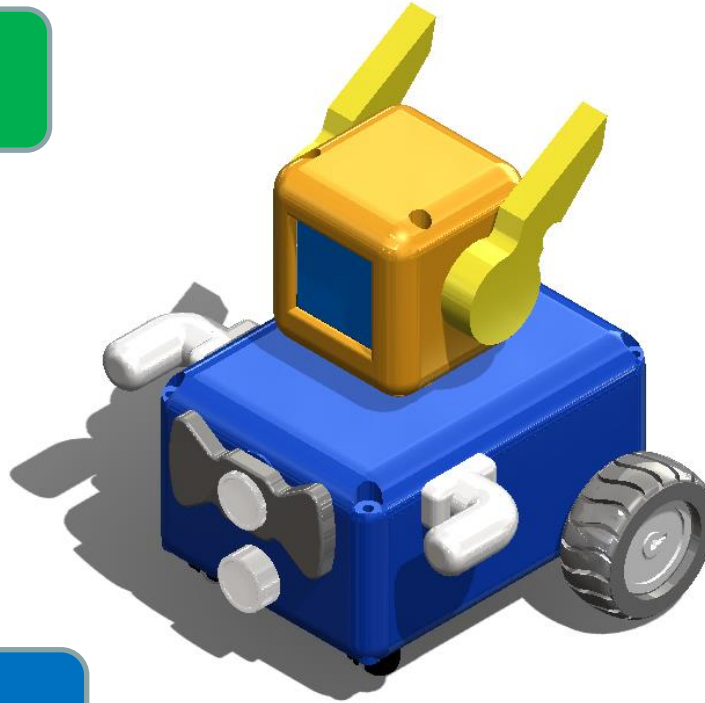


## Evaluación de conceptos

- Módulos de aprendizaje
- Diseño portátil
- Estética
- Resistencia mecánica
- Peso
- Costo

# SELECCIÓN DE COMPONENTES

SISTEMA  
MECÁNICO



APLICACIÓN

SISTEMA  
ELECTRÓNICO

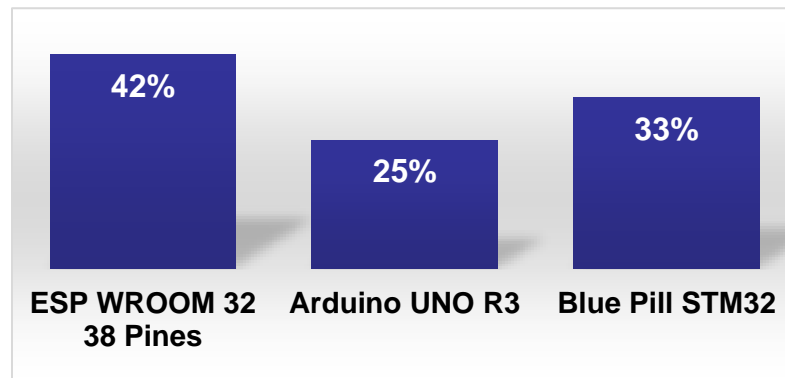
FIRMWARE

# SELECCIÓN DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS

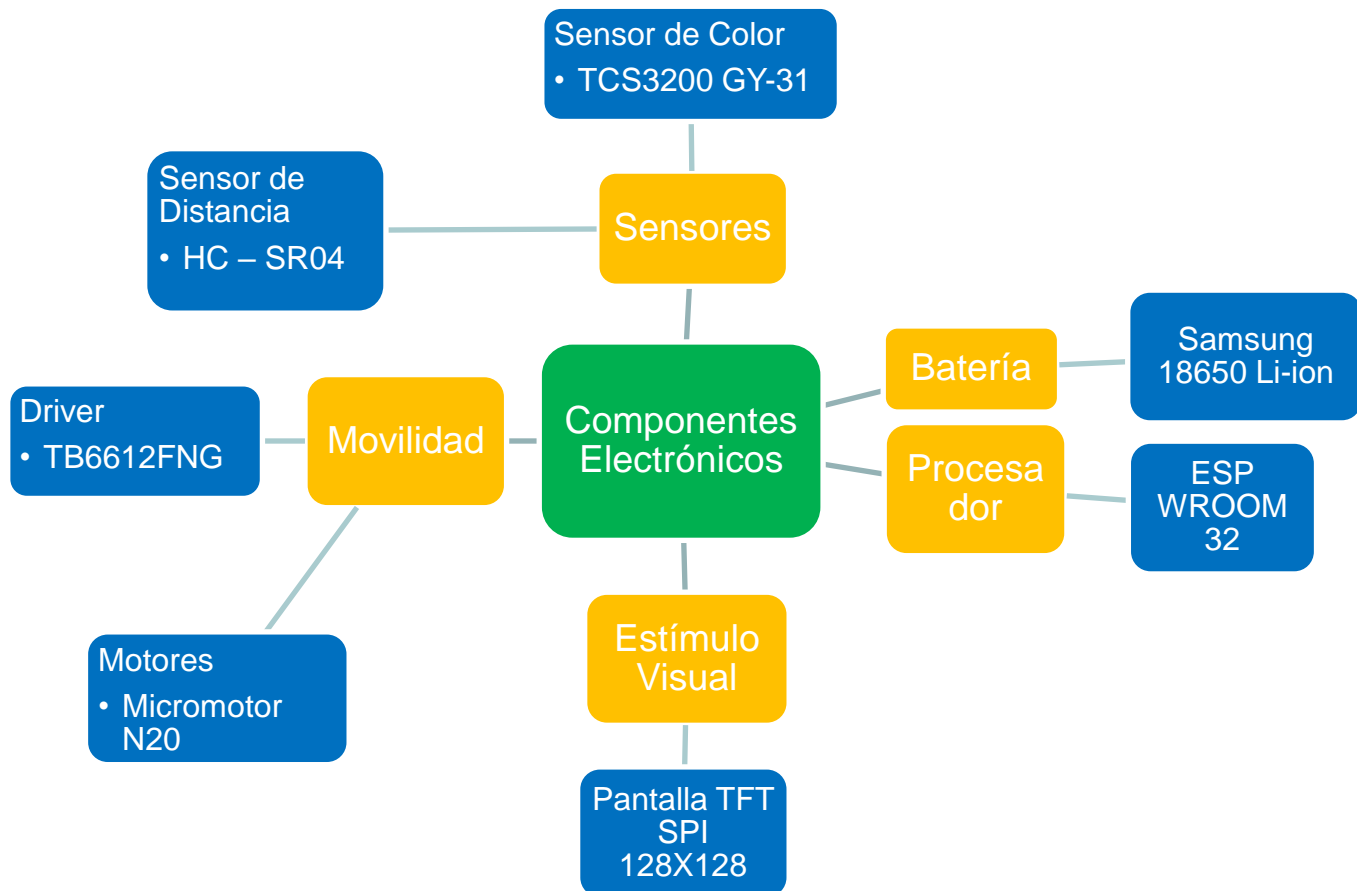
Se utilizó la metodología de selección por criterios ponderados, comparando las características de 2 o más opciones y evaluando de acuerdo a los criterios de selección establecidos.

## Selección del procesador

	Número de pines	Tamaño	Velocidad de procesamiento	Conexión Inalámbrica	Ponderación
ESP WROOM 32 38 Pines	2	2	3	3	10
Arduino UNO R3	1	1	2	2	6
Blue Pill STM32	3	3	1	1	8
<b>Σ</b>	6	6	6	6	24

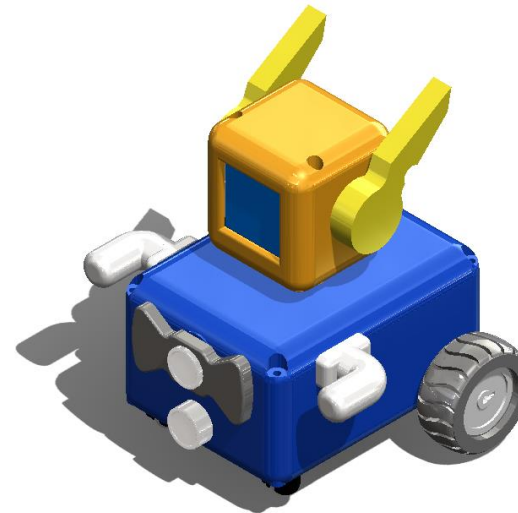
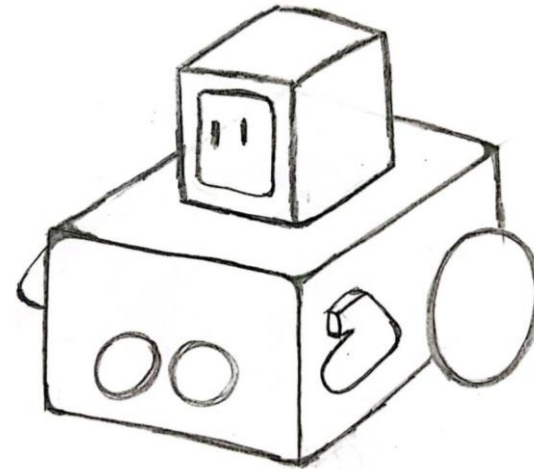


# SELECCIÓN DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS



## Criterios de Diseño

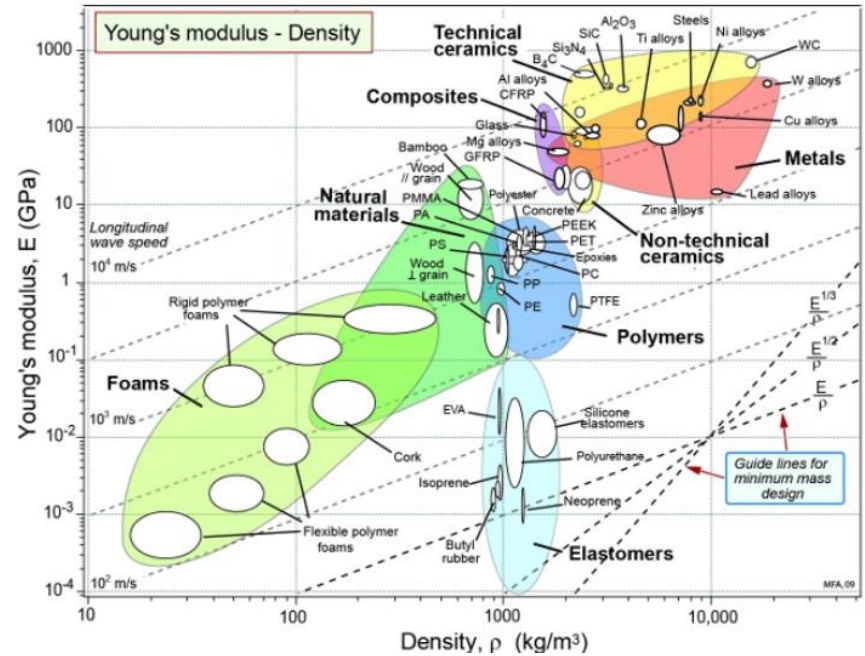
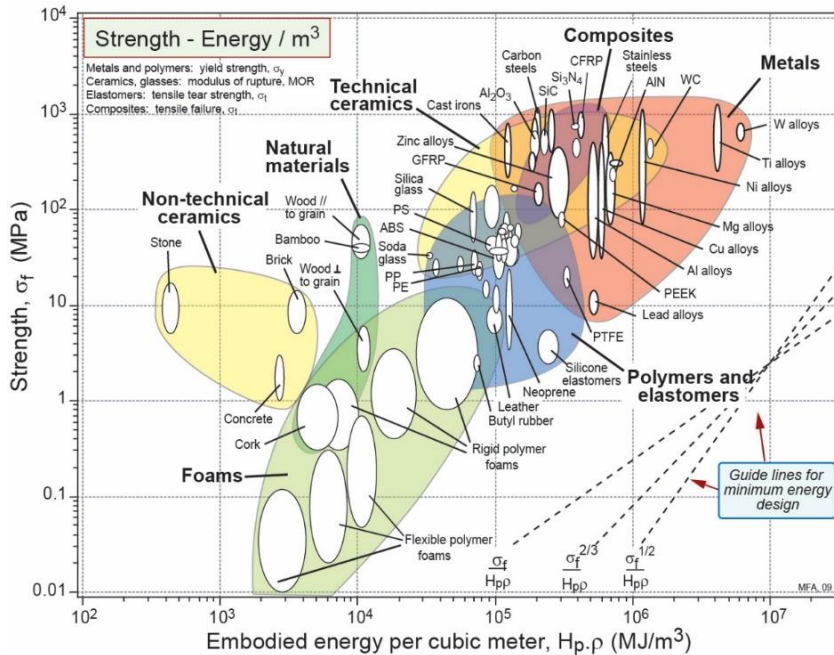
- Fácil de Manufacturar
- Resistente
- Atractivo
- Modular





## Criterios de Diseño

- Ligero
- Resistente



Las ecuaciones de trabajo y energía cinética para empezar el cálculo de la fuerza con la que el robot golpea el suelo.

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2$$

$$W = Fd$$

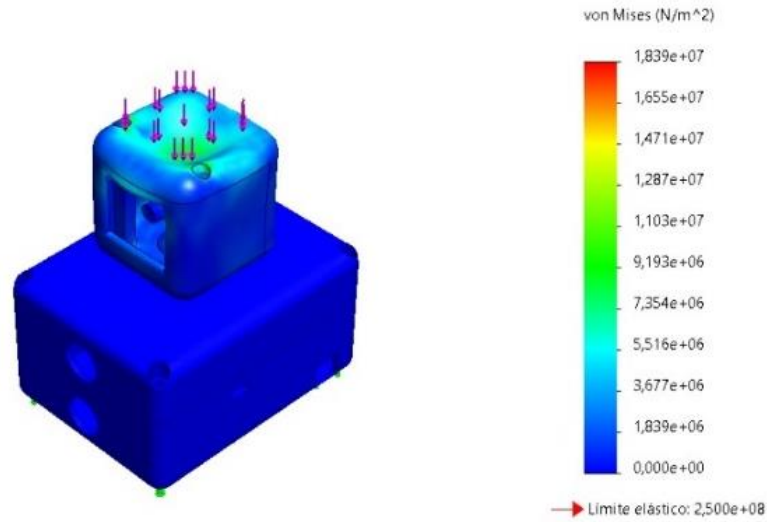
$$\frac{1}{2}mv^2 = Fd$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$F = \frac{mgh}{d}$$

$$F = \frac{0.18153 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 1.20\text{m}}{0.006\text{m}}$$

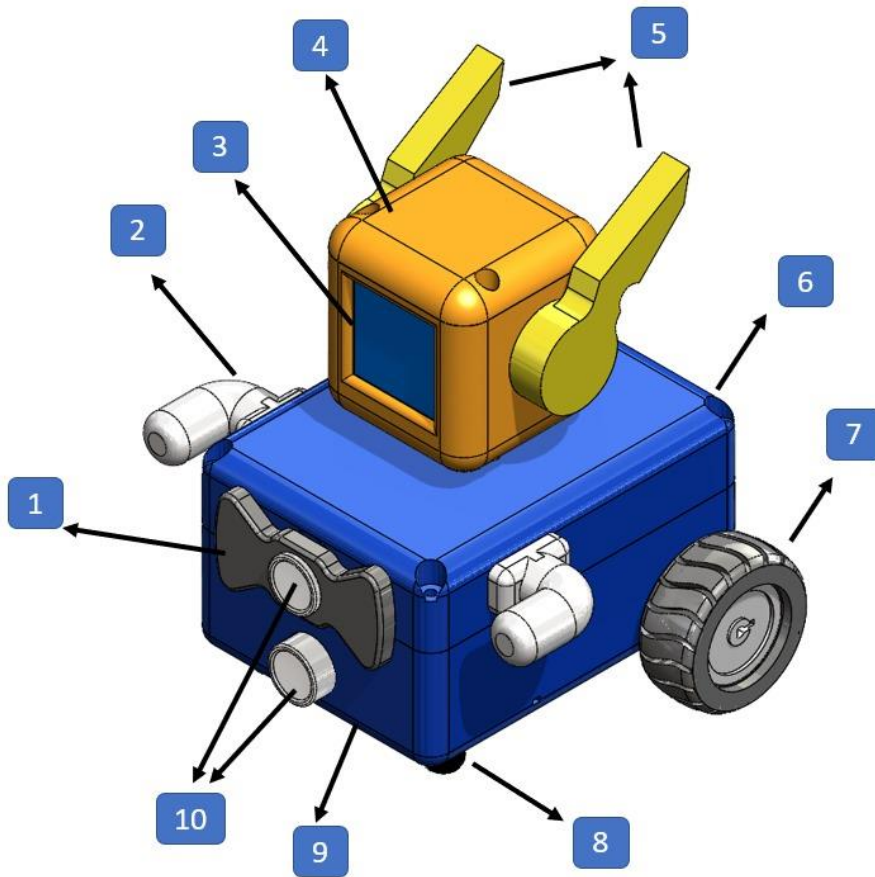
$$F = 210.165 \text{ Nm}$$



El valor del análisis de Von Mises debe ser de menor valor que el límite elástico del material.

El máximo valor del análisis de Von Mises es 1,84MPa que es un valor menor al valor del límite elástico del material que es 60MPa lo que verifica que el resultado es aceptable.

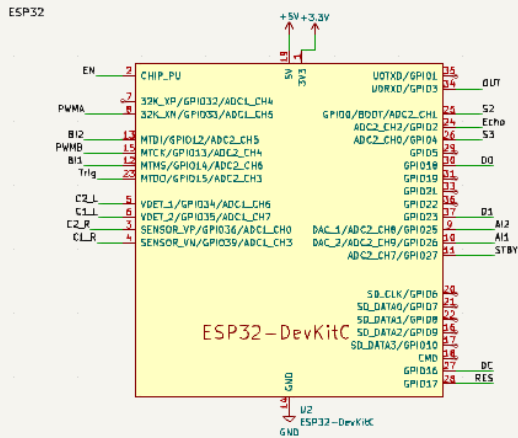
## DISEÑO FINAL CON COMPONENTES



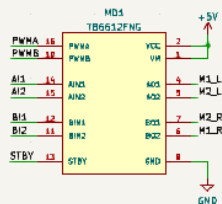
N°	Elemento
1	Accesorio de distinción de genero, intercambiable
2	Brazos del robot, accesorio intercambiable
3	Pantalla de 128x128 px, rostro del robot
4	Cabeza del robot
5	Orejas del robot, accesorio intercambiable
6	Chasis principal del robot
7	Llantas
8	Rueda loca
9	Sensor de color
10	Sensor Ultrasónico

# DISEÑO ELECTRÓNICO

## TARJETAS EXTERNAS

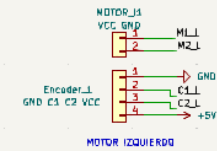
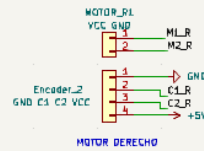


## DRIVER TB6612FNG

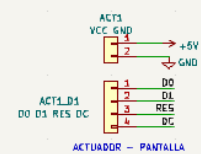


## PUERTOS DE CONEXIÓN

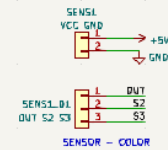
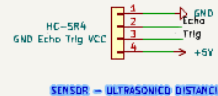
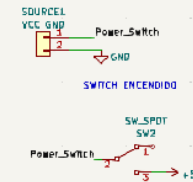
### MOTORES N20



### SENSORES Y ACTUADORES (JST)



### CONECTOR ALIMENTACION



- H1 MountingHole
- H2 MountingHole
- H3 MountingHole
- H4 MountingHole

BRYAN SAUL TORRES  
MECATRÓNICA  
ESPEL  
Sheet: /  
File: PLACA\_BINO.kicad\_sch  
**Titre: BINO V1**  
Size: A4 Date:  
KICad E.D.A. eschema 7.0.10  
Rev: 1  
Id: 1/1





# PCB



JST XHP 2.54mm  
Hembra

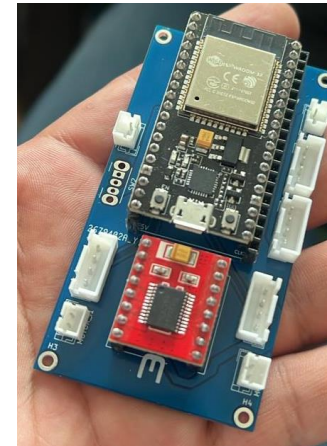
2 Pin

3 Pin

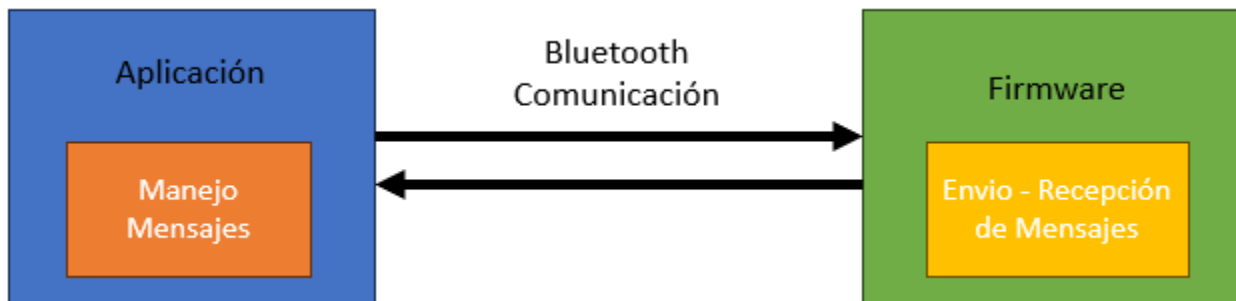
4 Pin

5 Pin

6 Pin



# APLICACIÓN



# VENTANAS DE JUEGOS

PRINCIPAL



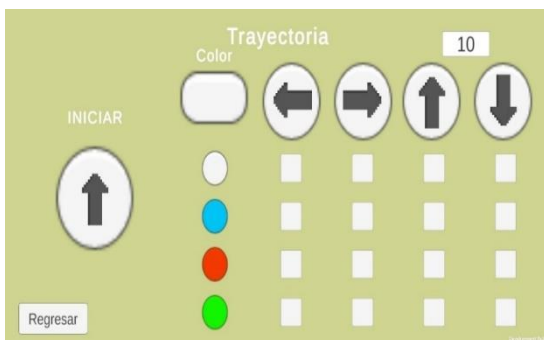
CALIBRACIÓN



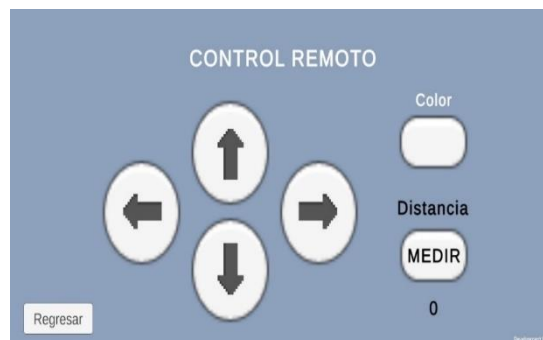
LABERINTO



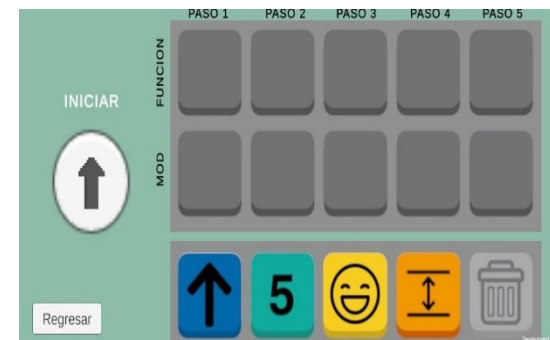
TRAYECTORIA



CONTROL REMOTO

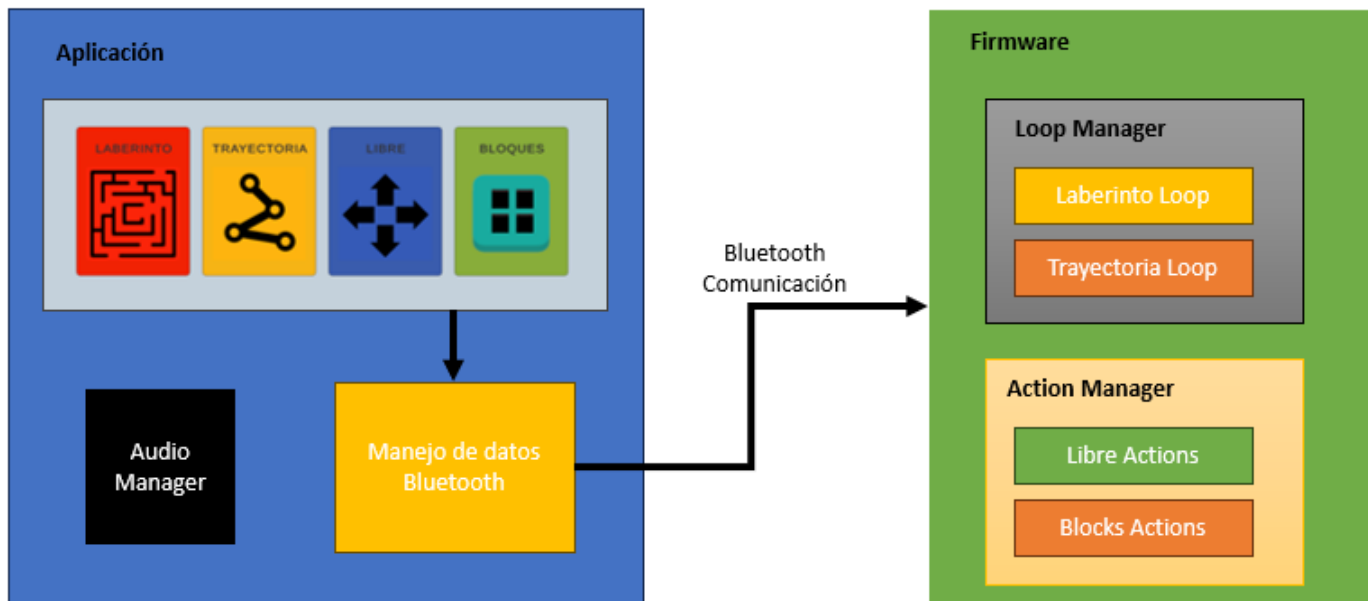


BLOQUES

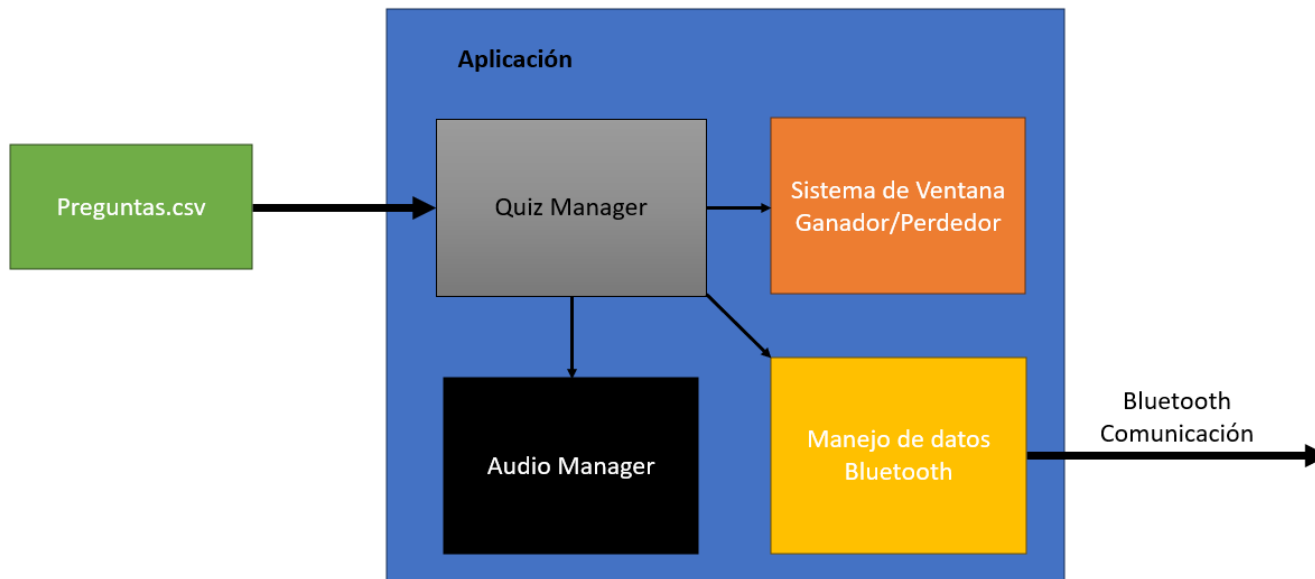




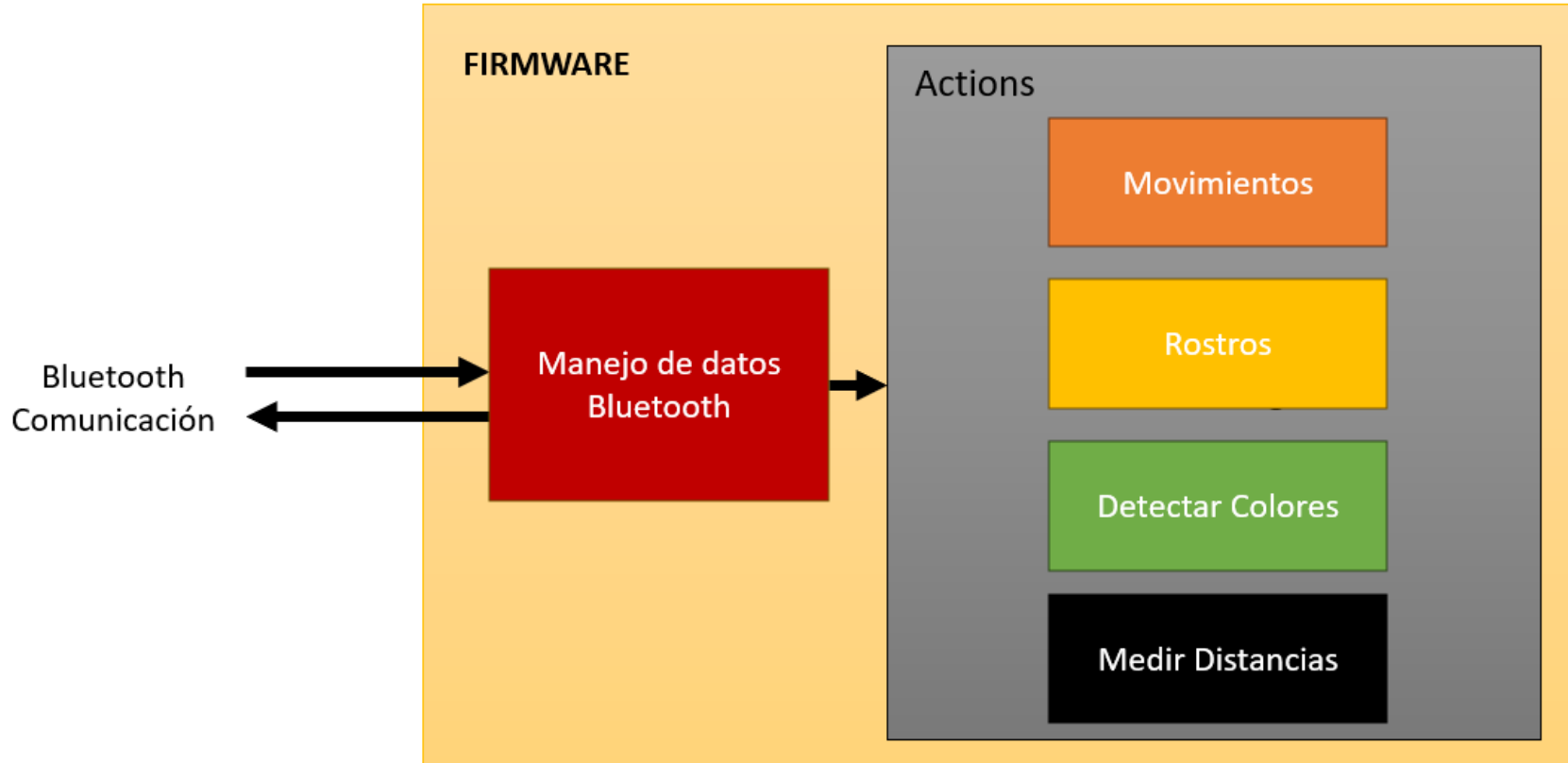
# SISTEMA DE JUEGOS



# SISTEMA DE ENSEÑANZA



# FIRMWARE



# PRUEBAS DE RESISTENCIA MECÁNICA

Peso

Imagen



40.82 kg



40.82 kg



# PRUEBAS DE RESISTENCIA MECÁNICA

Peso	Imagen
18.14 kg	
40.82 kg	

# PRUEBAS CON LOS NIÑOS



# PRUEBAS DE BATERÍA

---

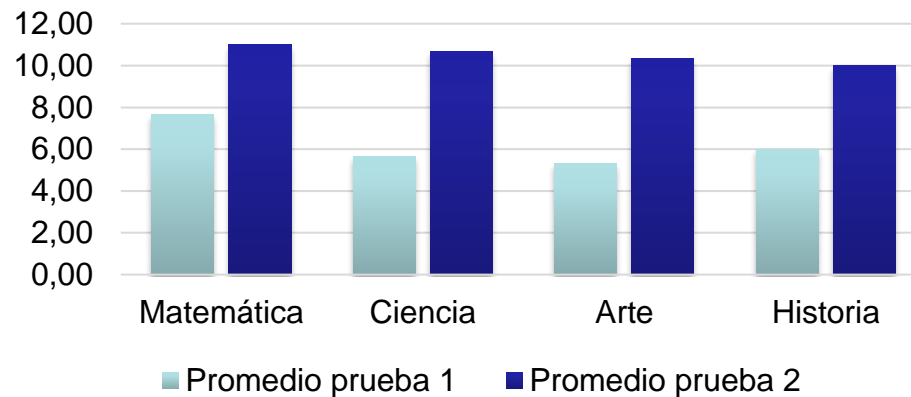
Tiempo (min)	Voltaje
0	4.4
15	4.4
30	4.3
45	4
60	3.9
75	3.7
90	3.6
105	3.5

# VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Se realizaron dos pruebas con los niños, la primera sin el robot y la segunda después de haber utilizado el robot durante un tiempo de una hora.

## PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE





# VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

---

Para validar la hipótesis del proyecto se utiliza el método T student o de pares dependientes, este método estadístico se utiliza cuando los valores de una prueba corresponden a medidas emparejadas, como el caso en cuestión que se tiene valores antes y después. La pregunta que se realiza es ¿Mediante el diseño y fabricación del robot social se contribuye al aprendizaje de los niños de 9 a 12 años?

## HIPÓTESIS

- $H_0$ : Mediante el diseño y fabricación de un robot social, se contribuirá al aprendizaje de niños y niñas de 9 a 12 años.
- $H_1$ : Mediante el diseño y fabricación de un robot social, no se contribuirá al aprendizaje de niños y niñas de 9 a 12 años.

## CONDICIONES

- Si el  $t_c < t_t$  entonces se rechaza  $H_0$
- Si el  $t_c > t_t$  entonces se rechaza  $H_0$

## VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

---

Primero se calcula la estadística de prueba para lo que se debe conocer el valor de la diferencia, desviación estándar y tamaño de muestra.

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Obteniendo un resultado de 1,1547 para la desviación estándar el siguiente paso es calcular el error estándar

$$S_e = \frac{S_d}{\sqrt{n}} = \frac{1.1547}{\sqrt{12}} = 0.333$$

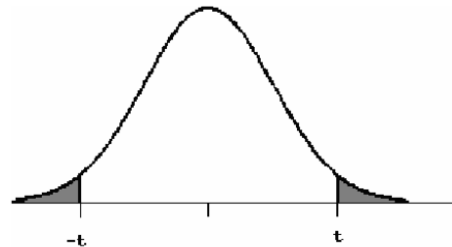
Se calcula el valor de  $t_c$  con un nivel de significación  $\alpha = 0.05$  para hallar el valor de distribución de t mediante tablas.

$$t_c = \frac{\bar{x}}{S_e} = \frac{4.33}{0.333} = 13.12$$

$$gl = n - 1 = 12 - 1 = 11$$

El valor de  $t_\alpha$  con un  $\alpha = 0.05$  y 11 grados de libertad es de 2.201

# VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS



- (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
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221	5,513
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140	5,363
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073	5,239
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015	5,134
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965	5,044
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,877	3,922	4,962

## VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

---

Debido a que  $t_c = 13.12 > t_t = 2.201$  se retiene la hipótesis nula y se desecha la hipótesis alternativa, por lo tanto, la hipótesis nula es la ganadora en que mediante el diseño y fabricación de un robot social si se contribuirá al aprendizaje de niños y niñas de 9 a 12 años. Está con el 95% de seguridad de que existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes al utilizar el robot social.

## CONCLUSIONES

---

- Se realizó el diseño de conceptos con base en la matriz de la casa de la calidad, posterior se realizó una ponderación y se eligió la mejor alternativa para el diseño. Luego se seleccionaron los mejores componentes y elementos electrónicos para ello se tuvo en cuenta el requerimiento de portabilidad y se diseñó un robot lo más compacto posible y de una buena distribución de componentes.
- En trabajo conjunto con el personal técnico del MIES de la dirección distrital de Latacunga se identificaron las necesidades y requerimientos del robot teniendo en cuenta que su destino eran niños y niñas de 9 a 12 años, para ello se aplicó la norma VDI 2206 y con base en los requerimientos obtenidos se generaron las características técnicas, se realizó matriz QFD o casa de la calidad con la que resultó que los módulos de aprendizaje y el diseño compacto son las características más importantes teniendo un porcentaje de 10,96% y 9,90 % de importancia para la fabricación del proyecto respectivamente.
- Se desarrolló un robot asistente útil para niños y niñas de 9 a 12 años de edad, siendo una herramienta de acercamiento a la metodología de educación STEAM. El robot es modular y compacto en su diseño con medidas de 12x11.3x13 cm lo que le hace fácil de guardar y transportar a los niños, cuenta con un peso de 530 gr. Permite la enseñanza de asignaturas ligadas a la metodología STEAM mediante módulos de aprendizaje respecto a temas de historia, ciencia, matemática y arte, todos con referencia en la cultura e historia ecuatoriana. El robot incluye una aplicación móvil propia que permite la integración de las subfunciones y facilita la integración usuario – robot.

## RECOMENDACIONES

---

- Utilizar el robot social como una herramienta complementaria del aprendizaje y siempre guiado de un educador a cargo. La incorporación del robot asistente en el entorno educativo es como su nombre lo dice, asistente y no un sustituto de la educación convencional que se maneja hasta el día de hoy.
- Con el transcurso del tiempo y la modernización de las librerías dentro del entorno gráfico se puede añadir nuevos juegos en base a los que ya tiene precargado que mejoren el rendimiento del niño a un nivel más avanzado de programación.
- En un inicio se trabajó con el Ministerio de inclusión Económica y Social (MIES), quienes nos ayudaron en la fomentación de información en cuanto al requerimiento de los niños, cabe recalcar que al finalizar este tema de integración curricular las pruebas de validación se realizaron en otro establecimiento que no era parte del MIES, se debería utilizar el proyecto para continuar con el grupo de trabajo que desde un inicio requería del robot.
- No exponer al robot a entornos peligrosos como fuego o agua ya que contiene elementos como sensores y actuadores y la pantalla a la intemperie. Se recomienda manejar el robot dentro de un entorno cerrado por el haz de luz que afecta de manera menor el funcionamiento del sensor de color.

# FUNCIONAMIENTO

## JUEGOS

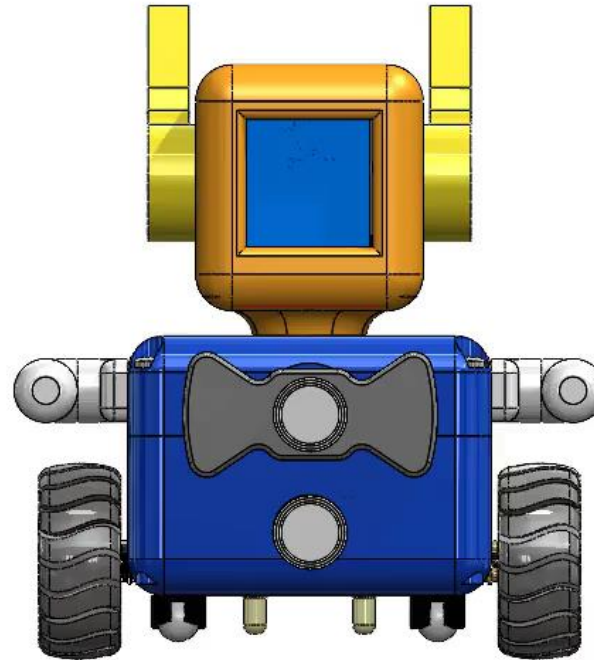


## APRENDIZAJE



# VISTA EXPLOSIONADA

---





# GRACIAS!



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA