



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

TEMA:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MURO INTERACTIVO DE
BAJO COSTO BASADO EN
MATRIZ DE SENSORES ÓPTICOS Y PROYECCIÓN DE ESCENARIOS VIRTUALES”**

Elaborado por:
Reyes Jurado Joshua Sebastián
Fernández Bermeo Daniel Antonio

Director del Proyecto:
Ing. Vanessa Carolina Vargas Vallejo, PhD.

Sangolquí, 2024



- Introducción
- Diseño e implementación
- Pruebas de funcionamiento
- Conclusiones y recomendaciones
- Referencias bibliográficas

Introducción

- Antecedentes
- Justificación e importancia
- Objetivos
- Alcance

Diseño e implementación

Pruebas de funcionamiento

Conclusiones y recomendaciones

Referencias bibliográficas



Incentivan el interés de las sesiones de estudio o actividades físicas.

Mejoran la atención, colaboración, autoaprendizaje.

Gran flexibilidad para diferentes actividades.

Mejora el proceso de educación.

Dependiendo de la tecnología utilizada llegan a ser muy costosas.



1.099\$



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Justificación e importancia



Los dispositivos digitales han cambiado el paradigma en la forma de educarse, de divertirse y de .

Brecha en la forma de usar la tecnología entre educadores y estudiantes.

Baja motivación del estudiante al ya no responder a la transmisión tradicional del conocimiento.

Pasivamente entrenan la condición física y movimientos motrices.

Objetivo general

Diseñar e implementar un prototipo de bajo costo de un muro interactivo enfocado a aplicaciones de enseñanza lúdica, actividad física y terapia de salud mental.

Objetivos específicos

Seleccionar

- La plataforma de desarrollo de hardware y software para la solución propuesta.

Diseñar

- El prototipo con su respectiva instrumentación .
- La aplicación de usuario con 3 escenarios virtuales que ejemplifiquen su uso.

Diseñar

- El controlador para procesar los datos de los sensores y determinar el punto de toque para visualizar cambios en la salida de video.

Evaluar

- El prototipo en términos de precisión, tiempos de respuesta, falsos positivos y experiencia del usuario..



Introducción

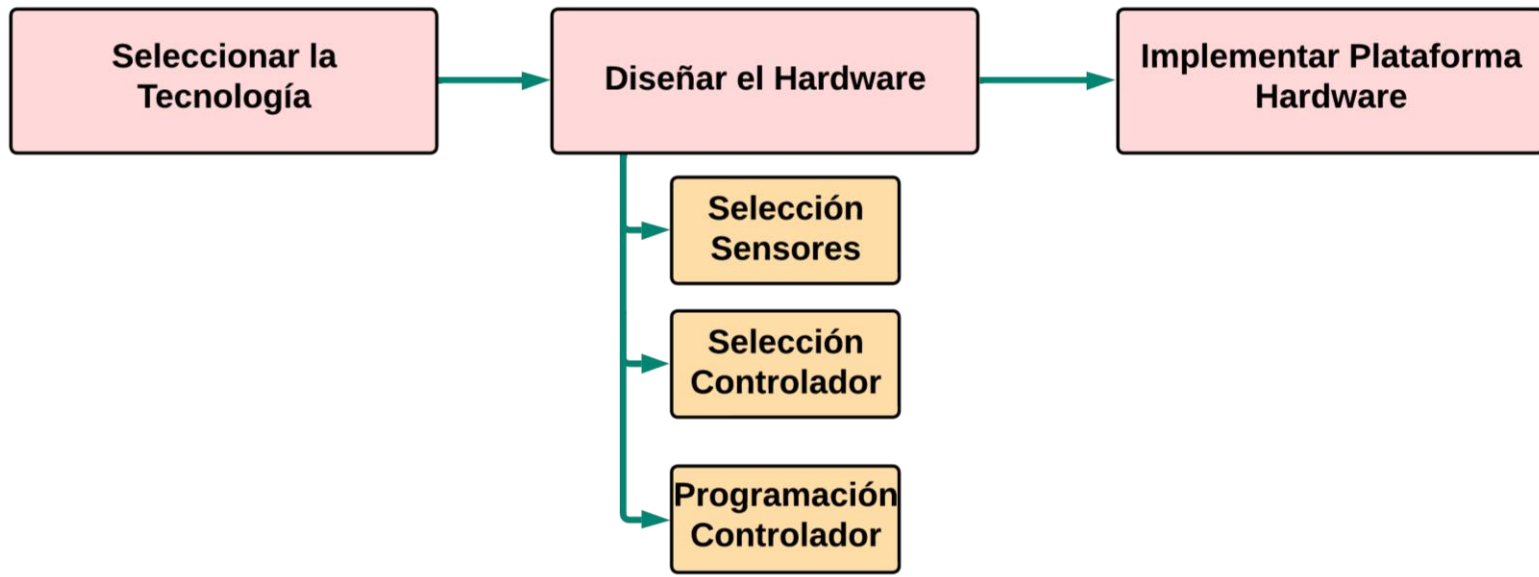
Diseño e implementación

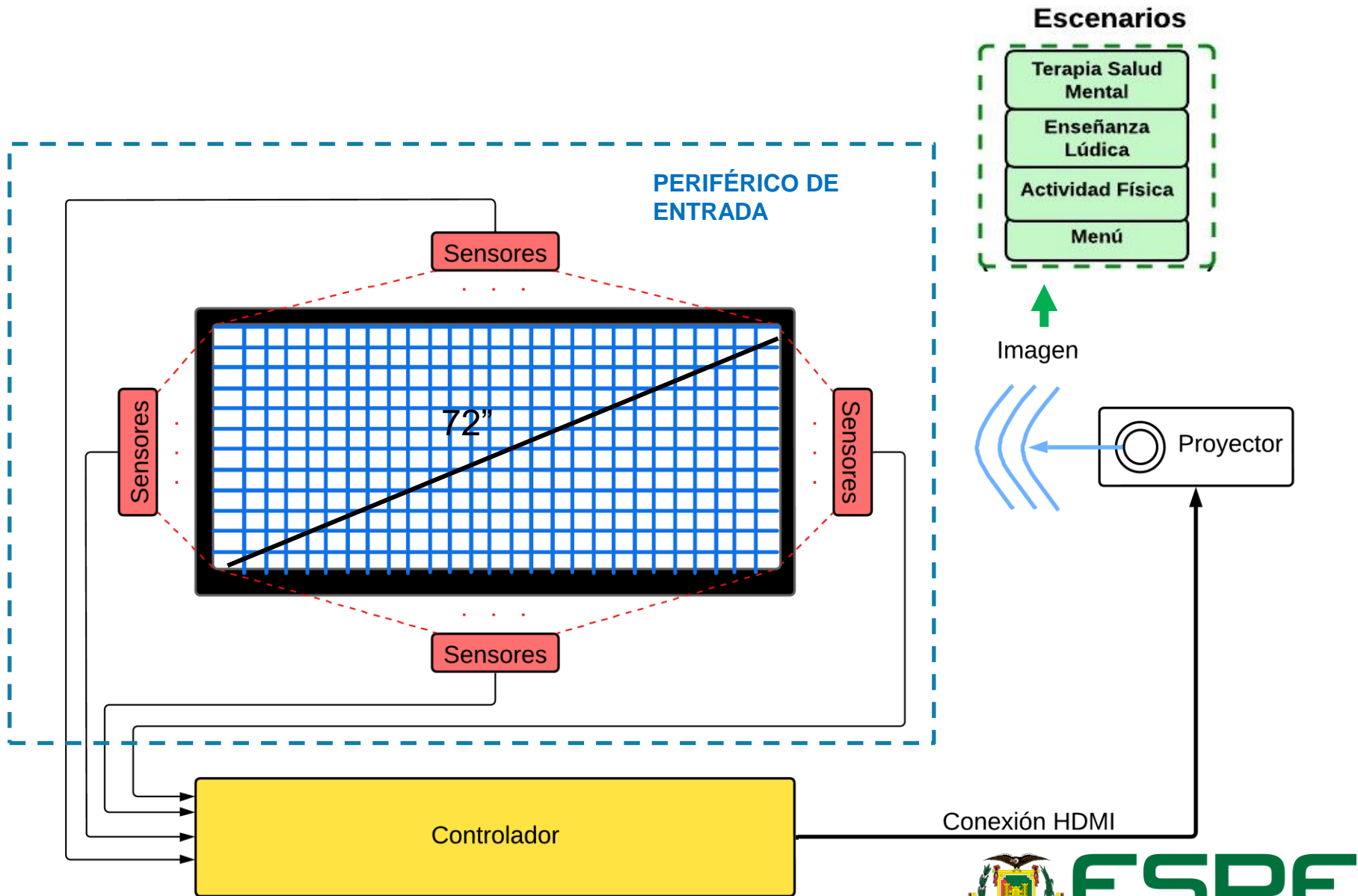
- Diseño del Hardware
- Diseño del Software
- Implementación Total

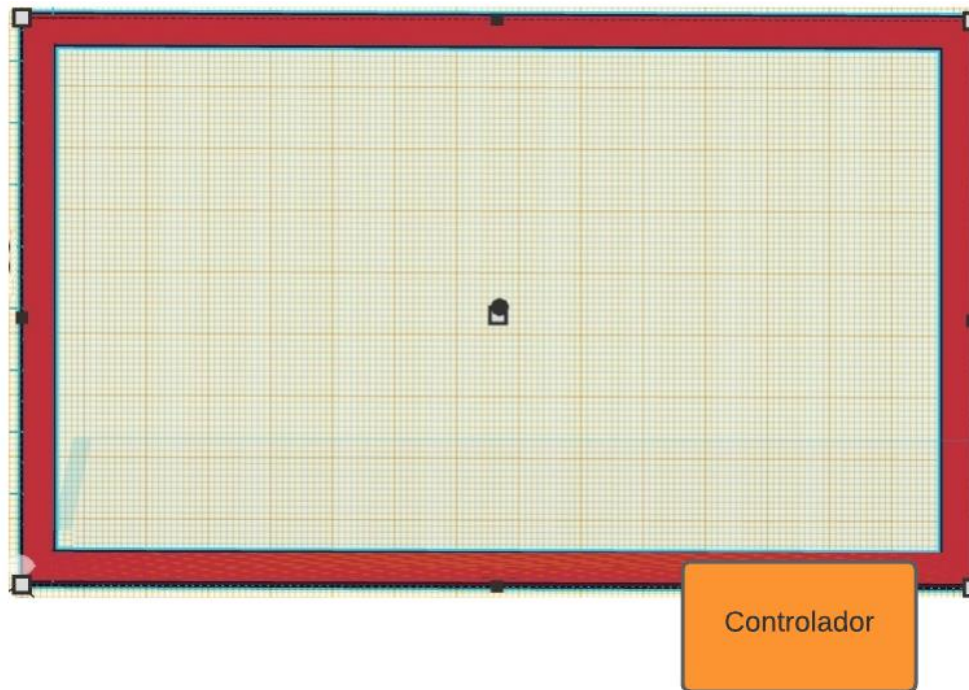
Pruebas de funcionamiento

Conclusiones y recomendaciones

Referencias bibliográficas





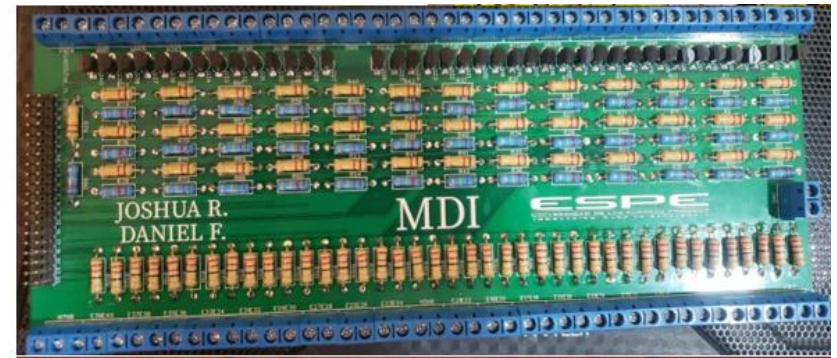
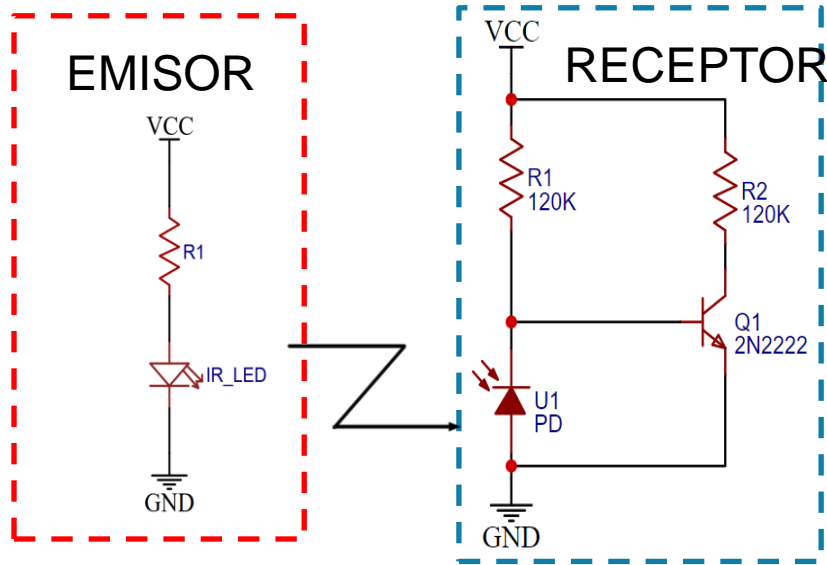


Marco de 72" de diagonal

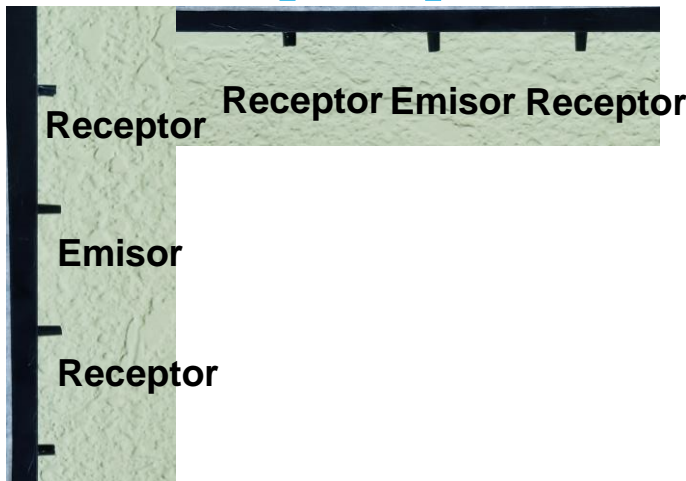
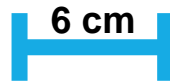
Matriz de 14 filas con 26 columnas(resolución de 5,6 x 6 cm)

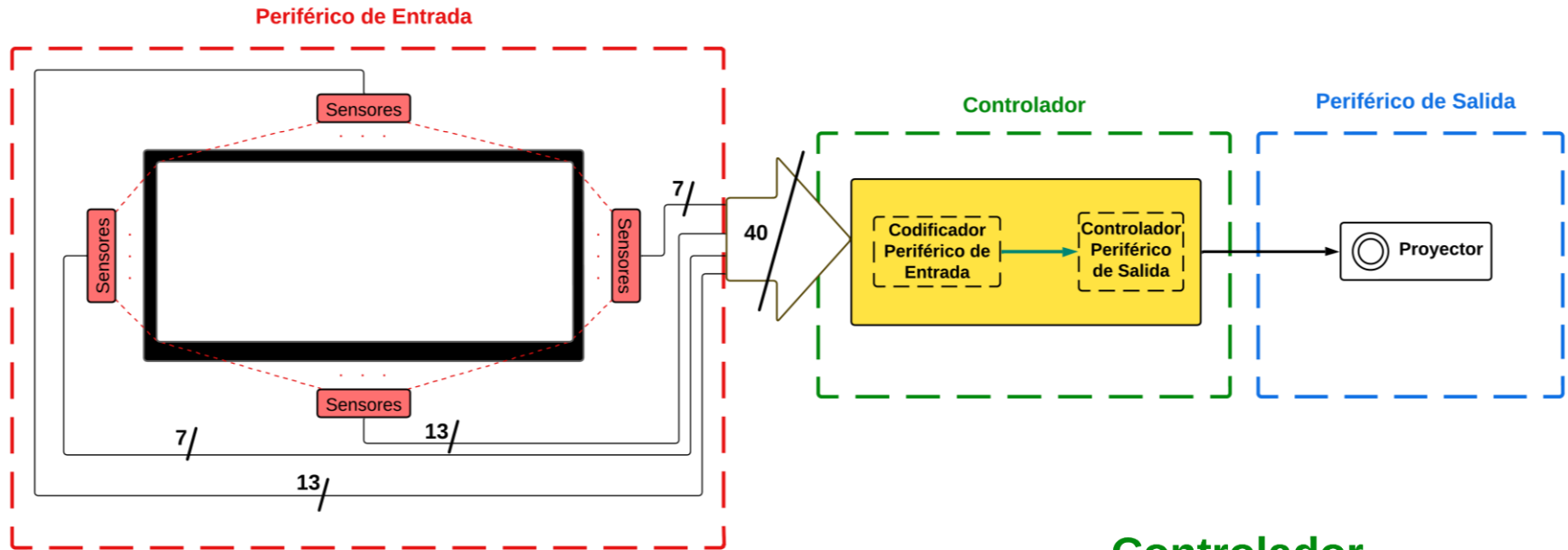
40 Sensores simultáneamente observados.

Circuito par Emisor-Receptor



MONTAJE



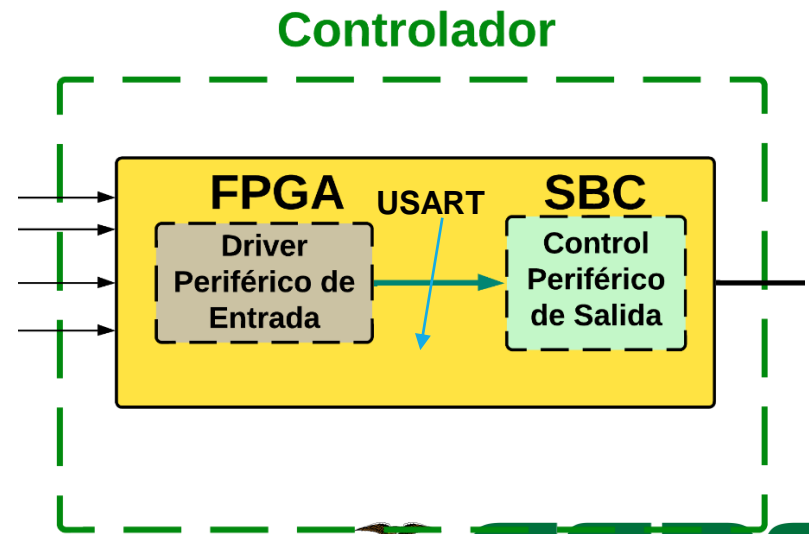


Requisitos del controlador

Monitorizar 40 entradas simultáneas de la matriz de sensores para decodificar la celda.

Tener una plataforma liviana para el despliegue de vídeo

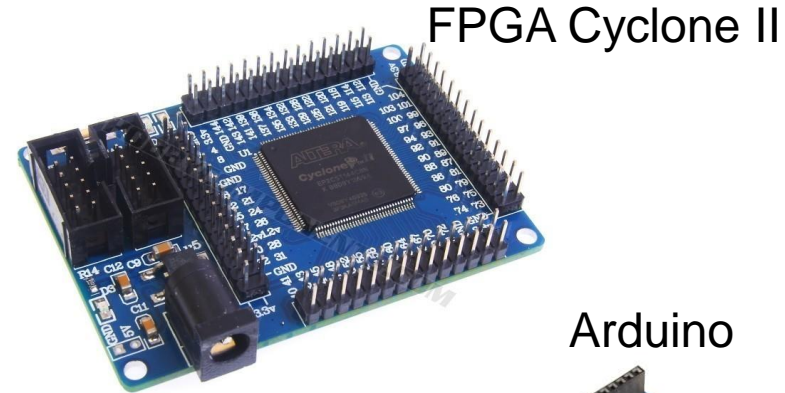
Ser de costo reducido.



Selección Controlador

DRIVER PERIFÉRICO ENTRADA

Característica	ARDUINO	Microcontroladores	FPGA
Programación	C/C++ mediante IDE dedicado ^a	Ensamblador, C, BASIC ^b	VHDL/Verilog ^c
Flexibilidad	Menos flexible, principalmente para proyectos específicos ^a	Moderadamente flexible, según el modelo y configuración ^b	Muy flexible y adaptable a diversas aplicaciones ^c
Velocidad de Procesamiento	Relativamente baja comparada con FPGA's ^a	Variable según modelo y configuración ^b	Alta, con tiempos de respuesta muy rápidos ^c
Complejidad de Diseño	Baja a moderada, ideal para proyectos sencillos ^a	Baja a alta, según modelo y aplicaciones ^b	Alta, permitiendo implementaciones complejas y personalizadas ^c
Consumo de Energía	Bajo ^a	Variable ^b	Variable, puede ser optimizado ^c
Aplicaciones	Proyectos de hobby, educativos, y pequeñas implementaciones específicas ^a	Amplia variedad, desde sistemas embebidos hasta aplicaciones industriales ^b	Amplio rango de aplicaciones, desde sistemas embebidos hasta procesamiento de señales complejas ^c
Cantidad de Pines GPIO	El modelo más común 14 pines. Modelos con mayor cantidad sube el coste ^a	Varía según el modelo, pero a mayor cantidad mayor coste y mayor dificultad de disponibilidad comercial ^b	Varía según el modelo, pero gran cantidad de modelos con >40 pines ^c
Compatibilidad con UART	Si ^a	Si ^b	Si ^c



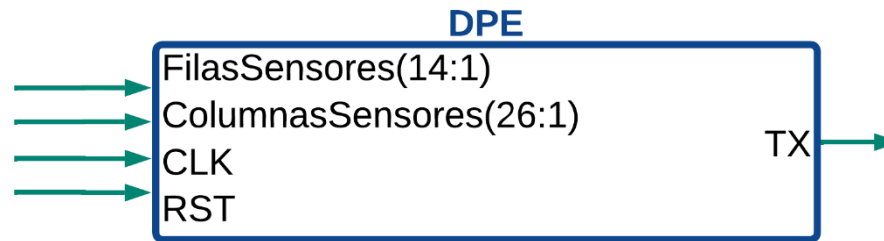
Microcontrolador PIC



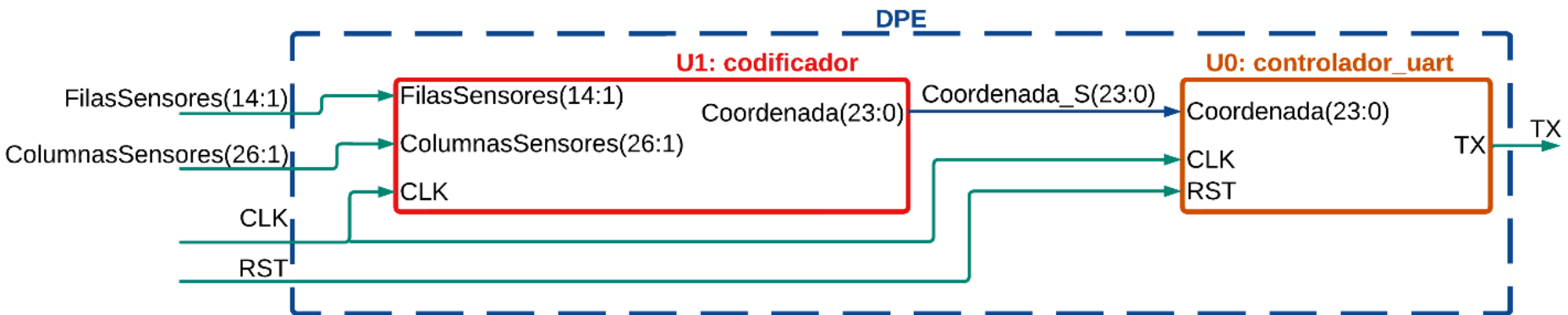
Driver Periférico de Entrada (DPE)

VDHL

ALTERA



Metodología
TOP-DOWN

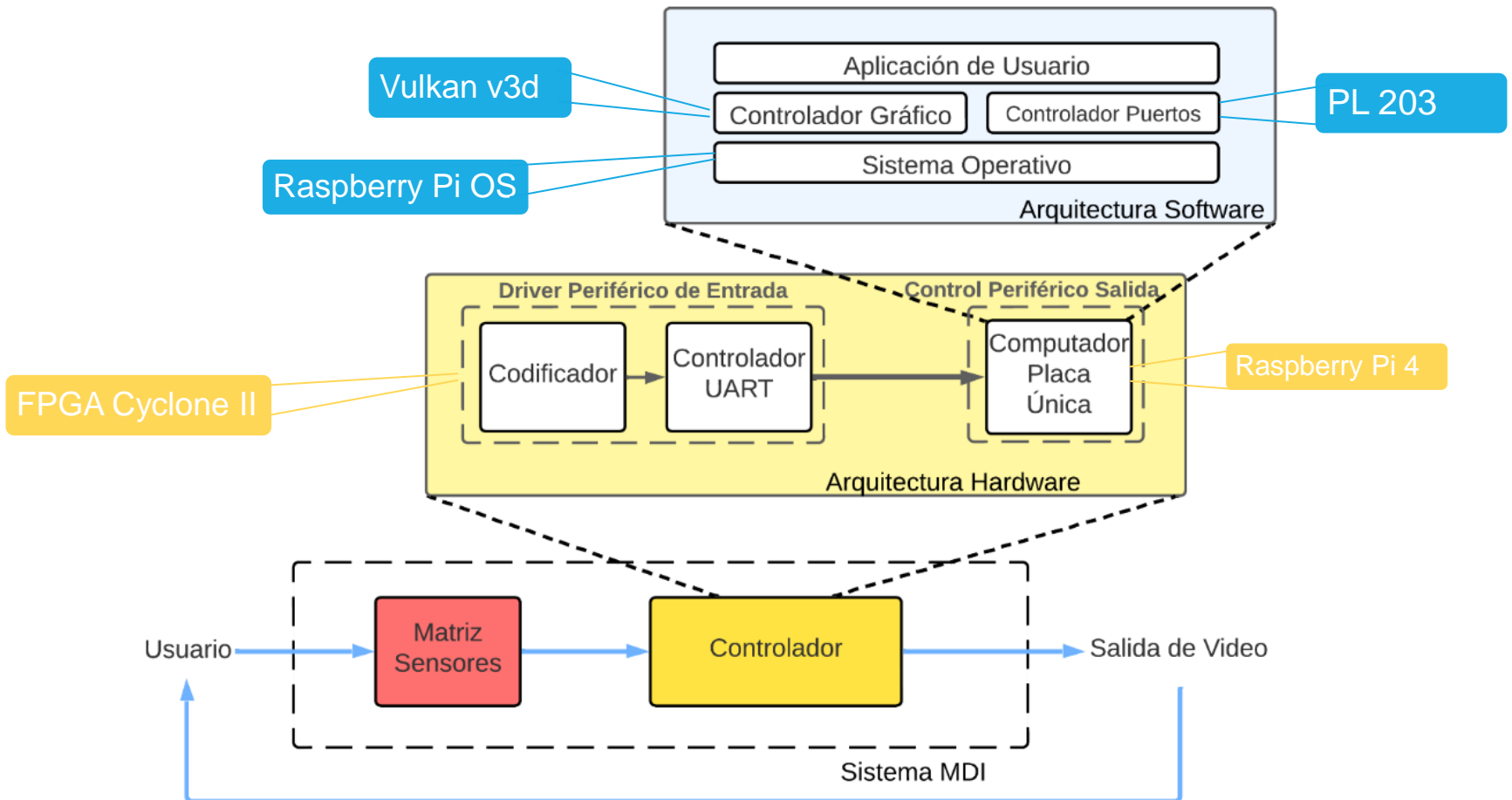


Selección Controlador Periférico Salida

Computadora de Placa Única	Frecuencia de CPU	RAM	Conectividad	Puertos USB	Sistema Operativo Compatible	Precio Aproximado (USD)
Raspberry Pi 4 Model B ^b	1.5 GHz (Quad core Cortex-A72) ^b	1GB, 2GB, 4GB o 8GB LPDDR4 ^b	Wi-Fi, Bluetooth 5.0, HDMI ^b	2 USB 3.0, 2 USB 2.0 ^b	Linux, Debian, Raspberry Pi OS ^b	Desde \$63 ^a
DragonBoard 410C ^e	1200 MHz ^e	1 GB ^e	HDMI ^e	microSD ^e	-	Desde \$180 ^a
Banana Pi BPI-M5 ^g	2.0GHz (Quad-core Cortex-A55) ^g	4GB LPDDR4 ^g	Wi-Fi, USB, Ethernet, HDMI ^g	4 x USB 3.0 ^g	Android, Debian, Raspbian, Armbian ^g	Desde \$65 ^a



Modelo del Sistema



Plataforma de hardware Implementado

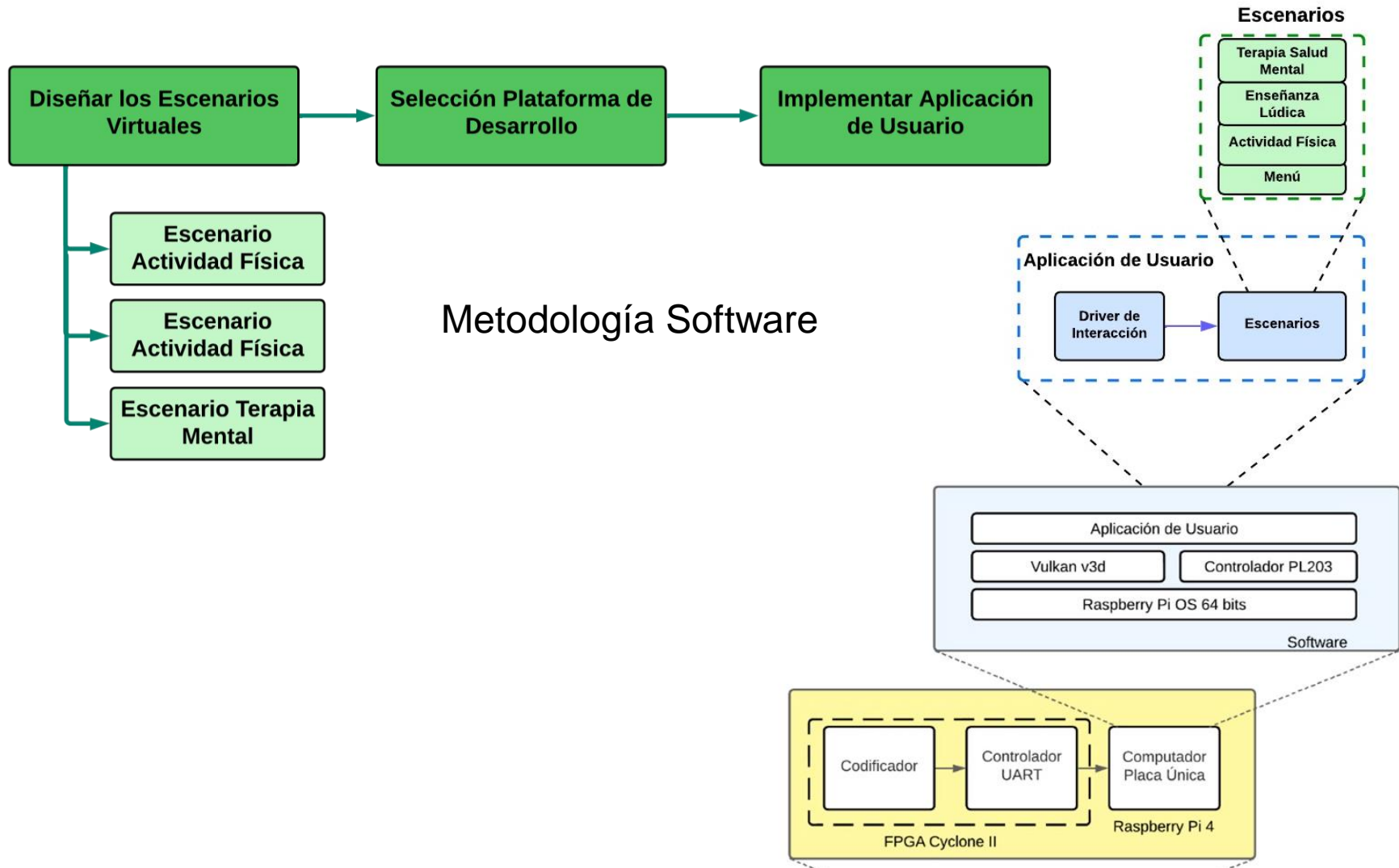


Periférico de Entrada



Controlador





Selección Plataforma de Videojuegos



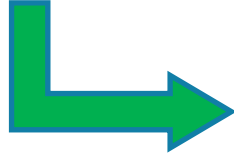
LINUX



- Lenguaje de Programación C#
- Multiplataforma
- Renderizado de alta calidad para juegos 2D y 3D
- Amplia comunidad y excelente documentación
- Gratuita para proyectos personales

Driver Interacción

- Recibe las coordenadas proporcionadas por la FPGA



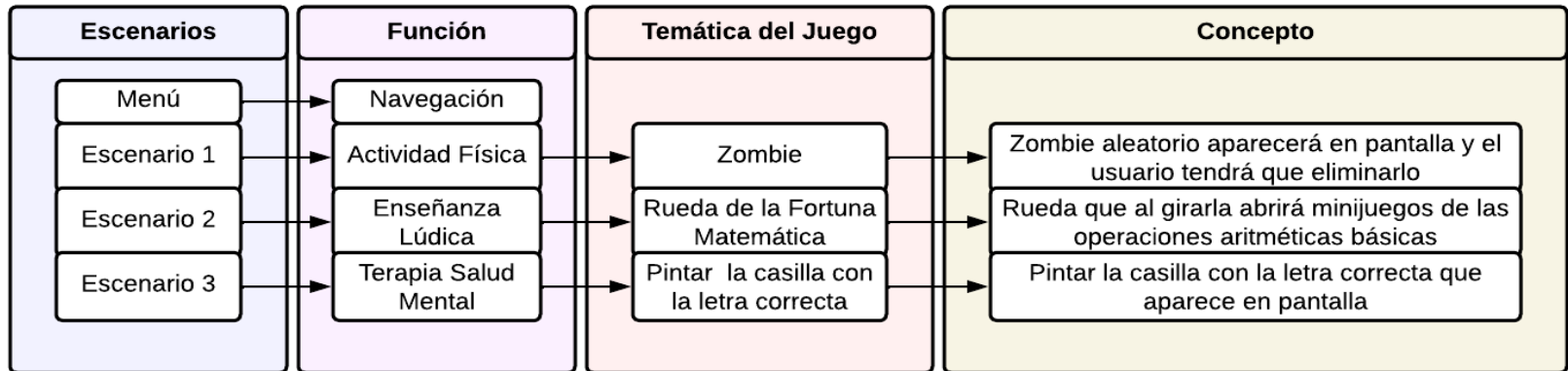
```
[02:15:40] coordenada: A01  
UnityEngine.Debug:Log (object)
```

- Transforma esas coordenadas en coordenadas físicas dentro de los escenarios












```
[02:15:40] Posicion: (-1.55, -21.96, 15.67)  
UnityEngine.Debug:Log (object)
```

Escenarios Virtuales



Creación de Elementos Gráficos y Visuales: Por ejem. Pantalla menú

MENÚ		
BOTONES		FONDO
Atras		Cambia el hacia atrás el icono del juego que se quiere jugar
Siguiente		Cambia el hacia adelante el icono del juego que se quiere jugar
Cerrar Juego		Cierra el juego
LOGOS		ICONOS
Escudo Universidad		Escudo de la Universidad de las Fuerzas Armas "ESPE"
Logo Departamento		Logo del Departamento de Eléctrica y Electrónica
Fondo del Escenario		Fondo del Escenario con el Asset: Customizable skybox (1)
Icono Escenario 1		Captura de Imagen del Juego del Escenario 1
Icono Escenario 2		Captura de Imagen del Juego del Escenario 2
Icono Escenario 3		Captura de Imagen del Juego del Escenario 3

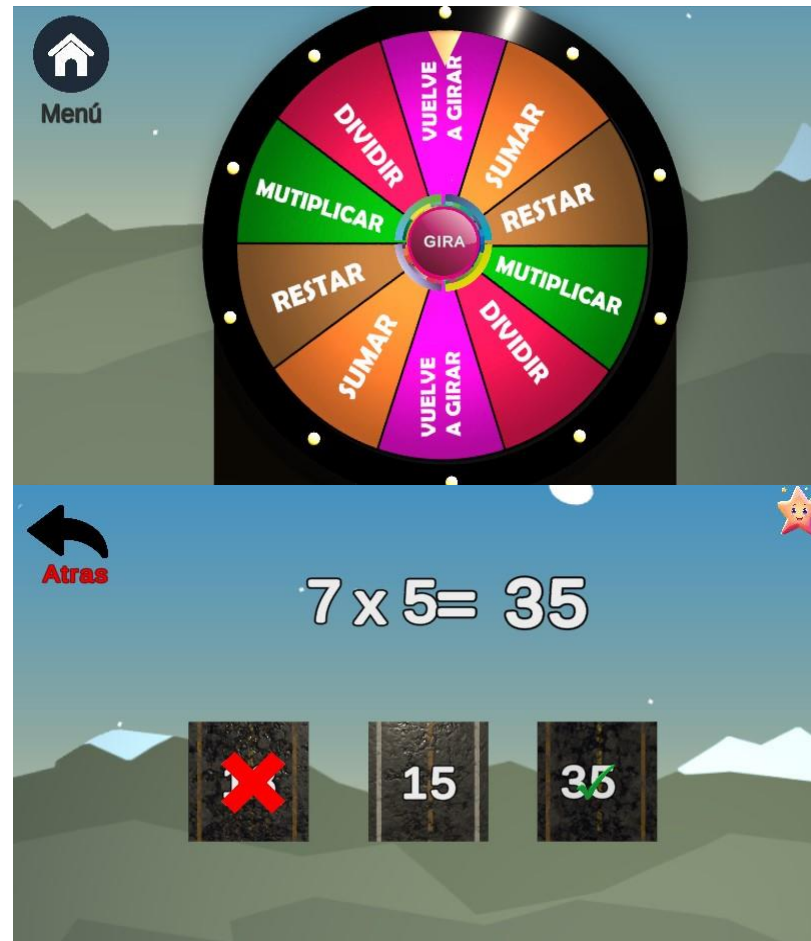
Integración de Elementos Gráficos en los Escenarios Virtuales



Integración de Elementos Gráficos en los Escenarios Virtuales



Integración de Elementos Gráficos en los Escenarios Virtuales



Integración de Elementos Gráficos en los Escenarios Virtuales





Introducción

Diseño e implementación

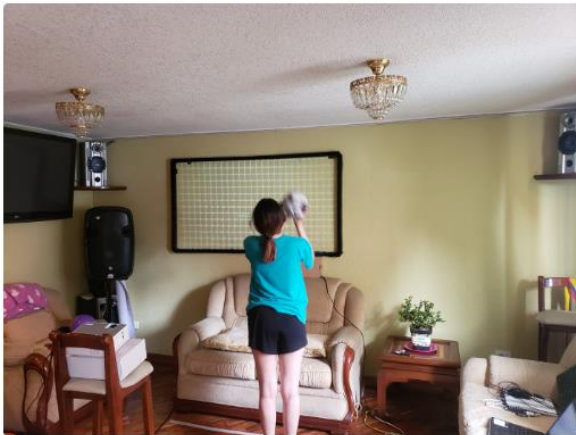
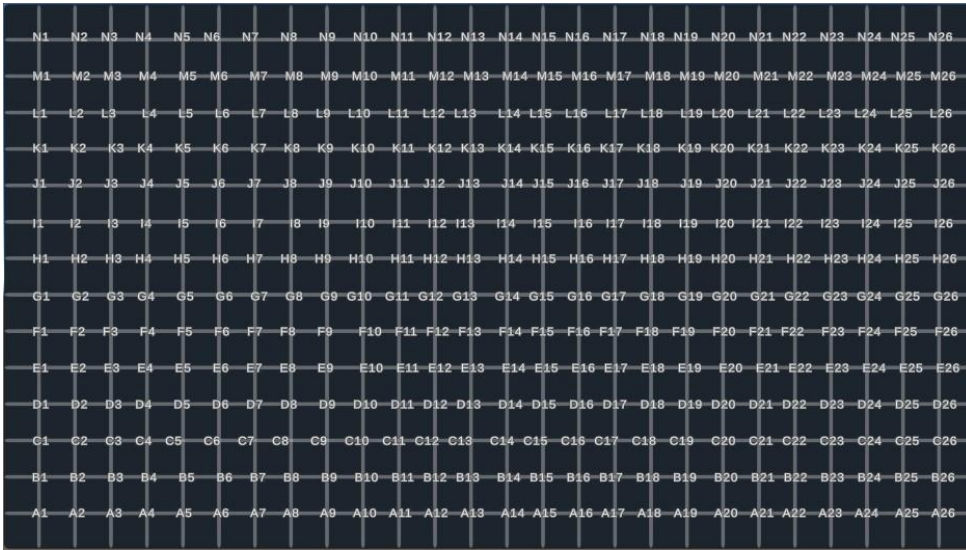
Pruebas de funcionamiento

- Pruebas Realizadas
- Resultados Obtenidos

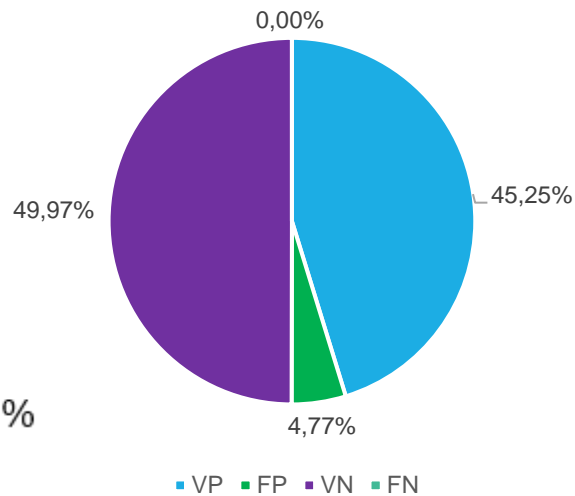
Conclusiones y recomendaciones

Referencias bibliográficas

Pruebas Realizadas

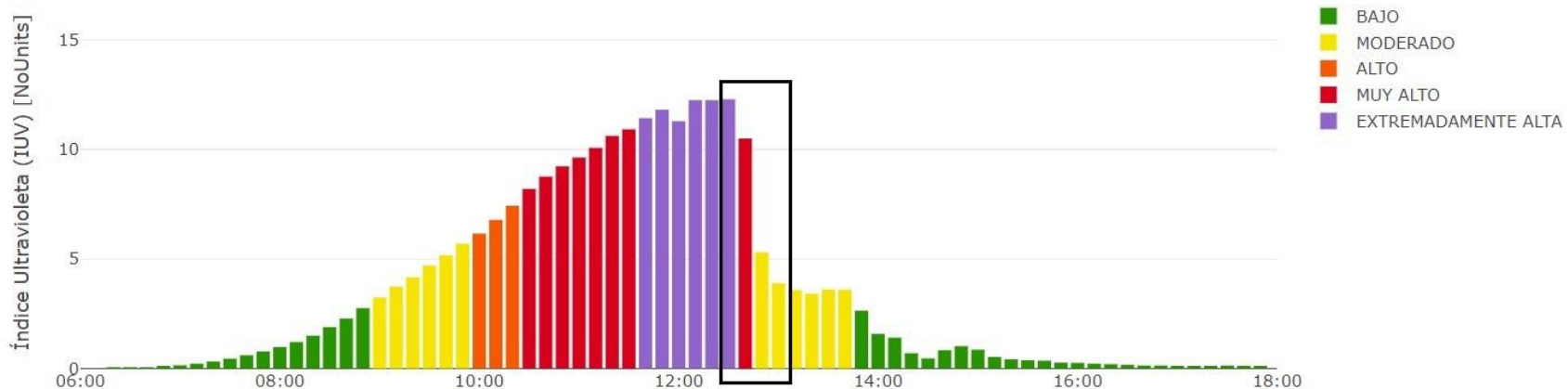


Resultado VP, FP, VN, FN



$$P = \frac{VP}{VP + FP} = 0,905 = 90,5\%$$

Índice Ultravioleta (IUV), Jipijapa

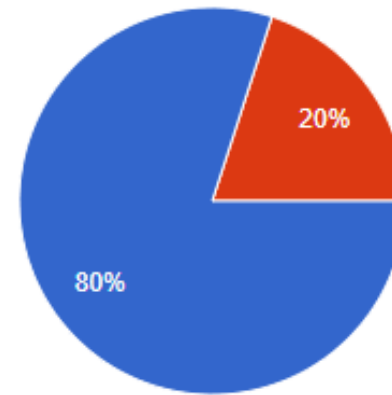


Objeto	% Error
Peluche Normal	5 %
Peluche Pequeño	7,5 %
Pelota PVC Normal	12,5 %
Pelota PVC Pequeña	75 %

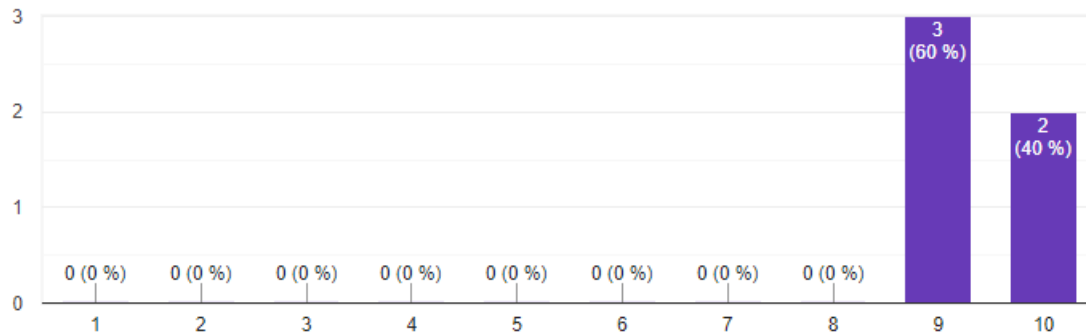
Escenario	Descripción	Promedio Tiempo Respuesta [seg]
0	Menú principal	1,07
1	Eliminar <u>Zombies</u>	2,59
2	Rueda de la fortuna matemática	4,1
3	Pintar la casilla con la letra correcta	2,45
Media		2,55

Facilidad de Uso y Experiencia del Usuario

Reacción y Participación al Interactuar con el Muro Interactivo



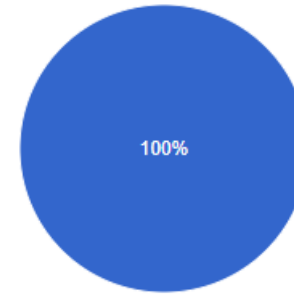
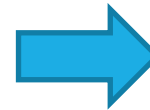
- a. Muy positiva
- b. Positiva
- c. Neutral
- d. Negativa
- e. Muy negativa



Facilidad de Comprensión de las Instrucciones

Facilidad de Uso y Experiencia del Usuario

Atracción de los Escenarios Interactivos



- a. Sí
- b. No
- c. No estoy seguro/a

Dificultades durante su interacción



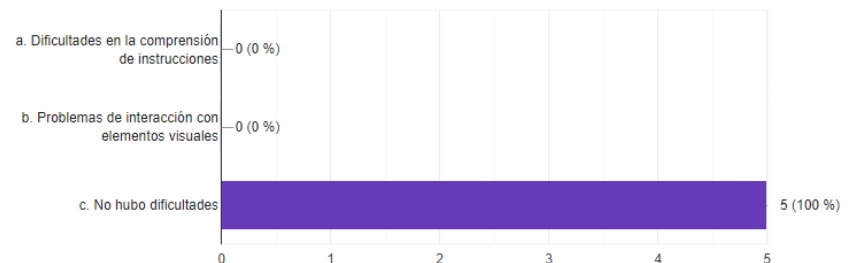
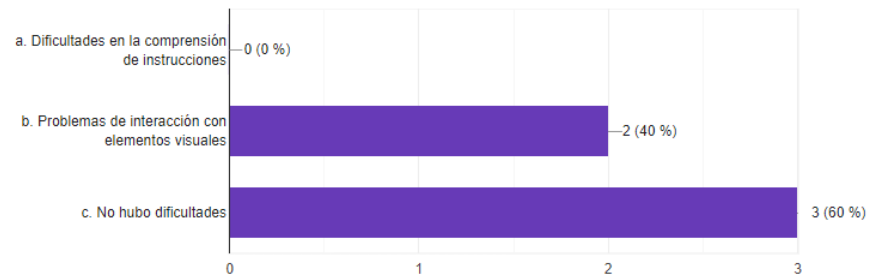
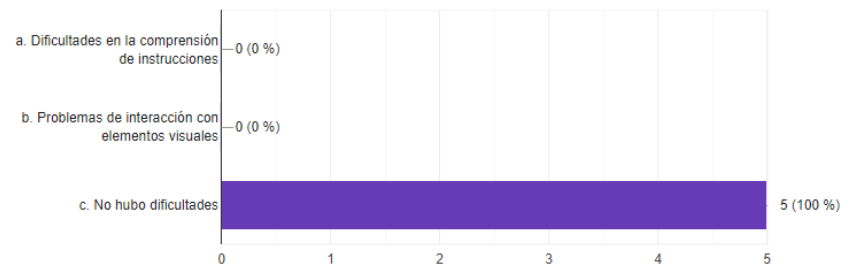
Escenario 1



Escenario 2

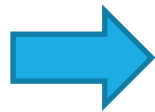


Escenario 3

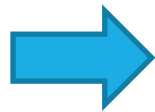
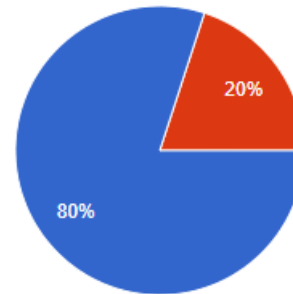


Facilidad de Uso y Experiencia del Usuario

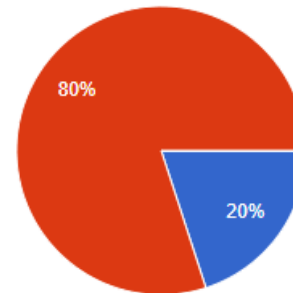
Experiencia de Interactuar con los Diferentes Escenarios



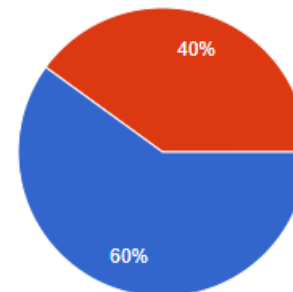
Escenario 1



Escenario 2



Escenario 3



- a. Muy divertida
- b. Divertida
- c. Neutral
- d. Poco divertida
- e. Nada divertida

- Introducción
- Diseño e implementación
- Pruebas de funcionamiento
- **Conclusiones y recomendaciones**
- Referencias bibliográficas

El diseño propuesto se destaca por **su costo (\$ 262)** y cumple con las funciones requeridas. Además, presenta un bajo **consumo de potencia (11,99 W)**, reflejando así una eficiencia energética del sistema.

El prototipo tiene un costo accesible ya que **es 24 veces** más económico que un modelo comercial. Además, el consumo de potencia **es 21 veces** menor que el comercial.

Debido a la cantidad y texturas de los elementos gráficos, el sistema puede experimentar retardos en el tiempo de respuesta

La encuesta realizada reveló una percepción del **80%** como muy favorable y el **20%** como favorable en la experiencia del usuario. La mayoría de los participantes expresaron una reacción positiva y disfrute al interactuar con el sistema.

En caso de requerir escalar el proyecto se sugiere considerar el uso de sensores infrarrojos alternativos que sean menos susceptibles a la luz ultravioleta ambiental.

Para mejorar los tiempos de respuesta en escenarios con carga gráfica intensiva, se recomienda utilizar una SBC con una mayor capacidad de procesamiento y más memoria RAM

Se recomienda jugar el juego con objetos grandes cuya textura no refleje la luz de manera significativa

- Introducción
- Diseño e implementación
- Pruebas de funcionamiento
- Conclusiones y recomendaciones
- Referencias bibliográficas**

Cala, R., Díaz, L., Nora, E., & Tituaña, J. (2018). El Impacto del Uso de Pizarras Digitales Interactivas (PDI) en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje. *Información Tecnológica*, 61-70.

<https://doi.org/dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000500061>

Electricity Magnetism: Sensores Infrarrojos. (23 de Octubre de 2023). Electricity Magnetism:

<https://www.electricity-magnetism.org/es/sensores-infrarrojos/>

Intel Corporation. (s.f.). Altera Cyclone II. Device Family Datasheet. intel:

<https://datasheet.octopart.com/EP2C5T144C8-Altera-datasheet-7627975.pdf>

¡Gracias!

Por su Atención

Reyes Jurado Joshua Sebastián
jsreyes@espe.edu.ec
0986900275

Fernandez Bermeo Daniel Antonio
dafernandez2@espe.edu.ec
0992407134

Añadir enlace a la carpeta compartida