



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

**“DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA DE ALTO RELIEVE, PARA
EL APRENDIZAJE DE LA MATERIA DE ESTUDIOS SOCIALES DENTRO DEL
PLAN DE ESTUDIO VIGENTE EN LA ASOCIACIÓN DE NO VIDENTES DE
IMBABURA, EN EL AÑO LECTIVO 2022-2023”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

AUTOR: JERSON FERNANDO BÁEZ RIVERA

DIRECTOR: MSC. JAIME ROBERTO MICHILENA CALDERON

IBARRA-ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003411442		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Báez Rivera Jerson Fernando		
DIRECCIÓN:	Ibarra- Maldonado 10-75 y Velasco		
EMAIL:	jfbaezr@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062953410	TELÉFONO MÓVIL:	0998993777

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA DE ALTO RELIEVE, PARA EL APRENDIZAJE DE LA MATERIA DE ESTUDIOS SOCIALES DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIO VIGENTE EN LA ASOCIACIÓN DE NO VIDENTES DE IMBABURA, EN EL AÑO LECTIVO 2022-2023
AUTOR:	Báez Rivera Jerson Fernando
FECHA:	26 de julio de 2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Telecomunicaciones
ASESOR /DIRECTOR:	MSC. Jaime Michilena

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de julio 2023.

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jerson Báez', enclosed within a circular scribble.

Jerson Fernando Báez Rivera



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN:

MAGÍSTER JAIME MICHILENA, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA:

Que el presente trabajo de Titulación DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA DE ALTO RELIEVE, PARA EL APRENDIZAJE DE LA MATERIA DE ESTUDIOS SOCIALES DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIO VIGENTE EN LA ASOCIACIÓN DE NO VIDENTES DE IMBABURA, EN EL AÑO LECTIVO 2022-2023, ha sido desarrollado por el señor Báez Rivera Jerson Fernando bajo mi supervisión.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

MSc. Jaime Michilena Calderón
DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi familia quienes fueron el apoyo fundamental para la realización de este proyecto, sin ellos sé que esto no sería posible, mi madre quien a pesar de la distancia logró salir adelante y darme toda la motivación necesaria para no rendirme.

Mi padre quien siempre estuvo a mi lado en la buenas y en las malas, dándome su mano para lo que yo necesitara, siendo un gran ejemplo que seguir, ya que es una de las personas más fuertes y valientes que conozco.

Por último, pero no menos importante mi hermana mayor quien fue mi primera amiga, alguien en quien confiar, es una de las personas que más quiero en la vida, gracias a ella mi personalidad y gustos se formaron, y fue una de las razones por las cuales decidí estudiar una ingeniería.

Y a mis amigos y seres queridos a quienes me apoyaron en este camino, por coincidencias, la vida nos juntó y nos unió para lograr hacer un grupo de estudio el cual trabaja de manera óptima, juntos hemos logrado sobresalir de cualquier problema que se nos ha cruzado, nunca dejando a alguien atrás.

Báez Rivera Jerson Fernando



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

A Dios, a la Universidad Técnica del Norte, y a la carrera de Telecomunicaciones, la cual me otorgó la destrezas y habilidades que me servirán para ser un gran profesional, con valores.

A mis queridos padres, que con su amor, paciencia y sacrificio han sido la base de mi éxito. Gracias a que, con su apoyo emocional, financiero y por siempre creer en mí incluso cuando dudaba de mis propias habilidades, su confianza en mí ha sido el motor que me logra seguir adelante y superar cualquier obstáculo.

A mis docentes, por compartir todos sus conocimientos y valores, con sus experiencias de vida y su ética profesional, para formarnos como ingenieros competentes y poder sacar el nombre de la universidad adelante.

A mi director de tesis, Msc. Jaime Michilena, y asesor de tesis Msc. Luis Suárez, cuya guía, consejos, fueron un gran apoyo para el desarrollo de mi trabajo de titulación y quienes me ayudaron a conseguir este logro tan grande.

Báez Rivera Jerson Fernando



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

RESUMEN

El presente trabajo de titulación aborda el desarrollo de un prototipo didáctico y una aplicación móvil para la enseñanza de geografía a niños de la asociación de no videntes de Imbabura, en el periodo académico 2022-2023, el dispositivo consta con 3 apartados esto con el objetivo de conseguir mejores resultados en el ámbito académico dándoles un entorno mas amigable, entretenido y didáctico la materia de estudios sociales enfocado en la geografía, dentro de estas temáticas tenemos información general de los continentes, países de América y provincias del Ecuador.

Mediante la metodología de Botoom Up, se llevó a cabo la planificación de las tareas a realizar para obtener el producto necesario, estas tareas se clasifican en 4 fases de operación, la primera que consiste en el análisis del estado en el que se encuentra la ANVI en conjunto con los requerimientos del sistema tanto de software y hardware, la segunda etapa que consiste en la selección de componentes de hardware como son el microcontrolador Arduino Mega, pantalla LCD, módulo bluetooth, modulo mp3, y la selección de componentes del software de los que destacan el entorno de programación de Arduino IDE, y el software de desarrollo de aplicaciones MIT App Inventor. La tercera fase consiste en la implementación del sistema en la que implica el desarrollo del código para el funcionamiento del prototipo y el diseño y programación de la aplicación móvil, también al ser un prototipo de alto relieve se debe de realizar el proceso de diseñado de los componentes del mecanismo con el que funciona el prototipo.

Al terminar el proyecto y haber construido el prototipo, se deben realizar las pruebas de funcionamiento. Estas se clasifican en 2 partes. La primera consiste en las pruebas técnicas, donde se llevan a cabo evaluaciones del funcionamiento y la integridad del sistema. Estas pruebas se enfocan en la verificación y validación de componentes electrónicos, la interfaz, las conexiones, la comunicación y la aplicación móvil, y se logra obtener un modelo de prototipo funcional en el cual los mecanismos funcionan correctamente y los componentes se comunican adecuadamente con la aplicación. La segunda parte consiste en las pruebas de campo, las cuales se dividen en tres categorías principales: pruebas pedagógicas, donde se realizaron a 2 docentes y se obtuvo como resultado un prototipo que genera comprensión de los conceptos geográficos con una retención óptima; pruebas didácticas, donde se obtuvo un entorno amigable para el estudiante y óptimo para el docente; y pruebas de usuario, donde el módulo fue eficiente y preciso. En conclusión, después de cinco semanas de intervención educativa utilizando el sistema interactivo de geografía, los resultados de esta evaluación mostraron un notable incremento en el nivel de conocimiento de los estudiantes, con un promedio de aciertos del 90.67%.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ABSTRACT

The present thesis work addresses the development of a didactic prototype and a mobile application for the teaching of geography to children of the Imbabura Association of the Blind, in the academic period 2022-2023. The device has 3 sections with the objective of achieving better academic results by giving them a more friendly, entertaining, and didactic environment in the subject of social studies focused on geography. Within these topics we have general information about the continents, countries of America and provinces of Ecuador.

Through the Bottom-Up methodology, the planning of the tasks to be carried out to obtain the necessary product was carried out. These tasks are classified into 4 phases of operation, the first that consists in the analysis of the state in which the ANVI is found together with the system requirements of both software and hardware, the second stage that consists in the selection of hardware components such as the Arduino Mega microcontroller, LCD screen, Bluetooth module, MP3 module, and the selection of software components of which the Arduino IDE programming environment and the MIT App Inventor application development software stand out. The third phase consists in the implementation of the system in which it involves the development of the code for the operation of the prototype and the design and programming of the mobile application.

Also, as it is a high relief prototype, the design process of the components of the mechanism with which the prototype works must be carried out.

Upon completing the project and having built the prototype, functional tests must be carried out. These are classified into 2 parts. The first consists of technical tests, where evaluations of the system's operation and integrity are conducted. These tests focus on the verification and validation of electronic components, the interface, connections, communication, and the mobile application, resulting in obtaining a functional prototype model in which the mechanisms work correctly, and the components communicate effectively with the application. The second part consists of field tests, which are divided into three main categories: pedagogical tests, carried out with 2 teachers, resulting in a prototype that promotes comprehension of geographic concepts with optimal retention; didactic tests, resulting in a user-friendly environment for students and optimal for teachers; and user tests, where the module proved to be efficient and accurate. In conclusion, after five weeks of educational intervention using the interactive geography system, the results of this evaluation showed a significant increase in students' knowledge level, with an average success rate of 90.67%.

INDICE DE CONTENIDOS

Capítulo I	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Problema.....	1
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
1.4. Alcance.....	3
1.5. Justificación.....	5
Capitulo II.....	8
2.1. Introducción	8
2.2. Discapacidad Visual.....	10
2.2.1. Definición	10
2.2.2. Clasificación de la discapacidad visual.....	10
2.2.4. Discapacidad visual en la educación.....	11
2.2.4.1. Aspecto Social	12
2.2.4.2. Aspecto psicológico	13
2.2.4.3. Aspecto pedagógico.....	14
2.2.4.4. Necesidades educativas especiales	15

2.3. Educación inclusiva.....	16
2.3.1. Leyes y derechos de las personas con discapacidad	17
2.3.2. Estadísticas Nacionales.....	20
2.3.2.1. Porcentaje de personas discapacitadas.....	20
2.3.2.2. Porcentaje de personas con discapacidad visual.....	22
2.3.3. Estadísticas Internacionales	24
2.3.3.2. Porcentaje de personas con discapacidad visual.....	25
2.3.4. Metodología de estudio para personas no videntes.....	25
2.3.4.1. Metodologías de estudio	26
2.3.4.2. Herramientas didácticas.....	27
2.3.5. Tiflotecnología.....	29
2.4. Herramientas Open Source.....	30
2.4.1. Hardware.....	30
2.4.1.1. Sistemas embebidos.....	30
2.4.1.2. Dispositivos electrónicos	33
2.4.1.3. Comunicación inalámbrica	37
2.4.2. Software	39
2.4.2.1. Android Studio.....	39
2.4.2.2. Arduino IDE.....	39
2.4.2.3. App Inventor	40

2.4.2.4. SolidWorks	41
2.4.3. Impresora 3D	42
2.5. Metodología	43
Capitulo III.....	44
3.1. Etapas del desarrollo de modelo Bottom Up.....	44
3.2. Análisis de la situación actual	45
3.2.1. Análisis de problemas de los estudiantes con discapacidad visual	47
3.2.2. Análisis de los requerimientos del sistema	48
3.2.2.1. Requerimientos iniciales del sistema	49
3.2.2.2. Requerimientos de Stakeholders.....	51
3.2.2.3. Requerimientos de arquitectura	52
3.3. Diseño del prototipo.....	54
3.3.1. Hardware.....	54
3.3.1.1. Microcontrolador	54
3.3.1.2. Material de impresión 3D	56
3.3.1.3. Módulo de comunicación inalámbrica.....	56
3.3.2. Software	58
3.3.2.1. Aplicación móvil.....	58
3.3.2.2. Entorno de programación.....	59
3.4. Implementación de componentes del sistema.	60

3.4.1. Arquitectura del Sistema.....	60
3.4.2. Diagrama de bloques sobre el funcionamiento del prototipo	61
3.4.3. Diagrama de conexiones del sistema	63
3.4.4. Diagrama de bloques de la aplicación móvil	65
3.5. Desarrollo de aplicación móvil.	66
3.5.1. Páginas de Inicio de la aplicación móvil.....	67
3.5.2. Páginas de Modo de Funcionamiento	69
3.5.2.1. Modo Libre	69
3.5.2.2. Modo Aprendizaje	70
3.5.2.3. Modo Evaluación.....	74
3.6. Desarrollo del prototipo	78
3.6.1. Diagrama de flujo de la programación del prototipo	78
3.6.2. Diseño de los componentes de alto relieve.	79
3.6.2.1. Diseño de la estructura del mecanismo.....	82
3.6.3. Diseño de carcasa para mando del prototipo.	85
3.6.4. Armado del Prototipo.....	87
Capitulo IV.....	89
4.1. Pruebas técnicas	90
4.1.1. Pruebas modulares	91
4.1.1.1. Modulo Mp3	92

4.1.1.2. Modulo Bluetooth	93
4.1.1.3. LCD I2C 16x2.....	95
4.1.1.4. Botones	96
4.1.2. Fuente de alimentación para el prototipo.....	96
4.1.3. Pruebas de interfaz.....	97
4.2. Prueba Diagnostica.....	99
4.3. Pruebas de campo.....	100
4.3.1. Pruebas Pedagógicas.....	103
4.3.2. Pruebas Didácticas	106
4.3.3. Pruebas de Usuario	109
4.4. Análisis comparativo de evaluación.....	112
4.5. Análisis General de los resultados	115
Conclusiones y Recomendaciones	1
Conclusiones	1
Recomendaciones.....	2
Referencias.....	1
ANEXOS	5
Anexo 1: Evidencia Fotográfica.....	5
Anexo 2: Entrevista.....	7
Anexo 3: Plan de pruebas de campo	9

Plan de pruebas	9
Pruebas Pedagógicas.....	10
Pruebas Didácticas	12
Pruebas de Usuario	14
Anexo 4: Códigos.....	16
Anexo 4A: Código principal del sistema	16
Anexo 4B: Código para LCD-I2C, Módulo Mp3, Módulo Bluetooth, Botones	16
Anexo 4C: Código aplicación móvil.....	17
Anexo 5: Datasheet de componentes del sistema.....	17
Anexo 5A: Datasheet de arduino mega	17
Anexo 5B: Datasheet Módulo Bluetooth HC06	21
Anexo 5C: Datasheet Módulo MP3 DFPLAYER	24
Anexo 5D: Datasheet Módulo Pantalla LCD (I2C) 16x2.....	27
Anexo 6: Plan de Estudio Vigente de la ANVI.....	31
Anexo 7: Evaluación a estudiantes.....	33

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estadística de personas con discapacidades 2020	20
Figura 2 Estadísticas Grupo Etarios 2020.....	21
Figura 3 Estadísticas por genero de personas con discapacidades 2020	22
Figura 4 Estadísticas del grado de discapacidad visual	23

Figura 5	Estadísticas de grupo etarios de personas con discapacidad visual en 2020....	23
Figura 6	Estadísticas de personas no videntes por genero.....	24
Figura 7	Regleta Braille para no videntes.....	28
Figura 8	Maquina escritura braille PERKINS	29
Figura 9	Dispositivo Raspberry Pi.....	31
Figura 10	Dispositivo Arduino	32
Figura 11	Dispositivo ESP32.....	33
Figura 12	Dispositivo Display LCD	34
Figura 13	Dispositivo Encoder	35
Figura 14	Dispositivo Mp3.....	35
Figura 15	Transistores Electrónicos	36
Figura 16	Reguladores de Voltaje	37
Figura 17	Tecnología de Android Studio	39
Figura 18	Software de Arduino IDE.....	40
Figura 19	Software de MIT APP INVENTOR.....	41
Figura 20	Software de Diseño y Modelado SolidWorks	41
Figura 21	Metodología Bottom UP	43
Figura 22:	Arquitectura del sistema.....	61
Figura 23:	Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema.....	63
Figura 24:	Diagrama de conexiones del sistema	64
Figura 25:	Diagrama de bloques de la aplicación móvil	66
Figura 26:	Pantalla de inicio.....	68
Figura 27:	Ventana de Menú principal.....	69

Figura 28: Ventana del modo libre	70
Figura 29: Ventana de Modo Aprendizaje.	71
Figura 30: Ventana Continentes.	72
Figura 31: Ventana de Países de América.	73
Figura 32: Ventana Provincias del Ecuador.	74
Figura 33: Modo Evaluación	75
Figura 34: Evaluación Oral.....	76
Figura 35: Evaluación Práctica.....	77
Figura 36: Diagrama de la programación del prototipo	79
Figura 37: Modelo de América en 3D	80
Figura 38: Modelo Ecuador en 3D	81
Figura 39: Modelo Continentes en 3D	82
Figura 40: Estructura parte inferior del mecanismo en 3D	83
Figura 41: Estructura parte superior del mecanismo en 3D	84
Figura 42: Mecanismo impreso en 3D	85
Figura 43: Modelo de carcasa superior en 3D	86
Figura 44: Armado de Carcasa	87
Figura 45: Vista superior del prototipo.....	88
Figura 46: Vista lateral del prototipo.....	88
Figura 47: Prueba del monitor serial en el caso de tener un problema de conectividad	92
Figura 48: Prueba monitor Serial de conectividad en el caso que si este funcionando correctamente.....	93
Figura 49: Comunicación Serial monitoreada por la App Móvil Arduino Bluetooth ..	94

Figura 50: Prueba de monitor serial para poder observar el flujo de datos	95
Figura 51: Prueba monitor Serial para conexión I2C	95
Figura 52: Prueba de pulsadores por monitor Serial	96
Figura 53: Interfaz de interacción con el usuario	98
Figura 54: Pruebas de uso con estudiante.....	102
Figura 55: Pruebas Pedagógicas	104
Figura 56: Pruebas de Usuario.....	110
Figura 57: Datos estadísticos de las Pruebas	114
Figura 58: Promedio General de las Pruebas de Campo	114

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Categorías de discapacidad visual</i>	11
Tabla 2 <i>Familia de Especificaciones IEEE 802.11</i>	38
Tabla 3 <i>Materiales más populares para impresión 3D</i>	42
Tabla 4: <i>Abreviatura de los requerimientos</i>	48
Tabla 5: <i>Prioridad de los requerimientos</i>	49
Tabla 6: <i>Requerimientos iniciales del sistema</i>	50
Tabla 7: <i>Listado de participantes del proyecto</i>	51
Tabla 8: <i>Requerimientos de Stakeholders</i>	51
Tabla 9: <i>Requerimientos de arquitectura</i>	52

Tabla 10: <i>Características del microcontrolador</i>	54
Tabla 11: <i>Elección de Microcontrolador</i>	55
Tabla 12: <i>Características de módulo de comunicación inalámbrica</i>	57
Tabla 13: <i>Elección de módulo de comunicación inalámbrica</i>	57
Tabla 14: <i>Elección de lenguaje de programación</i>	58
Tabla 15: <i>Elección de entorno de programación</i>	59
Tabla 16: <i>Cronograma de Pruebas</i>	89
Tabla 17: <i>Tabla de conexiones</i>	91
Tabla 18: <i>Tabla de consumos para selección de fuente</i>	97
Tabla 19: <i>Tabla de resultados de la prueba diagnóstica</i>	100
Tabla 20: <i>Perfil de usuario</i>	101
Tabla 21: <i>Pruebas Pedagógicas</i>	104
Tabla 22: <i>Tabla de pruebas didácticas</i>	107
Tabla 23: <i>Tabla de resultados pruebas de usuario</i>	110
Tabla 24: <i>Resultados de la prueba final después de las 5 semanas de uso del módulo</i>	113

Capítulo I

Antecedentes

En este capítulo tratará de una breve introducción al proyecto planteado, donde se abordará el tema del este, sus objetivos tanto general como específicos, justificación, alcance, entre otros.

1.1. Tema

Diseño de una herramienta didáctica de alto relieve, para el aprendizaje de la materia de estudios sociales dentro del plan de estudio vigente en la Asociación de No Videntes de Imbabura, en el año lectivo 2022-2023.

1.2. Problema

En la sociedad la inclusión es un término para tomar en cuenta, en especial para el sector de la educación ya que se debe garantizar que cualquier persona pueda acceder a condiciones que favorezcan y contribuyen el aprendizaje y contar con el material necesario para realizarlo. Según el (Conadis, 2020), hay 455.289 personas con algún tipo de discapacidad. Las personas con discapacidad visual representan el 11,47% de la población.

Actualmente, en la Asociación de No Videntes de Imbabura (ANVI) (Trejo, 2022) que se encuentra en el centro de Ibarra, apoyan y acogen a personas con discapacidad visual, brindando ayuda ya sea un emprendimiento o educación para cualquier edad. Dentro de esta asociación consta con 12 alumnos que van entre los 4 años hasta los 13 años, los cuales reciben educación básica proporcionado por el ministerio de educación (Ecuador M. d., s.f.) la cual consta de las materias principales que son: braille integral, matemáticas con adaptaciones, orientación y movilidad, estudios sociales y actividades de la vida diaria.

De acuerdo con el DECSEVID de la (FENCE, 2022), que es un proyecto que desde el año 2005 vienen ejecutando un Plan Piloto de Alfabetización y Capacitación; con la finalidad de contribuir a la disminución del alto índice de analfabetismo y ampliar la campaña de Alfabetización, por ello, se plantea un diseño de una herramienta didáctica que ayude a contribuir con las metas planteadas por el DECSEVID, utilizando un plan de estudio que tiene la Asociación de No Videntes de Imbabura y acoplarlo para así tener un mejor desarrollo de la educación de las personas con discapacidad visual.

Dentro de la Asociación de No Videntes de Imbabura lleva un plan de estudio en vigencia desde el 2009 (ANVI, 2009) que trata de una educación uno a uno en el que el personal docente del establecimiento interactúa con un estudiante o en algunos casos puede llegar a ser dos estudiantes al mismo tiempo, en el cual las clases de la materia de sociales son de manera oral y con escasos recursos interactivos; por lo que la implementación de una herramienta didáctica para la interpretación del contenido de la materia como por ejemplo la localización y conocimiento tanto de los continentes, países de América y capitales de las mismas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar una herramienta didáctica de alto relieve, para el aprendizaje de la materia de estudios sociales dentro del plan de estudio vigente en la Asociación de No Videntes de Imbabura.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la educación inclusiva, la metodología de enseñanza de la materia de estudios sociales mediante la recopilación de datos dentro de la Asociación de No Videntes de Imbabura, conceptos técnicos como la comunicación inalámbrica, componentes

electrónicos como controladores, y lenguajes de programación y desarrollo de aplicación móvil.

- Determinar los requerimientos del libro didáctico de alto relieve utilizando la metodología Botoom Up que se basen en los procesos de aprendizaje de la materia de sociales mediante simple inspección de la situación actual del plan de estudios de la Asociación de No Videntes de Imbabura.
- Implementar en base a las necesidades identificadas en el material de apoyo existente una herramienta tridimensional de alto relieve y una aplicación móvil que permita la interacción entre el docente y alumno tanto para actividades en clase o evaluaciones continuas.
- Realizar las pruebas de funcionamiento de la herramienta didáctica validando el sistema con la población de la Asociación de No Videntes de Imbabura.

1.4. Alcance

El presente proyecto tiene como objetivo principal el desarrollo de una herramienta didáctica que complemente la metodología de enseñanza vigente en la Asociación de No Videntes de Imbabura en el año lectivo 2022-2023, la herramienta tiene dos funcionalidades principales las cuales son: la interacción entre alumno y profesor, que servirá tanto para dar las explicaciones de las temáticas de la materia y también la evaluación continua del estudiante, y la segunda es que el estudiante pueda tener un material de alto relieve el cual le sirva para comprender de una mejor manera las temáticas de la materia. Para el proyecto se lleva a cabo mediante la metodología Botoom Up el cual es un procedimiento caracterizado en reunir diferentes sistemas que conformaran un todo. Las fases consisten en especificaciones, ciclo de verificación y simulación, integración de bloques, verificación del sistema, y producto final (MUÑOZ, 2009).

En la fase de especificaciones se recopila toda la información tanto bibliográfica como la educación inclusiva, de campo de la metodología que utilizan dentro de la Asociación de No Videntes de Imbabura, conceptos técnicos como la comunicación inalámbrica, componentes electrónicos como controladores, y lenguajes de programación y desarrollo de aplicación móvil, de esta forma se podrá comprender el proceso de diseñado y las necesidades y donde podemos aportar con material complementario que nos ayude a la enseñanza de la materia de sociales.

En la fase ciclo de verificación y simulación, con base de la información recopilada en la fase anteriorse determina los requerimientos que son tanto para la herramienta didactica como para la aplicación móvil que sirvan como complementación del material de apoyo ya existente dentro de la Asociación de No Videntes de Imbabura, esta propuesta deberá tener bases teoricas que fundamenten la funcionalidad y complementación de la enseñanza de la materia de sociales.

En la fase de integración de bloques se realiza el diseño de la herramienta didactica de alto relieve que será diseñado en un software libre de diseño para impresiones tridimensionales que en su interior contendrá pulsadores que estaran conectados a un altavoz el cual dará indicaciones exactas y ordenes dependiendo de las funcionalidades que este ejecutando, a su vez de varias secciones en cada pagina del libro interactivivo que abarcará las temáticas de la materia de estudios sociales en las cuales puede complementar el material de estudio; tambien contendrá una aplicación móvil diseñado en android studio la cual será interactiva con el profesor para realizar de mejor manera sus clases y evaluaciones continuas al estudiante. Para un mejor entendimiento de la arquitectura se encuentra el diagrama de bloques en la **Figura 22** de este documento.

En la fase de verificación del sistema se pretende hacer prueba de campo con los estudiantes de la Asociación de No Videntes de Imbabura del funcionamiento de la herramienta

didáctica antes mencionada, de esta forma poder hacer un plan piloto de comparación de la metodología de enseñanza del plan de estudios actual con y sin la herramienta didáctica ahora implementada.

1.5. Justificación

Una persona con discapacidad se define cuando tiene una o más deficiencias que limitan su funcionamiento de sus aptitudes físicas que le impiden el acceso al entorno, la comunicación e información, a los servicios, educación, a la salud y por barreras actitudinales. (Conadis, 2020), por tal motivo en el Ecuador el tema de discapacidades son de gran prioridad de importancia debido a que forma parte de los Derechos de las Personas con Discapacidad establecido por la Organización de las Naciones Unidas donde dice “Los Estados Partes asegurarán que las personas con discapacidad tengan acceso general a la educación superior, la formación profesional, la educación para adultos y el aprendizaje durante toda la vida sin discriminación y en igualdad de condiciones con las demás. A tal fin, los Estados Parte asegurarán que se realicen ajustes razonables para las personas con discapacidad” (ONU, 2006).

En el Ecuador, la Ley Orgánica de Discapacidades en la sección de Educación en el artículo 27 establece “Todas las personas con discapacidades tienen derecho a la educación. Para que este derecho se cumpla, el estado debe garantizar que las personas con discapacidad puedan acceder, permanecer y culminar sus estudios y/o capacitaciones, asistiendo a una institución de educación especial o escolarizada, según sean las necesidades”. (ECUADOR, 2012).

Con respecto al material e infraestructura de la educación para las personas con discapacidades la Ley Orgánica de Discapacidades en la sección de Educación en el artículo 32 establece “Enseñanza de mecanismos, medios, formas e instrumentos de comunicación. La

autoridad educativa nacional velará y supervisará que en los establecimientos educativos públicos y privados, se implemente la enseñanza de los diversos mecanismos, medios, formas e instrumentos de comunicación para las personas con discapacidad, según su necesidad.” (ECUADOR, 2012).

En el Ecuador, existe el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida donde tiene como objetivo de modificar las condiciones estructurales de desigualdad y pobreza en el país, y avanzar hacia una sociedad más justa, equitativa y solidaria establece “Este instrumento de política pública prioriza a la población en mayores condiciones de vulnerabilidad. Pues parte de la premisa de que existen condiciones que se constituyen en factores de riesgo en las distintas etapas de la vida, y que no todas las personas tienen los mismos recursos y capacidades para enfrentarlos. Los riesgos son distintos para las niñas y niños, adolescentes, jóvenes, personas adultas y adultos mayores, pero además difieren según la situación socioeconómica, el sexo, la presencia de discapacidad, la edad y otros factores diferenciales.” (Ecuador G. d., 2021).

El material didáctico para el aprendizaje en cualquier niño es muy importante para la complementación de sus estudios y así obtener una correcta comprensión, más aun si el estudiante tiene alguna discapacidad como la ceguera la necesidad de una herramienta es muy necesaria para ellos (MIES, Formación Continua, 2022), ya que se les dificulta al momento de recibir alguna materia y no tener el mecanismo para comprender dicha materia. En el mercado de información existen varios textos en relieve o braille de todo tipo de temas educativos, lastimosamente este es un recurso muy escaso, ya que solo el 6% de toda la información está disponible en braille (MIES, Gobierno del Ecuador, 2022).

La herramienta didáctica consta de varias secciones y funcionalidades las cuales son una interfaz en alto relieve y braille para facilitar la interacción con la persona no vidente, a su vez

tendra etapas las cuales se dividiran en diferentes secciones que complementan la educacion geografica del mundo, constara con pulsadores los cuales serviran para la misma interaccion y un ayudante auditivo que dara indicaciones y guias para una mejor comprension de los temas, por ultimo tendra una aplicaci3n m3vil que se acoplara con el sistema de calificacion que utiliza la Asociaci3n de No Videntes de Imbabura y dara actividades y retos a realizar con la misma herramienta.

Capítulo II

Fundamento Teórico

En este capítulo se fundamentará en un estudio bibliográfico donde se consideran temas relacionados con el desarrollo del proyecto como son: la educación inclusiva, la temática del plan de estudio de la Asociación de No Videntes de Imbabura, luego conceptos técnicos como la comunicación inalámbrica, componentes electrónicos como controladores, y lenguajes de programación y desarrollo de aplicación móvil.

2.1. Introducción

La enseñanza de los estudios sociales a niños no videntes presenta un gran desafío educativo debido a la falta de acceso a la información visual y gráfica. Para abordar este problema, se han desarrollado diferentes herramientas y técnicas didácticas que buscan hacer accesible esta materia a través de diferentes medios sensoriales. En este sentido, el diseño de una herramienta didáctica de alto relieve se presenta como una alternativa efectiva para el aprendizaje de los niños no videntes, ya que permite la exploración táctil de la información y el conocimiento.

La aplicación móvil también se convierte en una herramienta importante para el seguimiento y evaluación del aprendizaje de los niños no videntes, ya que permite la personalización y adaptación de los contenidos, así como la retroalimentación en tiempo real. En este marco, el presente marco teórico se enfoca en la revisión de la literatura sobre el diseño de una herramienta didáctica de alto relieve para el aprendizaje de la materia de estudios sociales y una aplicación móvil para el seguimiento del aprendizaje de los niños no videntes.

En este capítulo, se abordan diferentes temas relevantes para la investigación, tales como:

- La educación especial y la inclusión educativa: se revisa el marco normativo y conceptual que regula la educación especial y la inclusión educativa, así como los modelos y enfoques pedagógicos que se utilizan para abordar las necesidades educativas especiales de los niños no videntes.
- La discapacidad visual y la enseñanza de los estudios sociales: se revisa la investigación existente sobre la discapacidad visual y cómo afecta el aprendizaje de los estudios sociales. También se exploran las estrategias y técnicas didácticas que se han utilizado para hacer accesible esta materia a los niños no videntes.
- El diseño de herramientas didácticas de alto relieve: se analiza el proceso de diseño y creación de herramientas didácticas de alto relieve, incluyendo los principios de diseño universal y accesibilidad, así como las mejores prácticas en la creación de estas herramientas para niños no videntes.
- La tecnología educativa y la enseñanza de los estudios sociales: se revisa el papel de la tecnología educativa en la enseñanza de los estudios sociales, con un enfoque específico en las aplicaciones móviles y otras herramientas didácticas que han sido diseñadas para niños no videntes. Se revisan los estudios existentes sobre la efectividad de estas herramientas y las mejores prácticas para su implementación en el aula.
- El diseño y desarrollo de una aplicación móvil: se aborda el proceso de diseño y desarrollo de una aplicación móvil para el seguimiento y evaluación del aprendizaje de los niños no videntes. Se exploran los principios de diseño universal y accesibilidad, así como las mejores prácticas en la creación de aplicaciones móviles accesibles para niños no videntes.

- La evaluación y validación de la herramienta didáctica y la aplicación móvil: se analiza el proceso de evaluación y validación de la herramienta didáctica de alto relieve y la aplicación móvil, incluyendo la metodología utilizada para medir su efectividad en el aprendizaje de los niños no videntes.

2.2. Discapacidad Visual

2.2.1. Definición

La discapacidad visual es una condición congénita o adquirida que afecta a gran parte de la población de niños con discapacidad (Roura, 2010). Las principales causas de la discapacidad visual y la ceguera son los errores de refracción no corregidos y las cataratas (OMS, 2018).

Existen estudios sobre la educación científica de alumnos con discapacidad visual en educación básica (G., s.f.). La discapacidad visual se define con base en la agudeza y el campo visuales, y se habla de discapacidad visual cuando existe una disminución significativa de la visión.

2.2.2. Clasificación de la discapacidad visual

La discapacidad visual se puede clasificar en diferentes categorías. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la ceguera como una agudeza visual de presentación inferior a 3/60 (0.05), o una pérdida del campo visual a menos de 10 grados del punto fijo, incluso con corrección. Además, la discapacidad visual se puede medir a través de diversos parámetros, como la capacidad de percepción de luz, la agudeza visual, el campo visual y la percepción de colores. Otra clasificación de la discapacidad visual es la baja visión, que consiste en la afectación, en mayor o menor grado, o en la carencia de la visión (Roura, 2010). También se habla de visión parcial, donde la persona afectada demuestra dificultades para percibir imágenes, con uno o los dos ojos, siendo la iluminación y la distancia adecuadas.

Tabla 1*Categorías de discapacidad visual*

Categorías de discapacidad visual		
Grado de discapacidad visual	Agudeza visual Snellen	Campo visual (grados °)
Leve o nula	Mejor a 20/70	120
Moderada	20/70 o mejor a 20/200	50-60
Severa (dificultad para leer)	20/400 o mejor a 20/400	20
Ceguera	20/1200 a percepción de la luz	2
Ceguera total	No percepción de luz	

Nota. En la tabla se puede observar las categorías de discapacidad visual incluye el grado de discapacidad, la agudeza y el campo visual en grados. Tomado de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018).

2.2.4. Discapacidad visual en la educación

La discapacidad visual es una condición que afecta a gran parte de la población de niños con discapacidad. Los niños con discapacidad visual pueden tener baja visión o ceguera total (Roura, 2010). En el ámbito educativo, se considera que un alumno presenta Necesidades Educativas Especiales por "Discapacidad Visual" cuando manifiesta ceguera total o problemas visuales graves en ambos ojos con la mejor corrección óptica (Consejería de Educación, 2019). Los niños con discapacidad visual necesitan de ayudas especiales para desarrollarse adecuadamente dentro del contexto educativo¹. En este sentido, la educación inclusiva es fundamental para que los niños con discapacidad visual se desenvuelvan positivamente en un ambiente adecuado, donde sus capacidades y potencialidades sean valoradas y explotadas al

máximo1. Además, se han realizado estudios sobre la importancia de la creatividad en la educación de los estudiantes con discapacidad visual.

2.2.4.1. Aspecto Social

Este análisis se enfoca en la influencia de la sociedad en las personas con discapacidad visual tanto dentro como fuera del aula. Es importante tener en cuenta que esta discapacidad puede generar ciertas actitudes sociales tanto para la persona con discapacidad visual como para las personas que tienen visión. Los padres, profesores y compañeros de clase que están cerca del estudiante con discapacidad visual son especialmente importantes.

En el ámbito familiar, una comunicación abierta acerca de la discapacidad del estudiante genera confianza y permite a los padres colaborar con los docentes para ayudar al estudiante con discapacidad visual en situaciones específicas. Por otro lado, la falta de comunicación y el desconocimiento de la discapacidad pueden afectar negativamente el proceso educativo del estudiante.

Los compañeros de clase también tienen un papel importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que un ambiente amigable y colaborativo es esencial para la integración del estudiante con discapacidad visual. Si los compañeros de clase comprenden la situación del estudiante y le brindan su ayuda, este se sentirá incentivado a continuar con sus estudios y superar obstáculos. Sin embargo, si los compañeros de clase se muestran indiferentes, pueden excluir al estudiante de la educación.

Los docentes son un pilar importante de la educación especial, ya que son los responsables de impartir los conocimientos. Es necesario establecer una buena relación entre el docente y el estudiante con discapacidad visual para obtener los mejores resultados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto implica que los docentes deben estar capacitados para impartir sus conocimientos

de manera específica para el estudiante con discapacidad visual. Si el docente evita relacionarse con el estudiante con discapacidad visual, se está excluyendo a una persona de la educación.

2.2.4.2. Aspecto psicológico

Una persona con discapacidad visual es propensa a tener un aspecto psicológico alterado lo que lleva como resultado un retardo como individuo independiente, a su vez la falta de vista limita la capacidad de movimiento y afecta el acceso a estímulos que contribuyen al desarrollo psicológico, tales como los objetos cotidianos, los gestos y símbolos ambientales, las señales de peligro y la cultura escrita. Sin embargo, la pérdida de visión no necesariamente conduce a una alteración inevitable del desarrollo psicológico, ya que esto depende de varios factores, como el momento y las condiciones en que ocurre la pérdida de visión, las circunstancias sociales y materiales en las que vive el individuo, la disponibilidad de entrenamiento y atención especial y el momento en que se proporcionan estos recursos.

El bienestar académico de las personas con discapacidad visual se ve afectado por la forma en que son tratadas por otros individuos en su entorno educativo. Si los espacios físicos y la información son accesibles y el ambiente de estudio es amigable y colaborativo, las actitudes de los estudiantes con discapacidad visual serán más positivas y estarán más motivados para aprender. Es importante que no haya barreras que impidan el proceso de enseñanza-aprendizaje entre docentes y compañeros de clase. Para lograr esto, las instituciones educativas deben contar con personal capacitado que incluya psicólogos educativos, psicólogos emocionales, tutores y trabajadores sociales. Estos profesionales deben trabajar en conjunto para garantizar que los estudiantes con discapacidad visual puedan completar satisfactoriamente sus estudios (Velasco, 2013).

2.2.4.3. Aspecto pedagógico

La adaptación de los materiales de enseñanza y la accesibilidad de los espacios físicos son esenciales para garantizar que los estudiantes con discapacidad visual puedan participar plenamente en las actividades educativas. Los docentes que están capacitados y sensibilizados sobre las necesidades de los estudiantes con discapacidad visual son fundamentales para ofrecer un apoyo adecuado.

Es fundamental que los docentes estén capacitados en técnicas de enseñanza especiales que permitan a los estudiantes con discapacidad visual comprender y asimilar la información de manera efectiva. Además, deben adaptar los materiales de enseñanza y el ambiente de la clase para garantizar la accesibilidad de los estudiantes con discapacidad visual. Los docentes también deben trabajar estrechamente con el personal capacitado en la institución educativa, como psicólogos y trabajadores sociales, para detectar cualquier problema que pueda afectar el desempeño académico del estudiante con discapacidad visual y proporcionar el apoyo adecuado. En conjunto, todas estas medidas pueden ayudar a garantizar que los estudiantes con discapacidad visual tengan una experiencia educativa satisfactoria y enriquecedora.

La actitud y el comportamiento de los compañeros de clase son importantes, ya que un ambiente colaborativo y respetuoso fomenta la inclusión y la participación de los estudiantes con discapacidad en las actividades educativas. Es importante que los compañeros comprendan las necesidades especiales de los estudiantes con discapacidad visual y se esfuercen por ser colaborativos en el aula de clase. Además, deben estar dispuestos a trabajar con ellos en proyectos grupales y brindarles apoyo en caso de necesitar ayuda en cualquier tarea. En última instancia, la inclusión de estudiantes con discapacidad visual en el aula de clase no solo beneficia a los

estudiantes en cuestión, sino que también contribuye a fomentar una cultura de inclusión y respeto entre todos los estudiantes (Velasco, 2013).

2.2.4.4. Necesidades educativas especiales

La UNESCO (UNESCO, 2008) define a la inclusión como: “un proceso de abordaje y respuesta a la diversidad en las necesidades de todos los alumnos a través de la creciente participación en el aprendizaje, las culturas y las comunidades, y de la reducción de la exclusión dentro y desde la educación”.

Los niños no videntes tienen necesidades educativas especiales que deben ser atendidas para que puedan desarrollar su potencial al máximo, la presencia de esta discapacidad conlleva implicaciones importantes en su aprendizaje escolar, para atender a estas necesidades, se deben adaptar los materiales didácticos y el entorno educativo para que los niños no videntes puedan acceder a la información y desarrollar sus habilidades. En este sentido debemos tener en cuenta cuales son los canales para poder obtener información del mundo en que viven y con el que han de interactuar y en consecuencia como han de obtener de ellos el máximo aprovechamiento los cuales son:

- Proporcionar una estimulación multisensorial que incluya el uso de todos los sentidos, especialmente el tacto y el oído.
- Utilizar objetos y situaciones de la vida cotidiana para su trabajo.
- Utilizar un lenguaje claro y concreto para describir situaciones.
- Asegurarse de que los alumnos comprendan los procesos que se llevan a cabo y de proporcionar información significativa acerca de ellos.
- Anticipar verbalmente eventos futuros, especialmente si el entorno es desconocido, para evitar sorpresas.

- Proporcionar información adicional en casos en que el alumno no pueda percibir la información relevante por sí mismo.
- Controlar el nivel de ruido en el aula.

2.3. Educación inclusiva

La educación inclusiva es importante para los estudiantes con discapacidad visual, ya que les permite desenvolverse en un ambiente donde se valoran y explotan sus habilidades y potencialidades. En el *Módulo 1 Educación Inclusiva y Especial* (Ecuador M. d., s.f.) determina que, para personas con discapacidad visual, el cual se caracteriza por adaptar el entorno educativo y los materiales didácticos para que estos estudiantes puedan acceder a la información y desarrollar sus habilidades. Además, se han desarrollado guías para la atención de estudiantes con discapacidad visual, que contienen información sobre sus necesidades educativas especiales. El objetivo general de la educación inclusiva es proporcionar conocimientos básicos sobre la discapacidad visual para permitir una intervención educativa adecuada.

Para determinar que una educación inclusiva debe plantear los siguientes aspectos:

- Acceso de niños, niñas y/o adolescentes con discapacidad a una educación formal de calidad.
- Apoyo al trabajo en equipo para lograr la inclusión.
- Una visión global de la atención educativa, es decir a nivel institucional, no como atención puntual para unos pocos estudiantes.
- Un desequilibrio entre las prácticas pedagógicas tradicionales y las prácticas innovadoras que permiten atender a la diversidad.
- Preparación de ambientes y generación de recursos para atender a la diversidad.

- Identificación de las dificultades para convertirlas en una oportunidad de mejora y avance dentro del sistema educativo.
- Transformaciones profundas en el Proyecto Educativo Institucional que respondan a la diversidad.
- Trabajar con la comunidad en general, permitiendo una participación de todos sus miembros.
- Generar una concepción natural acerca de las personas con discapacidad.
- Desarrollar una comunidad basada en valores inclusivos como: la solidaridad, el respeto y la tolerancia.

2.3.1. Leyes y derechos de las personas con discapacidad

Una persona con discapacidad se define cuando tiene una o más deficiencias que limitan su funcionamiento de sus aptitudes físicas que le impiden el acceso al entorno, la comunicación e información, a los servicios, educación, a la salud y por barreras actitudinales. (Conadis, 2020), por tal motivo en el Ecuador el tema de discapacidades son de gran prioridad de importancia debido a que forma parte de los Derechos de las Personas con Discapacidad establecido por la Organización de las Naciones Unidas donde dice “Los Estados Partes asegurarán que las personas con discapacidad tengan acceso general a la educación superior, la formación profesional, la educación para adultos y el aprendizaje durante toda la vida sin discriminación y en igualdad de condiciones con las demás. A tal fin, los Estados Parte asegurarán que se realicen ajustes razonables para las personas con discapacidad” (ONU, 2006).

En el Ecuador, la Ley Orgánica de Discapacidades en la sección de Educación en el artículo 27 establece “Todas las personas con discapacidades tienen derecho a la educación. Para que este

derecho se cumpla, el estado debe garantizar que las personas con discapacidad puedan acceder, permanecer y culminar sus estudios y/o capacitaciones, asistiendo a una institución de educación especial o escolarizada, según sean las necesidades” (ECUADOR, 2012).

Con respecto al material e infraestructura de la educación para las personas con discapacidades la Ley Orgánica de Discapacidades en la sección de Educación en el artículo 32 establece “Enseñanza de mecanismos, medios, formas e instrumentos de comunicación. La autoridad educativa nacional velará y supervisará que en los establecimientos educativos públicos y privados, se implemente la enseñanza de los diversos mecanismos, medios, formas e instrumentos de comunicación para las personas con discapacidad, según su necesidad.” (ECUADOR, 2012).

Los estatutos tanto nacionales como internacionales establecen las leyes y derechos de las personas con discapacidad. A nivel internacional, la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad es un documento importante que detalla los derechos de estas personas. El Artículo 24 nos dice que:

1. Los Estados Partes Reconocen el derecho de las personas con discapacidad a la educación. Con miras a hacer efectivo este derecho, sin discriminación y sobre la base de igualdad de oportunidades, los Estados Partes asegurarán un sistema de educación inclusivo para todos los niveles, así como la enseñanza a lo largo de la vida. Enfocados en desarrollar plenamente el potencial humano y el sentido de la dignidad y autoestima, desarrollar al máximo a la personalidad los talentos y la creatividad, hacer posible que las personas con discapacidad participen de manera efectiva en una sociedad libre.

2. Los Estados Partes asegurarán que: Las personas con discapacidad no pueden ser excluidas el sistema general de educación por motivos de discapacidad, las personas con

discapacidad puedan acceder a una educación primaria y secundaria inclusiva, de calidad y gratuita, se realicen ajustes razonables en función de las necesidades individuales, se faciliten medidas de apoyo personalizadas y efectivas en entornos educativos, que fomenten al máximo el desarrollo académico y social, de conformidad con el objetivo de la plena inclusión.

3. Los Estados Partes brindarán a las personas con discapacidad la posibilidad de aprender habilidades para la vida y desarrollo social, a fin de propiciar su participación plena y en igual de condiciones en la educación y como miembros de la comunidad.

4. Con el fin de garantizar el derecho a la educación de las personas con discapacidad, los Estados Partes tomarán medidas adecuadas para contratar maestros cualificados en lengua de señas o Braille, incluyendo a aquellos que tienen discapacidades. Además, proporcionarán capacitación a los profesionales y al personal que trabajan en todos los niveles educativos, con el objetivo de crear conciencia sobre las discapacidades y utilizar medios de comunicación aumentativos y alternativos adecuados, así como técnicas y materiales educativos para apoyar a las personas con discapacidad.

5. Los Estados Partes adoptarán medidas apropiadas para asegurar que las personas con discapacidad tengan acceso a la educación, lo cual incluirá contratar maestros capacitados en lengua de señas o Braille, incluso aquellos que tengan discapacidades. Asimismo, se proporcionará capacitación a los profesionales y al personal que trabajan en todos los niveles educativos, con el fin de aumentar la conciencia sobre las discapacidades y emplear medios de comunicación aumentativos y alternativos apropiados, además de técnicas y materiales educativos que apoyen a las personas con discapacidad (ONU, 2006).

2.3.2. Estadísticas Nacionales

2.3.2.1. Porcentaje de personas discapacitadas

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2020), “En el territorio ecuatoriano, se registra un total de 17.8 millones de individuos, de los cuales, 471205 presentan algún tipo de discapacidad, ya sea de índole física, intelectual, auditiva, visual o psicológica, lo que representa un 2.647% de la población del país. Dentro de este segmento, se destaca una subpoblación de 54397 individuos que padecen de discapacidad visual, como se puede observar en la **Figura 1** de acuerdo con la información proporcionada por el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades.” (Conadis, 2020)

Figura 1

Estadística de personas con discapacidades 2020

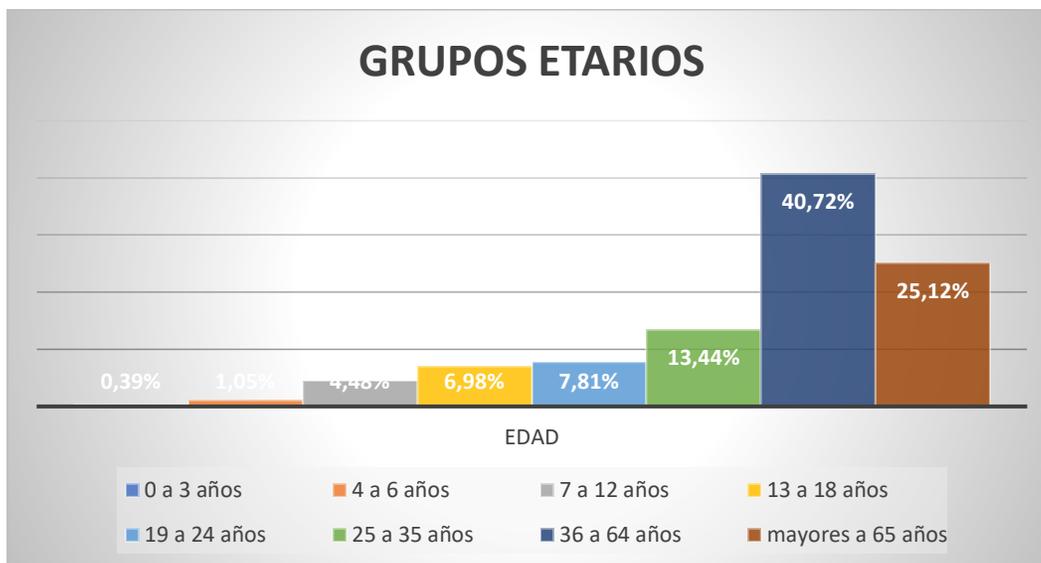


Nota. En la figura se puede observar las estadísticas de las personas que tienen algún tipo de discapacidad clasificados por el tipo de discapacidad en el año 2020. Tomado del Censo de (INEC, 2020).

De igual forma como se puede observar en la **Figura 2** se tiene la gráfica con los grupos etarios de las personas que tienen discapacidad visual en Ecuador.

Figura 2

Estadísticas Grupo Etarios 2020

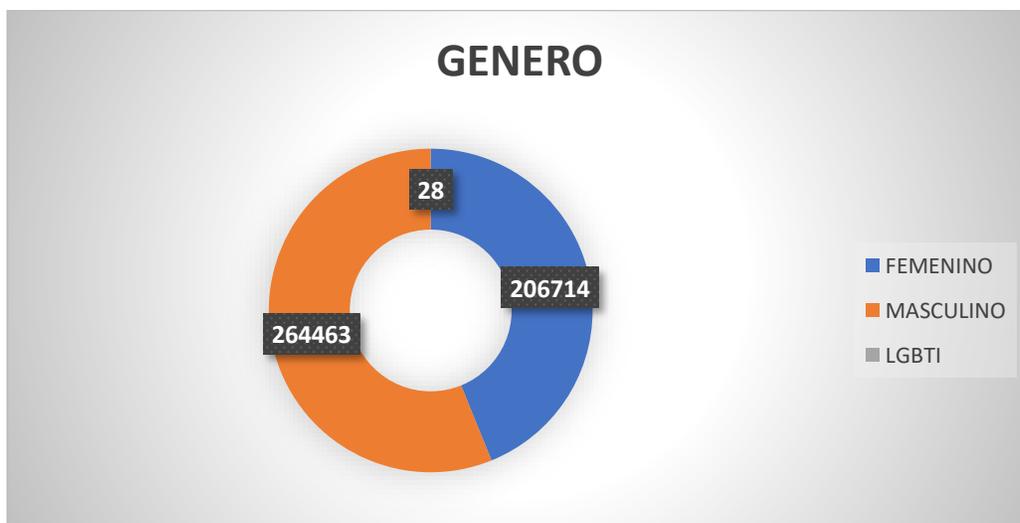


Nota. En la figura se puede observar las estadísticas en rangos de edades de personas con algún tipo de discapacidad en el año 2020. Tomado del Censo de (INEC, 2020).

De igual forma como se puede observar en la **Figura 3** se tiene la gráfica con los grupos por género de las personas que tienen discapacidad visual en Ecuador.

Figura 3

Estadísticas por género de personas con discapacidades 2020



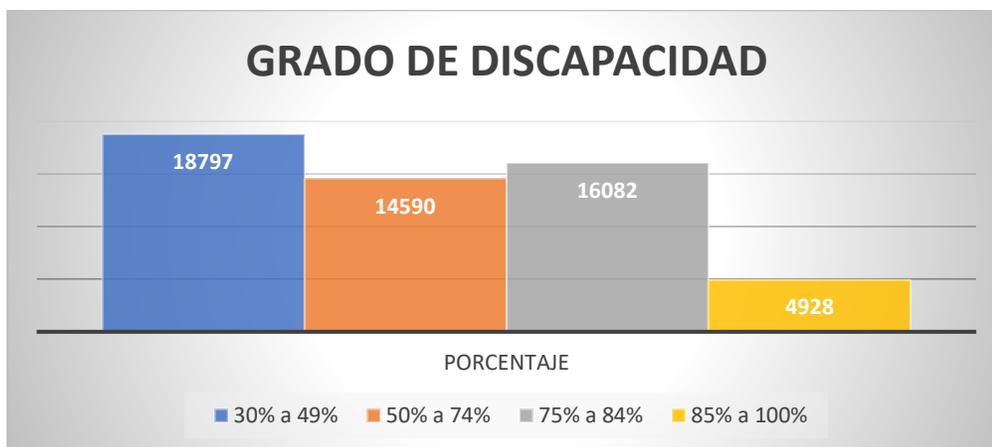
Nota. En la figura se puede observar las estadísticas de las personas que tienen algún tipo de discapacidad por género en el año 2020. Tomado del Censo de (INEC, 2020).

2.3.2.2. Porcentaje de personas con discapacidad visual

En el Ecuador existe 471205 de personas con discapacidad como se dijo anteriormente de los cuales 54397 de personas tienen discapacidad visual. Esto se desprende de los resultados del último censo llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2020) en el país. La discapacidad visual se refiere a la pérdida total o parcial de la capacidad de ver, y puede ser distinto tipos, desde la ceguera total hasta la pérdida parcial de la visión. Es importante señalar que, aunque el porcentaje de personas con discapacidad visual en Ecuador es relativamente bajo como se visualiza en la **Figura 4** en comparación con otras discapacidades, estas personas enfrentan importantes barreras para el acceso a la educación, el empleo y la participación plena en la sociedad.

Figura 4

Estadísticas del grado de discapacidad visual

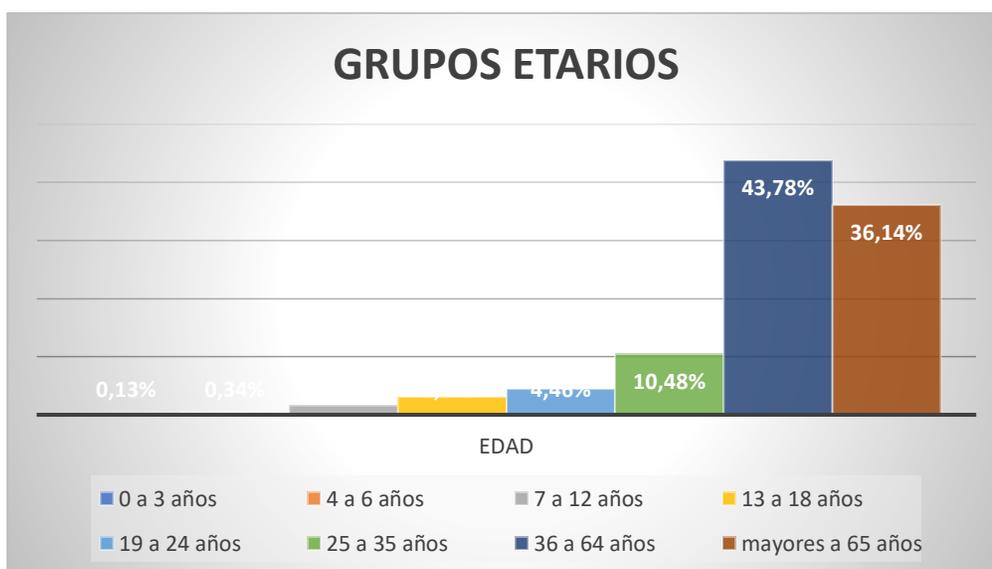


Nota. En la figura se puede observar las estadísticas de personas con su grado de discapacidad visual en el año 2020. Tomado del Censo de (INEC, 2020).

De igual forma como se puede observar en la **Figura 5** se tiene la gráfica con los grupos etarios de las personas que tienen discapacidad visual en Ecuador.

Figura 5

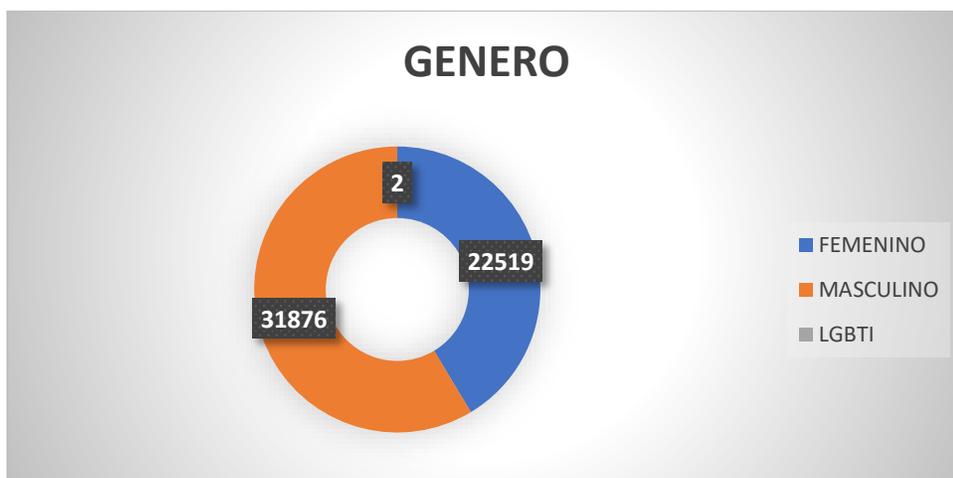
Estadísticas de grupo etarios de personas con discapacidad visual en 2020



Nota. En la figura se puede observar las estadísticas en rangos de edad de las personas con discapacidad visual en el año 2020. Tomado del Censo de (INEC, 2020)

Figura 6

Estadísticas de personas no videntes por genero



Nota. En la figura se puede observar las estadísticas de las personas con discapacidad visual por género en el año 2020. Tomado del Censo de (INEC, 2020)

2.3.3. Estadísticas Internacionales

Existen una gran variedad de organizaciones que llevan a cabo estudios en determinadas regiones del planeta, pero la más importante es la Organización Mundial de la Salud (OMS) que en la última publicación en 2017 de su página oficial, aproximadamente el 15% de la población mundial, es decir, más de mil millones de personas, tienen alguna forma de discapacidad, esto incluye a personas de todas las edades, entre las discapacidades se encuentran físicas, mentales, sensoriales o una combinación de estas.

2.3.3.2. Porcentaje de personas con discapacidad visual

Según la (OMS, 2018) en su publicación denominada “Ceguera y Discapacidad visual” nos muestra las siguientes cifras:

La cifra estimada de personas con discapacidad visual es de 253 millones: 36 millones con ceguera y 217 millones con discapacidad visual moderada a grave.

El 81% de las personas con ceguera o discapacidad visual moderada a grave son mayores de 50 años.

Las enfermedades oculares crónicas son la principal causa mundial de pérdida de visión.

Los errores de refracción no corregidos y las cataratas no operadas son las dos causas principales de discapacidad visual. Las cataratas no operadas siguen siendo la principal causa de ceguera en los países de ingresos medios y bajos.

La prevalencia de enfermedades oculares infecciosas, como el tracoma y la oncocercosis, ha disminuido de forma significativa en los últimos 25 años.

Más del 80% del total mundial de casos de discapacidad visual se pueden evitar o curar.

2.3.4. Metodología de estudio para personas no videntes

La educación es un derecho básico que debe estar al alcance de todas las personas, independientemente de sus capacidades o discapacidades. Sin embargo, el acceso a la educación puede ser un desafío para los ciegos. Es por lo que los métodos de investigación para ciegos son un tema muy relevante en la actualidad.

El objetivo de los métodos de investigación para ciegos es proporcionar un conjunto de estrategias y técnicas que permitan a estas personas adquirir conocimientos de forma eficaz y adaptarlos a sus necesidades. Estos enfoques se centran en el uso de herramientas y técnicas

específicas que permiten a los estudiantes ciegos interactuar de manera efectiva con el contenido educativo.

En este sentido, los métodos de investigación para ciegos son fundamentales para garantizar la inclusión y las oportunidades educativas para todos, independientemente de sus limitaciones físicas o sensoriales. Este tema explorará algunos de los enfoques, herramientas y tecnologías más efectivos para hacer de la educación una experiencia accesible para todos.

2.3.4.1. Metodologías de estudio

El enfoque de aprendizaje para ciegos se basa en varios subtemas importantes, como la voluntad, la motivación de aprendizaje sistemático, el tiempo y la autoevaluación.

Primero, la voluntad es esencial para cualquier estudiante, incluidos las personas no videntes. Se necesita determinación y compromiso para asumir el desafío de aprender sin una visión. Esta preparación también significa ser proactivo y buscar constantemente nuevas formas de mejorar el proceso de aprendizaje. Otro subtema importante es la motivación sistémica para aprender.

La motivación es el combustible que impulsa el aprendizaje y es importante que las personas ciegas tengan un sistema motivacional claro y efectivo. Esto puede incluir establecer metas claras y alcanzables y crear un plan de estudio estructurado y organizado.

El tiempo también es un factor clave en el método de estudio para personas no videntes. Dada la naturaleza de su discapacidad, es posible que necesiten más tiempo para procesar información y completar tareas. Por eso es importante planificar su tiempo cuidadosamente y establecer tiempos realistas para hacer el trabajo.

Por último, la autoevaluación es fundamental para mejorar el proceso de aprendizaje. Las personas no videntes deben reflexionar regularmente sobre su progreso y ser conscientes de sus

fortalezas y debilidades. Esto les permitirá mejorar sus métodos de aprendizaje y mejorar continuamente su desempeño (Martin, 2006).

2.3.4.2. Herramientas didácticas

Dentro de las herramientas didácticas que una persona no vidente puede utilizar para la enseñanza y aprendizaje de materias escolares, las más comunes son:

- **Software de lectura en voz alta**

Un lector de pantalla es un software que mediante un sintetizador de voz- lee, explica, interpreta o identifica lo que se visualiza en una pantalla.

- **Regleta Braille para invidentes**

La escritura en braille puede realizarse con un instrumento llamado “regleta”, existen tipos y tamaños como veremos en el dibujo. Consta de tres partes (tabla, regleta misma y punzón) o de dos partes (regleta y punzón). La regleta puede ser metálica o de plástico. Posee un extremo abierto y otro con bisagra que permite abrir y cerrar. Como se muestra en la **Figura 7** la hoja superior tiene ventanitas llamadas cajetines y la hoja interior contiene puntos en bajo relieve los que guiarán la escritura Braille (DOA, 2017).

Figura 7

Regleta Braille para no videntes



Nota. En la figura se puede observar una regleta que sirve para la escritura del lenguaje braille. Tomado de la Asociación DOA (DOA, 2017)

- **Máquina de escritura braille PERKINS**

La máquina Perkins, también conocida como regleta de escritura en Braille, es un dispositivo utilizado por personas no videntes para escribir en Braille. Consiste en una pequeña herramienta que tiene seis puntos, que se usan para crear caracteres Braille en papel.

La máquina Perkins se utiliza colocando el papel en una bandeja especial y luego presionando los puntos correspondientes en la regleta para crear los caracteres Braille.

Como se muestra en la **Figura 8** cada punto en la regleta representa un punto en la celda Braille de seis puntos, y se utilizan combinaciones de puntos para crear letras, números y otros símbolos.

Figura 8*Maquina escritura braille PERKINS*

Nota. En la figura se puede observar una máquina que nos permite mediante 9 botones escribir en lenguaje braille. Tomado del banco de imágenes de la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE, 2023)

2.3.5. Tiflotecnología

La tiflotecnología es un campo que se enfoca en el diseño, desarrollo y aplicación de herramientas y tecnologías para mejorar la accesibilidad, la autonomía y la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. Esta disciplina utiliza técnicas y recursos tecnológicos para mejorar la interacción de las personas con el entorno, facilitar su acceso a la información y la comunicación, y desarrollar sus habilidades sensoriales, con el fin de fomentar su integración social y laboral (ONCE, 2023).

Dentro de los dispositivos y herramientas que se venían utilizando anteriormente para la enseñanza de materia a las personas no videntes, son eficientes para lograr su objetivo, en la actualidad se tiene una gran ventaja y entre esas esta la tecnología y el uso de estas para mejorar y

optimizar los procesos de enseñanza mediante el lenguaje braille en conjunto con las herramientas de open source, dispositivos electrónicos, etc.

2.4. Herramientas Open Source

Las herramientas de open source son aquellas cuyo código fuente está disponible para el público, lo que permite la visualización y modificación de este. Estas herramientas están diseñadas para el uso de desarrolladores, empresas y usuarios finales, entre estas se pueden utilizar para el desarrollo de proyectos orientados a la fusión de la tecnología con la educación en braille.

También una herramienta tradicional para la enseñanza a personas no videntes está orientada a que la misma persona manipule la herramienta, para mejorar esta interacción se implementa la comunicación entre el alumno y el profesor con aplicaciones móviles y comunicación entre dispositivos donde los datos obtenidos de son almacenados en una base de datos local, y luego evaluar los resultados.

2.4.1. Hardware

2.4.1.1. Sistemas embebidos

Un sistema embebido es un sistema informático que nos ayuda a realizar una tarea específica y dedicada, generalmente con requisitos de tiempo real y recursos limitados, suelen estar diseñados para ser compactos, eficientes en energía y de bajo costo, estos incluyen hardware y software, pueden incluir placas electrónicas como Arduino y Raspberry Pi, así como sistemas operativos para dispositivos móviles como Android (Blázquez, 2019).

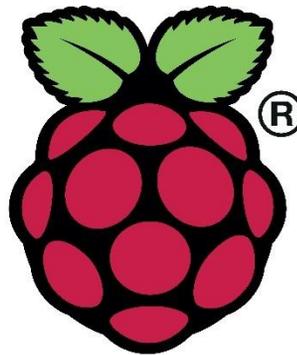
Entre los sistemas embebidos tenemos las placas electrónicas entre las más utilizadas tenemos:

- **Raspberry**

Raspberry Pi es una placa de microordenador de pequeñas dimensiones que se utiliza para diversos fines, como la educación, la domótica, la tecnología bioelectrónica, entre otros (Raspberrypi, 2023). Además, Raspberry Pi cuenta con una serie de pines GPIO que se pueden visualizar en la **Figura 9** que permiten la conexión de diferentes dispositivos electrónicos y la creación de proyectos de electrónica (Innovativa, 2020).

Figura 9

Dispositivo Raspberry Pi



Raspberry Pi

Nota. En la figura se puede observar el Logo del dispositivo de la marca Raspberry Pi.

Tomado de la página oficial de Raspberry (Raspberrypi, 2023).

- **Arduino**

La tecnología de Arduino es una placa electrónica de hardware libre que utiliza un microcontrolador reprogramable con una serie de pines que permiten establecer conexiones entre diferentes dispositivos (Arduino, 2020). A continuación, como se muestra en la **Figura 10** se tiene el logo de la tecnología Arduino.

Figura 10

Dispositivo Arduino



Nota. En la figura se puede observar el Logo del dispositivo de la marca ARDUINO.

Tomado de la página oficial de ARDUINO. (Arduino, 2020)

- **Esp32**

El ESP32 es una serie de chips SoC asequibles y de bajo consumo energético que incluyen tecnología integrada de Wi-Fi y Bluetooth de doble modo. Este sistema, fabricado por TSMC, fue desarrollado por Espressif Systems, una compañía china. El ESP32 combina en un solo chip las funciones de un sistema completo de bajo consumo y bajo costo, con conectividad Wi-Fi y Bluetooth en modo dual (Saravia, 2019). A continuación, como se muestra en la **Figura II** se tiene la tecnología de ESP32.

Figura 11

Dispositivo ESP32



Nota. En la figura se puede observar el dispositivo de la marca Espressif Systems. Tomado del repositorio de microcontroladores (Saravia, 2019).

2.4.1.2. Dispositivos electrónicos

Son equipos que consisten en una combinación de componentes electrónicos organizados en circuitos que cumplen diferentes funciones para la comodidad del usuario y su respectiva manipulación del prototipo.

Para una educación inclusiva dentro de las personas no videntes se es necesario ciertos aspectos en el diseño de alguna herramienta para la enseñanza de cualquier temática para eso se debe de trabajar con el resto de los sentidos como son la audición y el tacto. Entre los más utilizados tenemos los siguientes:

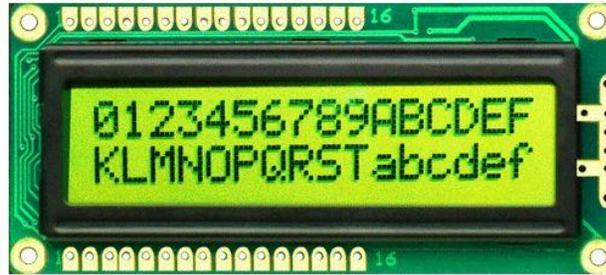
- **Display LCD**

Un Display LCD es un elemento de pantalla plana que se caracteriza por estar formada por pixeles que contienen moléculas de cristal líquido, estos son utilizados en una amplia variedad

de dispositivos electrónicos, como monitores (Luis, 2017). A continuación, como se muestra en la **Figura 12** se tiene la tecnología del dispositivo electrónico Display LCD.

Figura 12

Dispositivo Display LCD



Nota. En la figura se puede observar el dispositivo Display LCD. Tomado del repositorio de la página Ingeniería Electrónica (Luis, 2017).

- **Encoder**

Es un dispositivo que se utiliza para convertir el movimiento mecánico en señales eléctricas, se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, como robótica, automatización industrial y la maquinaria en general, se lo puede utilizar de manera rotativo o lineales. El rotativo se utiliza para medir la rotación de un eje, mientras que el encoder lineales se utilizan para medir el movimiento lineal de un objeto (Encoders, 2020). A continuación, como se muestra en la **Figura 13** se tiene la tecnología del dispositivo electrónico Encoder.

Figura 13

Dispositivo Encoder



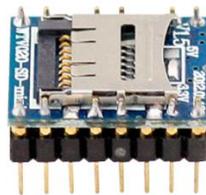
Nota. En la figura se puede observar el dispositivo Encoder. Tomado del repositorio de la página Prometec. (Encoders, 2020)

- **Modulo mp3**

Es un dispositivo que se utiliza para reproducir archivos de audio digital en formato mp3, un módulo mp3 suelen incluir una tarjeta de memoria para almacenar los archivos de audio y un amplificador de audio para reproducir el sonido (RECICOMP, 2020). A continuación, como se muestra en la **Figura 14** se tiene la tecnología del dispositivo el módulo mp3.

Figura 14

Dispositivo Mp3



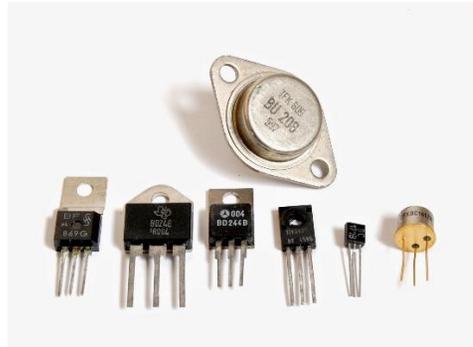
Nota. En la figura se puede observar el dispositivo Modulo Mp3. Tomado del repositorio de la página RECICOMP (RECICOMP, 2020).

- **Transistores**

Los transistores son componentes electrónicos semiconductor que permite el paso de una señal en respuesta a otra que se utilizan para amplificar la señal, conmutar corriente y realizar otras funciones (Guzman, 2015). A continuación, como se muestra en la **Figura 15** se tiene la tecnología del dispositivo electrónico transistores.

Figura 15

Transistores Electrónicos



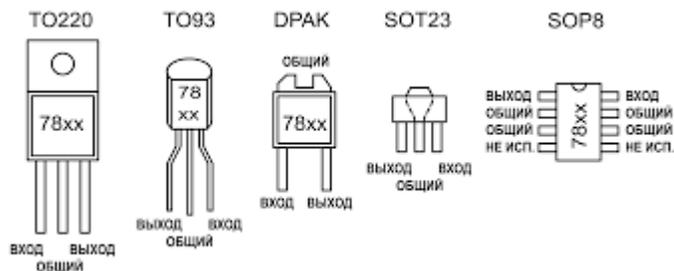
Nota. En la figura se puede observar ejemplos de transistores electrónicos. Tomado del repositorio de la página ELECTRONICAONLINE (Guzman, 2015).

- **Reguladores de voltaje**

Son dispositivos que se utilizan para proteger una instalación eléctrica de las variaciones de voltaje, es uno de los principales causantes de daños eléctricos en dispositivos y sistemas eléctricos. Están diseñados para soportar un voltaje de entrada variable y buscar proveer un voltaje de salida apropiado para el funcionamiento correcto de los equipos conectados (Huiracán, 2014). A continuación, como se muestra en la **Figura 16** se tiene la tecnología del dispositivo electrónico regulador de voltaje.

Figura 16

Reguladores de Voltaje



Nota. En la figura se puede observar ejemplos de reguladores de voltaje. Tomado del repositorio de la página SONSORICX (SENSORICX, 2023).

- **Pulsadores**

Un pulsador es un componente eléctrico que permite o impide el paso de la corriente eléctrica cuando se aprieta, se utilizan para generar una señal eléctrica cuando se presiona o se activa para iniciar una acción o enviar una señal a otro dispositivo.

2.4.1.3. Comunicación inalámbrica

Dentro de las herramientas o dispositivos móviles utilizados para la comunicación, es necesario contar con una interacción inalámbrica. Entre las más populares se encuentran las tecnologías Wi-Fi y Bluetooth, las cuales comparten características similares en términos de requisitos y eficiencia, especialmente en distancias cortas.

La comunicación inalámbrica es un tipo de comunicación donde existen diferentes tecnologías como son el Wi-Fi, el Bluetooth, la radiofrecuencia, entre otros. Esta tecnología permite la transmisión de datos, voz y video a través del aire, sin la necesidad de cables o conexión física (Blázquez, 2019).

- **Módulo Bluetooth**

Es una especificación regulada por el grupo de trabajo IEEE 802.15.1, que permite la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace de radiofrecuencia en la banda ISM de 2,4 GHz.

En una red Bluetooth, cualquier dispositivo puede actuar como maestro o esclavo, donde el dispositivo maestro se encarga de definir como se establece la comunicación físicamente, y los dispositivos esclavos coordinan sus transmisiones según las especificaciones del maestro (Blázquez, 2019).

- **Módulo Wifi**

Es una especificación regulada por el grupo de trabajo IEEE 802.11 para redes locales inalámbricas. El estándar garantiza la interoperabilidad entre fabricantes, y especificaciones entre las cuales destacamos las siguientes que se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2

Familia de Especificaciones IEEE 802.11

Familia de Especificaciones IEEE 802.11		
Estándar	Velocidad	Banda
IEEE 802.11a	54 Mbps	5 GHz
IEEE 802.11b	11 Mbps	2.4 GHz
IEEE 802.11g	54 Mbps	2.4 GHz
IEEE 802.11n	600 Mbps	5 GHz

Nota. En la tabla se puede observar las clasificaciones más conocidas de la familia de especificaciones IEEE 802.11. Tomado del Estándar Oficial de IEEE (IEEE, 2016).

2.4.2. Software

2.4.2.1. Android Studio

Android es un sistema operativo de código abierto diseñado por Google para dispositivos móviles, como teléfonos celulares, tabletas, relojes y televisores inteligentes, una de sus aplicaciones para desarrolladores es Android Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android y está basado en IntelliJ IDEA. Los desarrolladores de aplicaciones utilizan el lenguaje de programación Java y el kit de desarrollo de software de Android (SDK) (Toscano & Rodríguez, 2016). A continuación, como se muestra en la **Figura 17** se tiene el software de programación Android Studio.

Figura 17

Tecnología de Android Studio



Nota. En la figura se puede observar el software de Android Studio. Tomado del repositorio de la página oficial de Android (Toscano & Rodríguez, 2016).

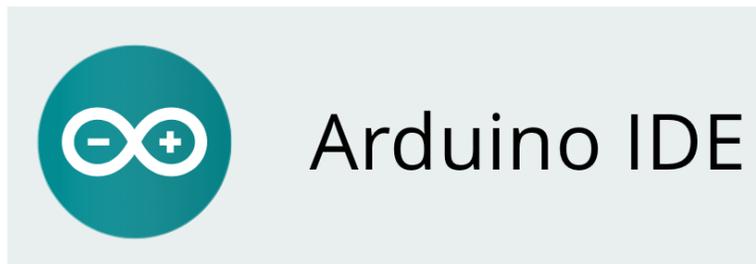
2.4.2.2. Arduino IDE

Arduino IDE es una herramienta de programación de código abierto y fácil de usar que permite escribir código y subirlo a la placa Arduino, el IDE es una herramienta esencial para los

desarrolladores de Arduino, utilizando el lenguaje de programación C/C++, siendo compatible con diferentes sistemas operativos, como Windows, Mac OS y Linux (Arduino, 2020). A continuación, como se muestra en la **Figura 18** se tiene el software de Arduino IDE.

Figura 18

Software de Arduino IDE



Nota. En la figura se puede observar el software de Arduino IDE. Tomado del repositorio de la página oficial de Arduino. (Arduino, 2020)

2.4.2.3. App Inventor

MIT App Inventor es una herramienta en línea que permite crear aplicaciones móviles para Android sin necesidad de programar, es un entorno de desarrollo de software que utiliza un enfoque de programación visual basado en bloques, lo que significa que los usuarios pueden crear aplicaciones móviles utilizando bloques de código predefinidos que se arrastran y sueltan en una interfaz gráfica de usuario. (Prieto, 2019). A continuación, como se muestra en la **Figura 19** se tiene el software de programación MIT App Inventor.

Figura 19

Software de MIT APP INVENTOR



Nota. En la figura se puede observar el software de MIT APP Inventor. Tomado del repositorio de la página oficial de App Inventor. (Prieto, 2019)

2.4.2.4. SolidWorks

Es un software de tipo CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 2D y 3D, desarrollado por SolidWorks Corp. Es un software de diseño mecánico que utiliza un entorno gráfico basado en Microsoft Windows para permitir de manera intuitiva y rápida el diseño de piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D (SolidWorks, 2015). A continuación, como se muestra en la **Figura 20** se tiene el software de diseño y modelado SolidWorks.

Figura 20

Software de Diseño y Modelado SolidWorks



Nota. En la figura se puede observar el software de SolidWorks. Tomado del repositorio del manual de usuario de SolidWorks (SolidWorks, 2015).

2.4.3. Impresora 3D

Es una máquina que permite crear objetos tridimensionales a partir de un modelo digital. Utiliza un proceso de fabricación aditiva en el que se van añadiendo capas de material una encima de la otra hasta crear el objeto diseñado (R., 2014).

Para la impresión en 3D existe varios materiales en los que se puede imprimir entre ellos se encuentran los más populares como se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3

Materiales más populares para impresión 3D

Materiales más populares para impresión 3D	
Material	Características
PLA (Ácido Poliláctico)	La más usada, biodegradable, fácil de imprimir, no emite olores tóxicos durante la impresión.
ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno)	Resistente al impacto y duradero, emite vapores tóxicos durante la impresión, requiere una impresora con una cama caliente para evitar deformaciones.
PETG (Tereftalato de Polietileno Glicol Modificado)	Resistente al impacto y duradero que combina las propiedades del PLA y ABS, tiene resistencia química, es menos propenso a la deformación y emite menos olores en la impresión.
TPU (Poliuretano Termoplástico)	Material flexible y elástico utilizado para imprimir objetos de goma, resistente al desgaste a productos químicos y a la abrasión.
Nylon	Resistente y duradero, resistente a la tracción, útil para impresión de piezas mecánicas y funcionales, resistente a productos químicos y abrasión.

Resina

A diferencia de los materiales anteriores que se imprimen mediante deposición de material fundido (FDM), se utiliza en la impresión 3D de estereolitografía (SLA).

Nota. En la tabla se puede observar los materiales más utilizados para impresiones 3D.

Tomado del artículo científico del estado actual y perspectivas de la impresión en 3D. (Jordi Fontrodona Francolí, 2014)

2.5. Metodología

Bottom Up: Esta metodología consiste en reunir diferentes sistemas que conformaran un todo. Los elementos individuales son especificados en gran detalle, los componentes se van uniendo unos con otros hasta conformar un sistema final, que se logra al llegar al nivel superior.

En el Bottom Up no se necesita tener una imagen clara del estado final del proyecto, sino que para empezar basta con una característica en particular. Es así como se van juntando las pequeñas piezas que luego conformaran un gran sistema, formado por sub sistemas (MUÑOZ, 2009).

Figura 21

Metodología Bottom UP



Nota. En la figura se puede observar el diagrama de funcionamiento de la metodología Bottom UP. Tomado del repositorio de la universidad EAFIT (Muñoz, 2009).

Capítulo III

Diseño del Sistema

En este capítulo se muestra el desarrollo experimental del prototipo usando la metodología antes explicada de Bottom Up, para complementar la primera fase descrita en el capítulo II, se realizará un acercamiento a la asociación de no videntes de Imbabura para realizar una entrevista con la presidenta Ruth Noemí Trejo con el objetivo de conocer el estado y la metodología de aprendizaje que se lleva a cabo en la asociación, donde identificaremos las necesidades y limitaciones que se tienen para posteriormente realizar el diseño la implementación y elección de los componentes tanto de software y hardware para el diseño del sistema, también la integración de la solución más practica con el objetivo de obtener resultados óptimos con respecto al prototipo. Con este enfoque se pretende garantizar que el proceso de enseñanza a los estudiantes del ANVI mejore de forma considerable gracias a la implementación de material didáctico.

3.1. Etapas del desarrollo de modelo Bottom Up

Dentro de la metodología del modelo de Bottom Up define un enfoque de desarrollo de modelos que se basa en la construcción de componentes individuales y luego los integra en un todo coherente para lo cual tiene 4 fases fundamentales que son: requisitos, diseño, implementación y pruebas de las cuales se pueden desglosar en 6 etapas.

Como primera etapa es el análisis de requisitos en el que se identifican y se documentan los requisitos del prototipo, esto implica comprender los objetivos, las limitaciones y las necesidades del prototipo para cumplir los objetivos.

Como segunda etapa es el diseño de componentes individuales del prototipo, donde cada componente se enfoca en una parte específica del problema y se define su funcionalidad.

Como tercera etapa es la implementación e integración de componentes individuales son desarrollados según el diseño de la arquitectura, donde se comprueba para garantizar su funcionalidad de cada componente, y se procede a integrarlos en el prototipo para que funcione por completo.

Como cuarta etapa es pruebas y validación donde el prototipo completo se pone a prueba para verificar su precisión y rendimiento, se utilizan un plan de pruebas donde se comparen los resultados obtenidos con los resultados esperados para asegurarse de que el prototipo cumple con los requisitos establecidos.

Como quinta etapa es la optimización y refinamiento donde se encuentran deficiencias que se pueden mejorar durante las pruebas, se tiene que realizar ajustes y mejoras en el prototipo, esto puede incluir la corrección de errores en calidad para los usuarios ya sea estético o técnico.

Como sexta etapa es el despliegue y mantenimiento, una vez el prototipo ha sido probado y optimizado con éxito, se implementa en un entorno deseado, y se establecen entornos de monitoreo y mantenimiento para asegurar su correcto funcionamiento a largo plazo.

3.2. Análisis de la situación actual

La situación actual en la Asociación de No Videntes de Imbabura refleja un panorama complejo, pero también lleno de oportunidades. La asociación se dedica a brindar apoyo y servicios a personas con discapacidad visual en la provincia de Imbabura. Actualmente, la asociación enfrenta desafíos relacionados con la falta de recursos financieros y tecnológicos para satisfacer plenamente las necesidades de sus miembros. Además, se enfrenta a barreras en la inclusión educativa y laboral de las personas no videntes, lo que limita sus oportunidades de desarrollo y participación plena en la sociedad.

La Asociación de No Videntes de Imbabura está trabajando para garantizar que los niños con discapacidad visual tengan acceso a una educación inclusiva y de calidad. La asociación ha enfrentado desafíos, como la falta de recursos didácticos adaptados, la falta de docentes especializados y la falta de estrategias pedagógicas adecuadas. Sin embargo, la asociación ha logrado avances significativos, como la implementación de programas y proyectos enfocados en la educación inclusiva de los niños no videntes. La asociación también ha capacitado a docentes y ha establecido alianzas con instituciones educativas para promover la adaptación de materiales y la implementación de metodologías accesibles.

Estos son algunos de los desafíos que enfrenta la asociación:

- Falta de recursos didácticos adaptados, como libros en braille, materiales táctiles y software de asistencia.
- Falta de docentes especializados en educación especial, que puedan enseñar a los niños con discapacidad visual.
- Falta de estrategias pedagógicas adecuadas, que tengan en cuenta las necesidades específicas de los niños con discapacidad visual.

Estos son algunos de los avances que ha logrado la asociación:

- Implementación de programas y proyectos enfocados en la educación inclusiva de los niños no videntes.
- Capacitación a docentes en educación especial.
- Establecimiento de alianzas con instituciones educativas para promover la adaptación de materiales y la implementación de metodologías accesibles.

La asociación está comprometida con la mejora de la educación inclusiva de los niños con discapacidad visual. La asociación seguirá trabajando para superar los desafíos y lograr avances significativos en este tema.

Toda la información se consiguió por una encuesta con la directora Noemi de la Asociación de no videntes de Imbabura donde se dio a conocer que para ellos el aprendizaje se lleva a cabo de un modo teórico, y de memorización más no podían completarlo con una ayuda visual para completar la información teórica como son las formas, tamaños de una manera más didáctica. Para el material de estudio de la materia de estudios sociales enfocado en la geografía del planeta y sus componentes, se compone por libros teóricos donde dan a conocer información general como son la historia, toponimia, geografía y demografía de cada continente, país, o provincia del Ecuador.

3.2.1. Análisis de problemas de los estudiantes con discapacidad visual

Para los estudiantes con discapacidad visual presentan varios desafíos ya sean físicos como psicológicos al momento de desarrollar las diferentes actividades académicas para los cuales se presentan los principales problemas que son:

- Acceso a la información: Los niños con discapacidad visual a menudo tienen dificultades para acceder a la información escrita o visual debido a la falta de materiales didácticos.
- Barreras de comunicación: La comunicación efectiva es fundamental para el aprendizaje y la interacción social, los niños con discapacidad visual pueden enfrentar dificultades para comunicarse con sus compañeros y profesores, lo que puede afectar su participación en el entorno escolar.

- Limitaciones en movilidad: La falta de visión puede dificultar la movilidad y la orientación espacial de los niños, esto puede afectar su capacidad para desplazarse de manera independiente en entornos desconocidos.

Para poder identificar los problemas o dificultades de los estudiantes se realizaron acercamientos a la Asociación de No Videntes de Imbabura, donde se hizo un estudio de campo para mediante encuestas y reconocimiento del material educativo.

3.2.2. Análisis de los requerimientos del sistema

En la sección de requisitos del sistema establece las funciones, limitaciones y condiciones necesarias del proyecto en desarrollo, con el fin de proporcionar pautas claras para la elección y desarrollo de los componentes del sistema. Se han implementado varios tipos de requisitos, que incluye requisitos iniciales, requisitos de arquitectura y requisitos de las partes interesadas.

Los diferentes requisitos se identificarán mediante abreviaturas, como se muestra en la Tabla 4 .

Tabla 4:

Abreviatura de los requerimientos

Requerimiento	Abreviatura
Requerimientos iniciales del sistema	SySR
Requerimientos de Stakeholders	StSR
Requerimientos de arquitectura	SRSR

Nota. En la tabla se puede observar las abreviaturas de los requerimientos principales del sistema. Autoría propia.

A continuación, se asignan niveles de prioridad a los requerimientos del sistema para determinar su importancia y valor crítico, para lo cual se establecen tres niveles: alta, media y baja, que se basan en criterios específicos como el impacto en los objetivos del proyecto, la funcionalidad del sistema y las necesidades de los usuarios. La asignación de niveles de prioridad ayuda a tomar decisiones como se muestra en la Tabla 5 informadas sobre la gestión de recursos y la planificación de actividades.

Tabla 5:

Prioridad de los requerimientos

Prioridad	Descripción
Alta	Requerimiento con un nivel de prioridad crítica es esencial y se considera fundamental para el correcto funcionamiento del sistema.
Media	Requerimiento con un nivel de prioridad media, este requerimiento afecta al funcionamiento y puede ser omitido.
Baja	Requerimiento con un nivel mínimo de prioridad, donde la presencia de este requerimiento casi no genera un impacto mínimo u nulo en el funcionamiento del sistema

Nota. En la tabla se puede observar la descripción de las prioridades requerimientos principales del sistema. Autoría propia.

3.2.2.1. Requerimientos iniciales del sistema

Para los requerimientos iniciales del sistema o sus siglas SySR hacen referencia a la funcionalidad inicial del sistema, donde se toma en cuenta las necesidades, para su correcto funcionamiento, rendimiento y modos de operación para la enseñanza de la materia de una manera didáctica. En la Tabla 6 se detallan los diferentes requerimientos iniciales.

Tabla 6:*Requerimientos iniciales del sistema*

SySR					
#	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
Requerimientos de interfaz					
SySR1	Usabilidad para el usuario, intuitiva y fácil	X			
SySR2	Interactividad, permitir una interacción activa es decir brindando retroalimentación y respuesta visual y auditivas	X			
SySR3	Seguridad para mantener la información de los alumnos de forma correcta		X		
SySR4	El prototipo debe tener alto relieve para que se pueda distinguir cada una de las piezas	X			
SySR5	Interfaz gráfica para navegación visual del menú del prototipo		X		
Requerimientos de modo y estado					
SySR6	Modo libre para la interacción con el prototipo		X		
SySR7	Modo aprendizaje para dar a conocer el conocimiento de la materia	X			
SySR8	Modo evaluación para evaluar los conocimientos adquiridos	X			
Requerimientos de uso					
SySR9	Contar con dispositivo de audio ya sea audífonos o parlante con entrada auxiliar.	X			
SySR10	Contar con un dispositivo Android para uso de la aplicación móvil.	X			
Requerimientos de rendimiento					
SySR11	Salida de audio potente para una mejor interacción.	X			
SySR12	Mando del prototipo eficiente para la navegación del menú.	X			
SySR13	Fuente con la capacidad suficiente para alimentar al sistema	X			
Requerimientos Físicos					
SySR14	Estructura de alto relieve para interacción con los niños no videntes.	X			
SySR15	Materiales resistentes, tanto mecanismo como estructura para uso de los niños		X		
SySR16	Cableado interno para evitar daños del sistema		X		

Nota. En la tabla se puede observar la descripción de los requerimientos iniciales del sistema. Autoría propia.

3.2.2.2. *Requerimientos de Stakeholders*

Los requerimientos de Stakeholders, donde se colocan las necesidades y expectativas y deseos de las partes interesadas en el prototipo, se debe centrar en asegurar que el proyecto cumpla con los objetivos y satisfaga las necesidades planteadas, abordando aspectos como funcionalidad, calidad, usabilidad, rendimiento y seguridad. A continuación, se tiene en la Tabla 7 se detallan los participantes del proyecto.

Tabla 7:

Listado de participantes del proyecto

#	Participantes	Función
1	Jerson Báez	Desarrollador
2	Msc. Jaime Michilena	Director
3	Msc. Luis Suárez	Asesor
4	Ruth Noemí Trejo	Presidenta de la ANVI

Nota. En la tabla se puede observar el listado de los involucrados en el proyecto. Autoría propia.

A continuación, se presenta en la Tabla 8 el listado de los diferentes requerimientos presentados por los involucrados en el proyecto para satisfacer todas las necesidades planteadas.

Tabla 8:

Requerimientos de Stakeholders

StSR					
#	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
Requerimientos operacionales					
StSR1	El sistema tendrá 3 secciones para complementar la teoría de Geografía.	X			
StSR2	El sistema se manejará mediante un mando intuitivo para seleccionar los diversos modos de uso.	X			SySR7

StSR3	Dentro del modo evaluación los datos del usuario se guardará en el dispositivo del docente.	X	
StSR4	La alimentación del sistema se realizará mediante una fuente conectada a la luz	X	SySR13
Requerimientos de usuario			
StSR5	La visualización de los modos de manejo debe estar en el prototipo.	X	SySR12
StSR6	El sistema dará indicaciones auditivas de cada acción que se realice con el mando de control	X	

Nota. En la tabla se puede observar los requerimientos de Stakeholders. Autoría propia.

3.2.2.3. *Requerimientos de arquitectura*

Estos requerimientos se enfocan en los aspectos estructurales y funcionales del dispositivo, que permite su accesibilidad y utilidad para el usuario como se muestra en la Tabla 9. La arquitectura debe contemplar elementos como alto relieve, dispositivos de audio, la organización de la información, la inclusión de tecnologías y materiales adaptados.

Tabla 9:

Requerimientos de arquitectura

SRSR					
#	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
Requerimientos de diseño					
SRSR1	Los componentes deben ser de un material resistente	X			
SRSR2	Las piezas impresas en 3D deben tener diferentes texturas.	X			
SRSR3	El prototipo debe tener un puerto para salida de audio para una mejor interacción con los estudiantes				
SRSR4	El prototipo debe de tener un compartimiento para el cableado.	X			
Requerimientos de Hardware					
SRSR5	Los componentes deben ser impresos en material resistente para el trato con los niños.	X			
SRSR6	El microcontrolador debe tener el número suficiente de pines para conectar cada uno de los componentes del sistema.	X			

SRSH7	El microcontrolador debe tener la capacidad de procesamiento de datos para funcionar en cada modo de uso.	X	
SRSH8	El microcontrolador debe tener compatibilidad con la comunicación inalámbrica.	X	
SRSH9	El microcontrolador debe tener un precio accesible para el desarrollador.	X	
SRSH10	El microcontrolador debe proporcionar el voltaje necesario para alimentar los módulos de comunicación inalámbrica y mp3.	X	
SRSH11	El módulo de comunicación inalámbrica debe ser compatible con el dispositivo Android.	X	
SRSH12	El módulo de comunicación inalámbrica debe funcionar en un corto alcance.		X
SRSH13	El módulo de comunicación inalámbrica debe tener un precio accesible para el desarrollador.		X
SRSH14	El módulo de comunicación inalámbrica debe ser eficiente en energía.		X
SRSH15	El módulo de comunicación inalámbrica debe ser de fácil configuración.		X
Requerimientos de Software			
SRSH16	El lenguaje de programación debe ser adecuado para el uso de principiantes.	X	
SRSH17	Compatibilidad del IDE de programación con las placas de desarrollo	X	
SRSH18	Existencia de librerías para la integración del módulo de comunicación inalámbrica en el IDE de programación	X	
SRSH19	Software de código abierto para el diseño en 3D	X	
SRSH20	Software de código abierto para la programación de aplicación móvil.	X	
SRSH21	El lenguaje de programación debe ser compatible con el IDE.	X	
SRSH22	La plataforma debe permitir el acceso a todas las funcionalidades sin costos extras.		X
SRSH23	La plataforma debe contar con una librería compatible con el IDE de programación que permita el envío de los datos de forma inalámbrica.	X	
Requerimientos eléctricos			
SRSH24	El sistema tendrá alimentación eléctrica mediante una fuente conectada a la luz		X
SRSH25	La alimentación del sistema debe proveer de al menos 5V para el funcionamiento de los microcontrolador y componentes independientes.	X	

Nota. En la tabla se puede observar los requerimientos de Arquitectura. Autoría propia.

3.3. Diseño del prototipo

En la etapa de diseño de sistema se crea una descripción general del funcionamiento de este mediante diagramas de bloques, donde muestran como los diferentes componentes del sistema se relacionan entre si cumpliendo los requisitos establecidos. Se seleccionan los componentes para implementarlos en el sistema, estos pueden ser de software o hardware. Los componentes de software se utilizan para implementar las funciones del sistema, mientras que los componentes del hardware se utilizan para proporcionar la infraestructura necesaria para ejecutar el sistema.

3.3.1. Hardware

Los componentes para el sistema se seleccionan teniendo en cuenta las especificaciones de la sección de requisitos de hardware para el sistema que se detallan en la Tabla 9.

3.3.1.1. Microcontrolador

El microcontrolador es el componente principal en el sistema ya que es el responsable de la comunicación entre dispositivo y la aplicación móvil, existen tres alternativas principales en el mercado cada una con sus propias características que se pueden visualizar en la Tabla 10.

Tabla 10:

Características del microcontrolador

Especificación	Arduino Mega	Raspberry Pi 4	ESP32
Procesador	ATmega2560	Broadcom BCM2711, Cortex-A72 Quad-Core 1.5GHz	Dual-Core Xtensa LX6 240MHz
GPIO	54 pines	40 pines	52 pines
Conexión inalámbrica	No incluye	802.11 b/g/n/ac Bluetooth 5.0, BLE Gigabit Ethernet	802.11 b/g/n Bluetooth 4.2, BLE
Precio	\$20-\$30	\$10-\$20	\$100-\$150

Voltaje de alimentación	7-12V	5V	5V
--------------------------------	-------	----	----

Nota. En la tabla se puede observar las características del microcontrolador. Autoría propia.

Basándose en la Tabla 10, se ha realizado una evaluación para determinar si las tres alternativas propuestas cumplen con los requisitos establecidos para el prototipo. La evaluación se ha realizado asignando un valor de 1 si la alternativa cumple con el requisito y 0 si no lo cumple. La Tabla 11 muestra la evaluación de los requisitos para la elección de la placa de desarrollo.

Tabla 11:

Elección de Microcontrolador

Selección de la placa de desarrollo						
Hardware	Requerimientos					Valor total
	SRSH6	SRSH7	SRSH8	SRSH9	SRSH10	
Arduino Mega	1	1	1	1	1	5
Raspberry Pi 4	0	1	1	0	1	3
ESP32	0	0	1	1	1	3

“1” Cumple “0” No cumple

Nota. En la tabla se puede observar la elección de microcontrolador. Autoría propia.

La tabla muestra que la placa Arduino Mega es la que mejor cumple con los requisitos del prototipo. La placa tiene una potencia de salida alta, una gran cantidad de memoria y es fácil de programar. La placa también es relativamente barata, lo que la hace una buena opción para un prototipo.

La placa Raspberry Pi 4 es la segunda mejor opción. La placa tiene una potencia de salida alta y una gran cantidad de memoria, pero es más difícil de programar que la placa Arduino Mega. La placa también es más cara que la placa Arduino Mega.

La placa ESP32 es la tercera mejor opción. La placa tiene una potencia de salida alta y es fácil de programar, pero tiene poca memoria. La placa también es relativamente barata, lo que la hace una buena opción para un prototipo con requisitos de memoria limitados.

3.3.1.2. Material de impresión 3D

Para la selección del material de impresión se tiene la tabla de comparación de características en la Tabla 3, para lo cual se decidió que PETG es un material fuerte y duradero, lo que lo hace ideal para juguetes y otros objetos que serán manipulados por niños. Entre los principales beneficios de este material tenemos:

- Es un material fuerte y duradero, lo que lo hace ideal para juguetes y otros objetos que serán manipulados por niños.
- Es un material no tóxico, lo que lo hace seguro para los niños.
- Es un material relativamente asequible, lo que lo hace una buena opción para prototipos.
- Es un material fácil de imprimir, lo que lo hace una buena opción para principiantes.

3.3.1.3. Módulo de comunicación inalámbrica.

La elección de componente de comunicación inalámbrica para un sistema, se realiza una evaluación para determinar cuál de las opciones cumplen con los requerimientos de software, para lo cual debe cumplir con características como compatibilidad, alcance de comunicación, eficiencia energética, precio y configuración. Estas características se pueden observar en la Tabla 12.

Tabla 12:*Características de módulo de comunicación inalámbrica*

Especificación	Bluetooth	WiFi	5G
Compatibilidad	Android	Android	Android
Alcance	Corto alcance	Corto alcance	Corto y largo alcance
Eficiencia energética	0.01-1 vatios	0.1-10 vatios	1-10 vatios
Precio	\$5-\$10	\$10-\$20	\$20-\$50
Configuración	Fácil	Moderadamente fácil	Difícil

Nota. En la tabla se puede observar las características de los módulos de comunicación inalámbrica. Autoría propia.

Una vez que se hayan tenido en cuenta estos factores, se puede comenzar a reducir las opciones de componentes. Hay muchos fabricantes diferentes de componentes de comunicación inalámbrica, cada uno con su propia línea de productos. Es importante comparar diferentes productos para encontrar el que mejor se adapte a las necesidades específicas del sistema. Esto se puede verificar en la Tabla 13.

Tabla 13:*Elección de módulo de comunicación inalámbrica*

Selección de la placa de desarrollo						
Hardware	Requerimientos					Valor total
	SRS11	SRS12	SRS13	SRS14	SRS15	
Bluetooth	1	1	1	1	1	5
Wifi	0	1	1	0	1	3

5G	0	0	1	1	1	3	—
		“1” Cumple		“0” No cumple			

Nota. En la tabla se puede observar la elección del módulo de comunicación inalámbrica.

Autoría propia.

3.3.2. Software

Después de seleccionar los componentes del hardware es necesario para la construcción del prototipo, realizar la selección de los componentes del software, tomando como punto de partida los requerimientos utilizados en la Tabla 9.

3.3.2.1. Aplicación móvil

Para un sistema didáctico es necesario una aplicación móvil para la enseñanza de forma educativa y entretenido al usuario con discapacidad visual, y así alcanzar su máximo potencial al momento de obtener los resultados en la Tabla 14 se puede visualizar una comparación de elección de lenguaje de programación con requisitos planteados anteriormente.

Tabla 14:

Elección de lenguaje de programación

Microcontrolador	Requerimientos				Total
	SRSH16	SRSH17	SRSH18	SRSH19	
Android Studio	1	0	1	1	3
MIT App Inventor	1	1	1	1	4
		“1” Cumple		“0” No cumple	

Nota. En la tabla se puede observar la elección del lenguaje de programación. Autoría propia.

MIT App Inventor es una excelente manera de crear prototipos de aplicaciones rápidamente. Puede usar MIT App Inventor para crear una versión funcional de su aplicación en poco tiempo, lo que le permite obtener comentarios y hacer cambios rápidamente. MIT App

Inventor es una excelente opción para las personas que quieren crear aplicaciones Android sin tener que aprender a programar. Es fácil de usar, visual, colaborativo y gratuito.

3.3.2.2. Entorno de programación.

Para seleccionar el entorno de desarrollo integrado (IDE) de programación para microcontroladores, existen dos opciones principales: Arduino IDE y Raspbian como se puede apreciar en la Tabla 15. Ambos entornos son gratuitos y de código abierto, y están diseñados para ser fáciles de usar para principiantes. Sin embargo, existen algunas diferencias clave entre los dos entornos.

Tabla 15:

Elección de entorno de programación

Entorno de programación	Requerimientos				Total
	SRSH16	SRSH17	SRSH18	SRSH21	
Arduino IDE	1	1	1	1	4
Raspbian	0	1	0	1	2
	“1” Cumple		“0” No cumple		

Nota. En la tabla se puede observar la elección del entorno de programación. Autoría propia.

Arduino IDE es una opción más popular para principiantes, ya que es más fácil de aprender y usar. Arduino IDE viene con una gran biblioteca de ejemplos y tutoriales, lo que lo convierte en una buena opción para aprender los conceptos básicos de la programación de microcontroladores. Además, Arduino IDE es compatible con una amplia gama de placas de desarrollo, lo que facilita encontrar una placa que se adapte a sus necesidades.

Raspbian es una opción más avanzada para los usuarios que ya están familiarizados con la programación de microcontroladores. Raspbian es una distribución de Linux, lo que significa que es más complejo que Arduino IDE. La Tabla 14 muestra una comparación de los requisitos establecidos para cada entorno.

3.4. Implementación de componentes del sistema.

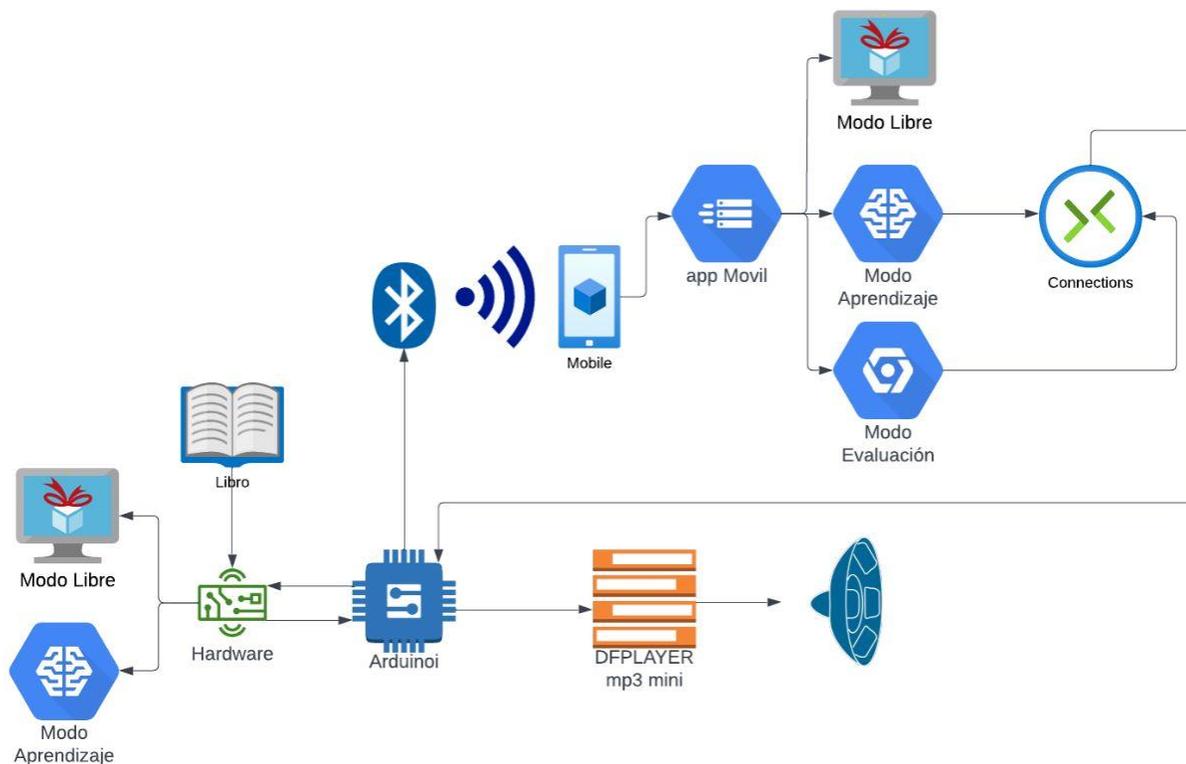
Después de completar las etapas de análisis y diseño, que son las etapas 1 y 2 de la metodología Bottom-up, se inicia la fase de implementación. En esta fase, se integran los diferentes componentes de software y hardware que fueron seleccionados en la sección 3.3.1. Estos componentes se integran para cumplir con las funcionalidades deseadas, que se pueden ver de manera general en la Figura 22 y más detalladamente en el diagrama de flujo de la arquitectura del funcionamiento del sistema.

3.4.1. Arquitectura del Sistema

La arquitectura de un sistema se puede describir utilizando diferentes diagramas, como diagramas del funcionamiento del sistema, diagramas de conexiones del sistema y diagramas de programación. Estos diagramas ayudan a los desarrolladores a visualizar el sistema y a entender cómo los diferentes componentes del sistema interactúan entre sí.

Como se puede observar en la Figura 22 como componente principal se tiene una placa única de microcontrolador Arduino Mega, que es el encargado del funcionamiento del mecanismo cuya función es pulsadores los cuales tendrán un identificativo único y estarán separados por etapas del prototipo y sus componentes de hardware, ya sea modulo mp3 cuya función es de reproducir los audios correspondientes de cada acción realizada en el sistema y modulo bluetooth que funciona para la comunicación inalámbrica entre el prototipo y su aplicación móvil.

Para los componentes del software, se desarrolla una aplicación móvil que estará funcionando ya sea a la par con el prototipo o de manera independiente para la enseñanza de la materia, gracias a esta aplicación el usuario en este caso docente ya que requiere que el docente no posea la discapacidad visual, pueda navegar en la aplicación la cual tiene un entorno amigable para el usuario y con varios modos de manejo.

Figura 22:*Arquitectura del sistema*

Nota. En la figura se puede observar la arquitectura del funcionamiento del sistema.

Autoría propia.

3.4.2. Diagrama de bloques sobre el funcionamiento del prototipo

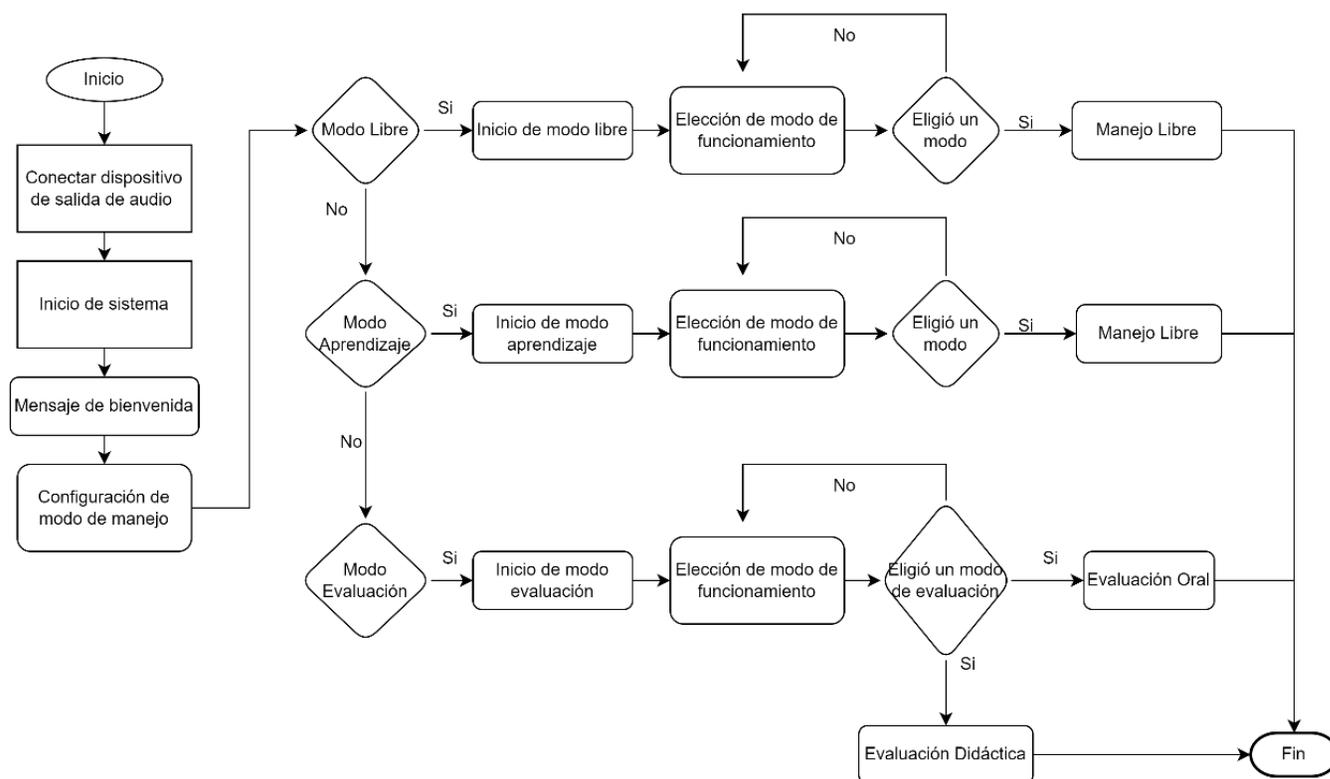
El funcionamiento de un libro didáctico conectado a una aplicación móvil se basa en una serie de procesos que se ejecutan secuencialmente. Primero, el dispositivo debe conectarse a una fuente de energía. Luego, debe conectarse un dispositivo de salida de audio, como auriculares o altavoces. Una vez que se han completado todos estos requisitos, el dispositivo se inicia automáticamente y emite un mensaje de bienvenida a través del dispositivo de salida de audio.

A continuación, el usuario debe seleccionar el modo de funcionamiento. El dispositivo tiene tres modos de funcionamiento los cuales se detallan en el diagrama de flujo que se puede ver en Figura 23:

- **Modo libre:** En este modo, el usuario puede navegar por las páginas del libro didáctico y aprender sobre la posición y el tamaño de cada parte.
- **Modo de aprendizaje:** En este modo, cada página del libro didáctico tiene cuatro secciones principales, que son toponimia, historia, geografía y demografía.
- **Modo de evaluación:** En este modo, el usuario puede ser evaluado por sus conocimientos. Hay dos formas de evaluación:
 - **Evaluación oral:** El docente dicta las preguntas, que se pueden visualizar en la aplicación móvil junto con los resultados de la evaluación.
 - **Comunicación entre el dispositivo y la aplicación móvil:** El docente dicta las preguntas, a las que el estudiante responde a través de los botones del libro didáctico. La aplicación móvil reconoce el botón que el estudiante ha seleccionado y compara las respuestas para dar una puntuación final.

Figura 23:

Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema



Nota. En la figura se puede observar el diagrama de flujo del funcionamiento del sistema.

Autoría propia.

3.4.3. Diagrama de conexiones del sistema

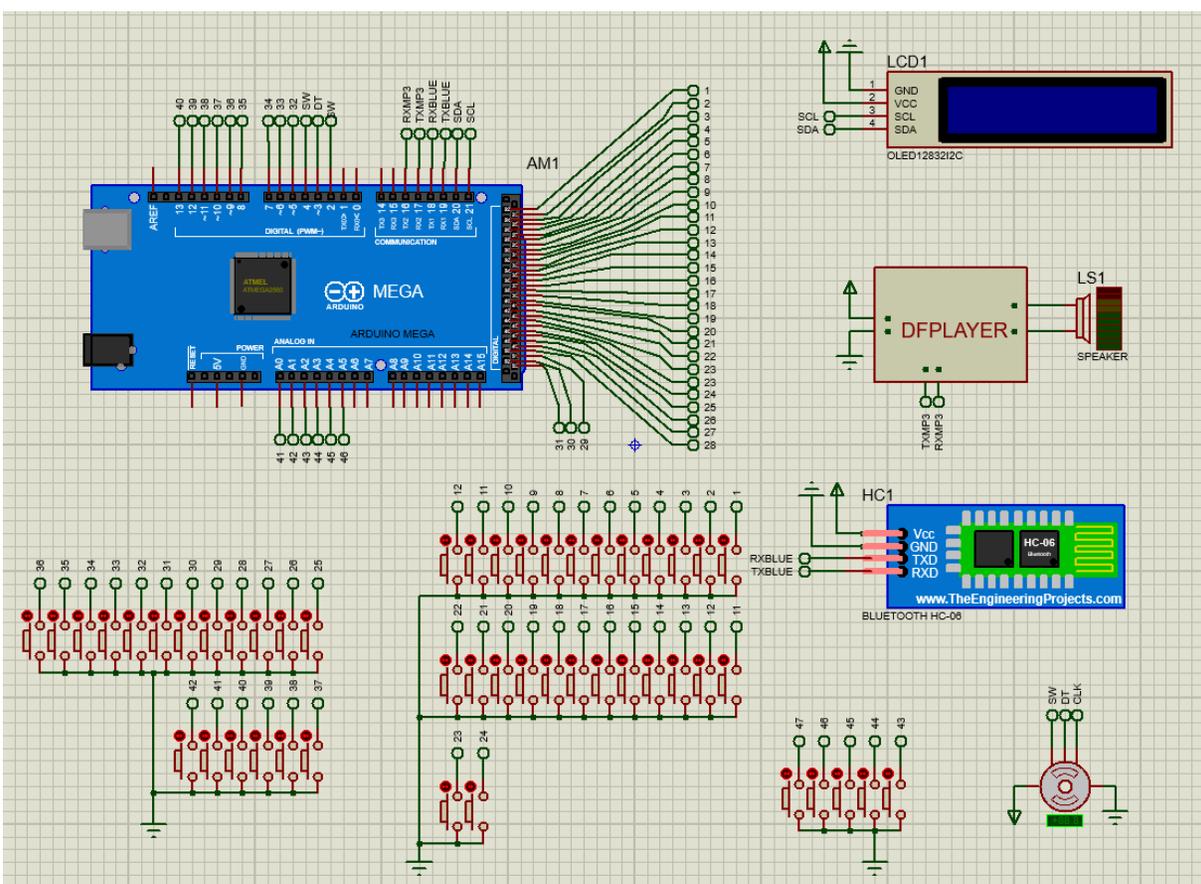
El diagrama de conexiones del sistema tiene como componente principal el Arduino Mega, que tiene un total de 54 pines digitales y 16 pines analógicos. También cuenta con pines de alimentación y pines de comunicación.

La distribución de pines del proyecto se muestra en la Figura 24. En esta figura, se puede ver que el Arduino Mega está conectado a una pantalla LCD, un módulo para lectura de archivos en MP3, un módulo Bluetooth, un codificador y los botones del mecanismo.

La pantalla LCD se usa por el docente para visualizar el manejo del prototipo y saber en qué modo o función se encuentra. El módulo para lectura de archivos en MP3 ayuda a reproducir los textos de cada botón del mecanismo, lo que permite una mejor accesibilidad entre el prototipo y el estudiante. El módulo Bluetooth sirve para la comunicación entre el prototipo y la aplicación móvil. El codificador se usa para el mando del prototipo. Por último, los botones del mecanismo son usados por el usuario para interactuar con el prototipo.

Figura 24:

Diagrama de conexiones del sistema



Nota. En la figura se puede observar el diagrama de conexiones del sistema. Autoría propia.

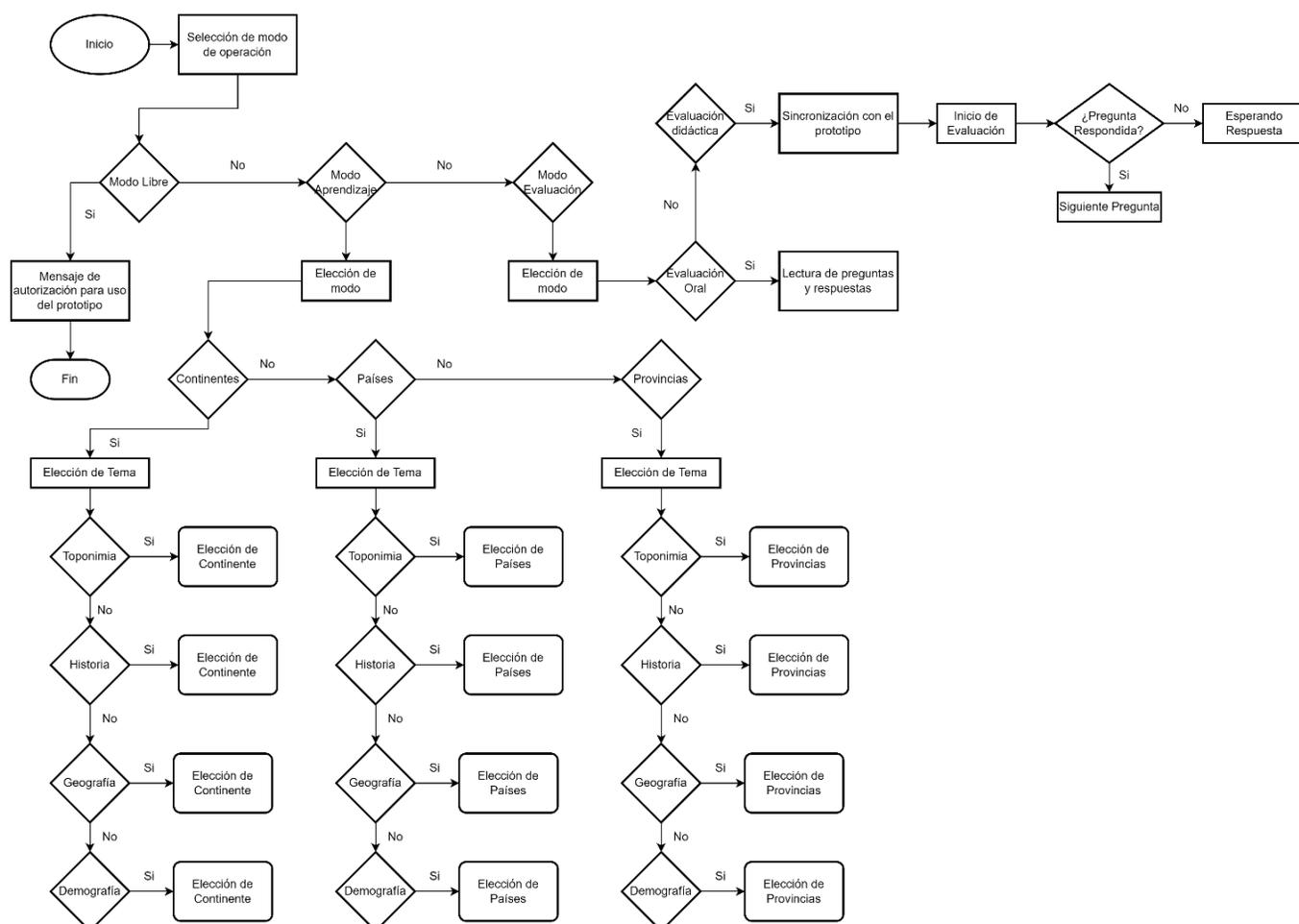
Al realizar las conexiones de una pantalla LCD, un módulo Bluetooth, un módulo MP3 y varios pulsadores a un Arduino Mega. Para la pantalla LCD, se utiliza una interfaz paralela conectando los pines de datos y control a pines digitales específicos del Arduino Mega. El módulo Bluetooth y el módulo MP3 se conectan a través de comunicación serial UART, usando los pines RX y TX del Arduino Mega. Los pulsadores se conectan a pines digitales y a tierra para crear circuitos completos cuando se presionan. Se recomienda revisar los Datasheet que se encuentran en el Anexo 5 de los componentes para asegurar las conexiones adecuadas y utilizar una fuente de alimentación externa para evitar sobrecargas en el Arduino Mega.

3.4.4. Diagrama de bloques de la aplicación móvil

Para el diagrama de la aplicación móvil se toma como punto de partida un menú que sirve para la selección de modo de uso el cual se clasifica en 3 secciones, en la sección de modo aprendizaje se tiene que escoger el modo ya que la materia se divide en 3 modos cada uno con su índice de temáticas, por ultimo dentro de la sección de evaluación se realiza la conectividad con el prototipo como se muestra en la Figura 25.

Figura 25:

Diagrama de bloques de la aplicación móvil



Nota. En la figura se puede observar el diagrama de bloques de la aplicación móvil.

Autoría propia.

3.5. Desarrollo de aplicación móvil.

Para el desarrollo de la aplicación móvil se tomaron en consideración dos aspectos fundamentales:

- **Compatibilidad con el software de programación para el prototipo:** La aplicación debe ser compatible con el software de programación que se utiliza para crear el prototipo.

- **Funciones que se le pueda a la aplicación:** La aplicación debe tener una variedad de funciones que sean útiles para los usuarios.

El software de MIT App Inventor se utilizó para cumplir con estos tres aspectos. MIT App Inventor es un software de programación gratuito y fácil de usar que permite a los desarrolladores crear aplicaciones móviles sin tener conocimientos de programación. MIT App Inventor también es compatible con una variedad de hardware, incluyendo el Arduino Mega, lo que hace que sea una buena opción para el desarrollo de aplicaciones móviles para el prototipo.

La aplicación móvil tiene tres modos de funcionamiento:

- **Modo libre:** En este modo, el usuario puede manipular el prototipo sin necesidad de usar la aplicación móvil.
- **Modo de aprendizaje:** En este modo, el usuario puede aprender sobre diferentes continentes, países y provincias. La aplicación proporciona información sobre el origen del nombre, la historia, la geografía y la demografía de cada entidad.
- **Modo de evaluación:** En este modo, el usuario puede ser evaluado por sus conocimientos sobre diferentes continentes, países y provincias. La aplicación proporciona preguntas sobre estos temas, y el usuario debe responder correctamente a las preguntas para obtener una buena puntuación.
- **Información:** Esta opción nos dará a conocer los datos del desarrollador de la aplicación, en conjunto con el director del proyecto y la institución a la que pertenece.

3.5.1. Páginas de Inicio de la aplicación móvil

Como primera instancia tenemos en la página principal el despliegue de la ventana donde se puede observar el logo de la universidad como se muestra en la Figura 26 dando a conocer que

la aplicación fue desarrollada por un estudiante de la universidad, al momento de abrir la aplicación comienza el conteo de un temporizador de 2 segundos en las cuales se visualizará dicha pantalla.

Figura 26:

Pantalla de inicio



Nota. Autoría propia.

Una vez culminado el temporizador nos aparecerá en menú principal en donde se desplegarán cuatro alternativas para escoger entre estas están el modo libre, el modo aprendizaje, el modo de evaluación y un botón de información como se muestra en la Figura 27. Esta ventana fue diseñada con un entorno amigable para el usuario ya que está destinada a la enseñanza de niños no videntes con la supervisión de un docente capaz de utilizar esta aplicación, se seleccionaron colores llamativos y botones amigables a la vista por solicitud del usuario.

Figura 27:*Ventana de Menú principal*

Nota. Autoría propia.

3.5.2. Páginas de Modo de Funcionamiento

Dentro de esta sección se presentan interfaces o ventanas las cuales nos permite realizar diferentes modos de funcionamiento ya que cada modo de funcionamiento tiene una diferente interfaz y tipo de funcionamiento.

3.5.2.1. Modo Libre

Dentro de este modo nos aparece una ventana que nos tiene un mensaje de autorización para el uso del prototipo de forma libre como se muestra en la Figura 28, esto permite a los usuarios explorar el prototipo a su propio ritmo. Los usuarios pueden seleccionar entre diferentes modos, como continentes, países de América o provincias del Ecuador. Este modo permite a los usuarios analizar las dimensiones y la ubicación de cada parte del prototipo. Al presionar un botón o pulsador, se emitirá un audio con la descripción de qué botón se está presionando. Esto permite a los usuarios tener una idea más didáctica de las partes del prototipo.

Figura 28:

Ventana del modo libre



Puedes utilizar el
módulo de Geografía,
y explorar sus
funciones.



Nota. Autoría propia

3.5.2.2. Modo Aprendizaje

Dentro de este modo de funcionamiento tendremos un submenú que se puede visualizar en la Figura 29 el cual nos permite seleccionar las diferentes secciones que contiene el libro didáctico, entre éstas tenemos continentes, países de América y provincias del Ecuador.

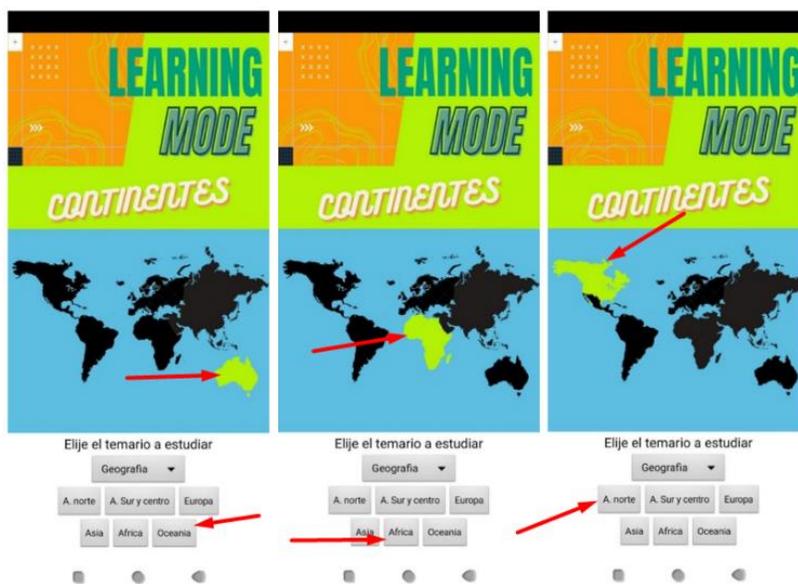
Figura 29:

Ventana de Modo Aprendizaje.



Nota. Autoría propia

- **Continentes:** Al seleccionar la sección de continentes, como se muestra en la Figura 30 se despliega una lista completa de los cinco continentes habitados en nuestro planeta: África, América, Asia, Europa y Oceanía. Cada continente se presenta con una breve descripción y un temario para estudiar entre estos se tiene la toponimia, historia, geografía y demografía.

Figura 30:*Ventana Continentes.**Nota.* Autoría propia

- **Países de América:** En la sección de países de América, como se muestra en la Figura 31 se nos presenta un desglose de las naciones que conforman este vasto continente. Desde Canadá hasta Argentina, pasando por Estados Unidos, Brasil, México y muchos otros, cada uno de los países presenta con una breve descripción y un temario para estudiar entre estos se tiene la toponimia, historia, geografía y demografía. Además, tiene 2 botones los cuales nos permitirán tener control de audio tanto para seleccionarlo como detenerlo.

Figura 31:

Ventana de Países de América.



Nota. Autoría propia

- **Provincias del Ecuador:** Al seleccionar la sección de provincias del Ecuador, como se muestra en la Figura 32 nos presenta un mapa interactivo del país con todas sus provincias claramente señaladas. Al hacer clic en un temario para estudiar entre estos se tiene la toponimia, historia, geografía y demografía. Además, tiene 2 botones los cuales nos permitirán tener control de audio tanto para seleccionarlo como detenerlo.

Figura 32:

Ventana Provincias del Ecuador.



Nota. Autoría propia

3.5.2.3. Modo Evaluación

Dentro del modo de evaluación vamos a obtener como se muestra en la Figura 33, un submenú el cual contendrá 2 modos que nos servirán para evaluar al estudiante de forma práctica y oral.

- El modo oral utiliza una encuesta hecha en la plataforma de Microsoft Forms. El software de MIT App Inventor permite conectar estas dos plataformas e interactuar entre sí.
- El modo de prueba práctica utiliza la tecnología Bluetooth para conectar el libro didáctico al dispositivo del estudiante. Esto permite que el estudiante responda a las preguntas del dispositivo didáctico.

Figura 33:

Modo Evaluación



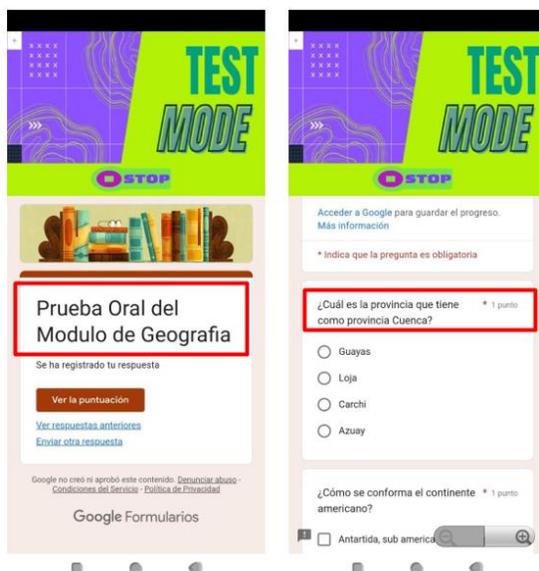
Nota. Autoría propia

- **Evaluación Oral:** Dentro de la evaluación oral tenemos que es una prueba en la que los estudiantes son evaluados a través de la comunicación oral esto incluye tanto preguntas como respuestas ya que son preguntas de opción múltiple, las evaluaciones orales son una herramienta útil para evaluar los conocimientos y habilidades de los estudiantes y también pueden ser una forma de involucrar a las estudiantes y hacer que el aprendizaje sea más atractivo y didáctico. Hacer evaluaciones orales pueden ser particularmente útiles para niños no videntes ya que les permite demostrar sus conocimientos y habilidades de una manera que es más cómoda para ellos. A continuación, como se muestra en la Figura 34 tenemos algunos consejos para realizar evaluaciones orales con niños no videntes:
 - Asegúrate de que el entorno sea cómodo y accesible para el niño.
 - Habla con claridad y lentamente.

- Usa un lenguaje sencillo y evita el uso de jerga o términos técnicos.
- Haz preguntas abiertas que requieran que el niño piense y reflexione.
- Dale al niño tiempo para responder a las preguntas.
- Sé paciente y comprensivo.

Figura 34:

Evaluación Oral



Nota. Autoría propia

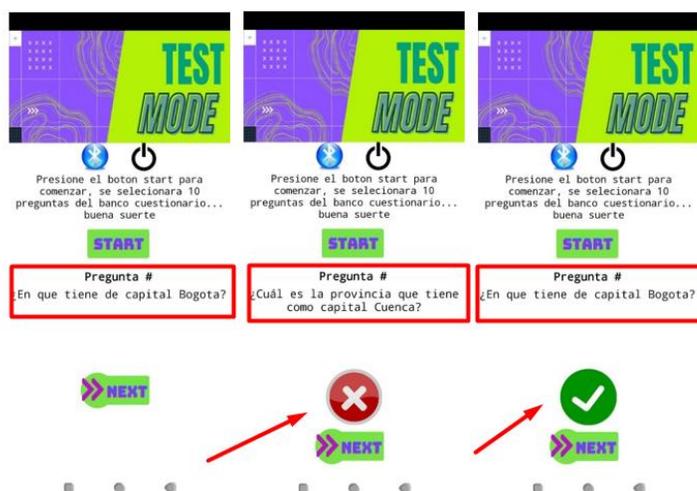
- **Evaluación práctica:** Una evaluación práctica con dispositivo didáctico es una prueba en la que los estudiantes son evaluados a través de la manipulación de un dispositivo didáctico. Esto incluye una aplicación móvil la cual da lectura de las preguntas y el estudiante la responde en el dispositivo didáctico. Las evaluaciones prácticas con dispositivo didáctico son una herramienta útil para evaluar las habilidades y conocimientos de los estudiantes, y también pueden ser una forma de involucrar a los estudiantes y hacer que el aprendizaje sea más atractivo. Pueden

ser particularmente útiles para los niños no videntes, ya que les permiten demostrar sus habilidades y conocimientos de una manera que es más cómoda para ellos. Las evaluaciones prácticas con dispositivo didáctico también pueden ayudar a los niños no videntes a desarrollar sus habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas. A continuación, como se muestra en la Figura 35 tenemos algunos consejos para realizar evaluaciones prácticas con niños no videntes:

- Asegúrate de que el dispositivo didáctico sea accesible para el niño.
- Explica al niño cómo usar el dispositivo didáctico.
- Dale al niño tiempo para explorar el dispositivo didáctico y aprender cómo usarlo.
- Haz preguntas al niño sobre cómo usar el dispositivo didáctico.
- Anima al niño a resolver problemas y hacer experimentos con el dispositivo didáctico.

Figura 35:

Evaluación Práctica



Nota. Autoría propia

3.6. Desarrollo del prototipo

Para desarrollar el prototipo, es necesario integrar todos los componentes del sistema que se seleccionaron en la sección 3.3. del documento. Estos componentes incluyen:

- Un codificador o encoder, que permite al usuario navegar por el prototipo o libro didáctico usando el mando.
- Un módulo Bluetooth, que permite la comunicación inalámbrica entre el libro didáctico y la aplicación móvil.
- Un módulo MP3, que permite almacenar y reproducir los audios de cada parte del mecanismo.

3.6.1. Diagrama de flujo de la programación del prototipo

Dentro de la programación para el funcionamiento del prototipo primero debe considerar Para que el prototipo funcione, primero debe establecer conexiones con los módulos Bluetooth y MP3. Una vez que las conexiones se establecen con éxito, el sistema comienza a leer el codificador para determinar el estado del dispositivo. El codificador se utiliza para seleccionar el modo de funcionamiento del dispositivo.

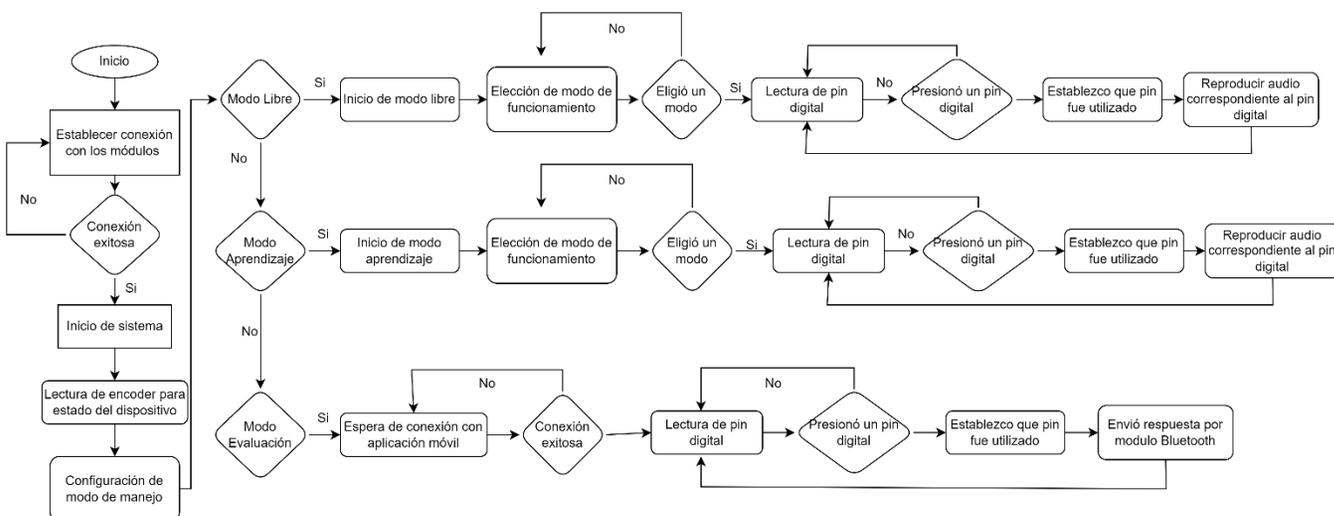
Una vez que se selecciona el modo de funcionamiento, el sistema comienza a leer los pines digitales. Cuando se presiona un pin digital, el sistema reconoce qué pin se ha seleccionado y envía una señal al módulo MP3 para que reproduzca el audio correspondiente. Este proceso se repite tantas veces como sea necesario.

Para el modo de evaluación, el sistema establece una conexión con la aplicación móvil a través del módulo Bluetooth. Una vez que la conexión se establece con éxito, el sistema comienza a leer los pines digitales. El sistema también reconoce qué pin se ha seleccionado y envía la

respuesta a la aplicación móvil para que se compare con la respuesta correcta. A continuación en la Figura 36 el diagrama de programación del prototipo cada una de las fases del funcionamiento.

Figura 36:

Diagrama de la programación del prototipo



Nota. En la figura se puede observar el diagrama de la programación para el funcionamiento del prototipo. Autoría propia

3.6.2. Diseño de los componentes de alto relieve.

Para diseñar los componentes de alto relieve, se tomó como base un dibujo de las partes, ya sean continentes, países de América o provincias del Ecuador. Una vez que se tiene el dibujo base, se procede a modelarlo en 3D. Esto implica darle grosor y dejar espacio para la estructura del botón donde se conectará el mecanismo.

El proceso de modelado 3D se realiza utilizando un software que en este caso es SolidWorks. Este software permite crear modelos 3D de objetos a partir de dibujos 2D. El proceso de modelado 3D implica crear una malla de puntos que representa la superficie del objeto. La malla se puede crear manualmente o utilizando algoritmos automáticos.

Una vez que se ha creado el modelo 3D, se puede exportar a un formato de archivo que puede ser utilizado por una impresora 3D. La impresora 3D utiliza el modelo 3D para crear una pieza física del objeto.

- **Modelo de América:** Al momento de revisar el modelo del continente de América como se muestra en la Figura 37 se debe tomar varios aspectos uno de estos es el tamaño del país que se quiere modelar debido a que gracias a la forma del continente existen países o islas que por su tamaño son difíciles de imprimir por lo que se consideró en mío los países más pequeños en un solo pulsador sin excluir su importancia de cada uno de estos países dentro de la programación se tiene en consideración cada uno de estos países.

Figura 37:

Modelo de América en 3D



Nota. Autoría propia

- **Modelo Ecuador:** Al momento de realizar el modelo el país de América de igual forma que el anterior modelo como se muestra en la Figura 38 se toma en consideración el tamaño de las piezas como viene siendo los galápagos, por lo que se consideró se llevó a cabo la unión de todas las islas en una sola pieza haciendo uso de un solo mecanismo. También gracias a la recomendación de la ANVI. Para la impresión de las piezas se tomó a considerar diferentes texturas en la parte superior para que con esto se puede distinguir al momento de explorar el dispositivo con el tacto.

Figura 38:

Modelo Ecuador en 3D



Nota. Autoría propia

- **Modelado Continentes:** Al momento de realizar el modelo de los continentes del mundo, cómo se muestra en la Figura 39 se tiene el mismo problema que los anteriores modelos, y se solucionó dividiendo el continente de América en 2 mecanismos independientes, el primer mecanismo constará de América del Norte y América Central, y el segundo mecanismo se encargará de América del Sur.

Figura 39:*Modelo Continentes en 3D*

Nota. Autoría propia

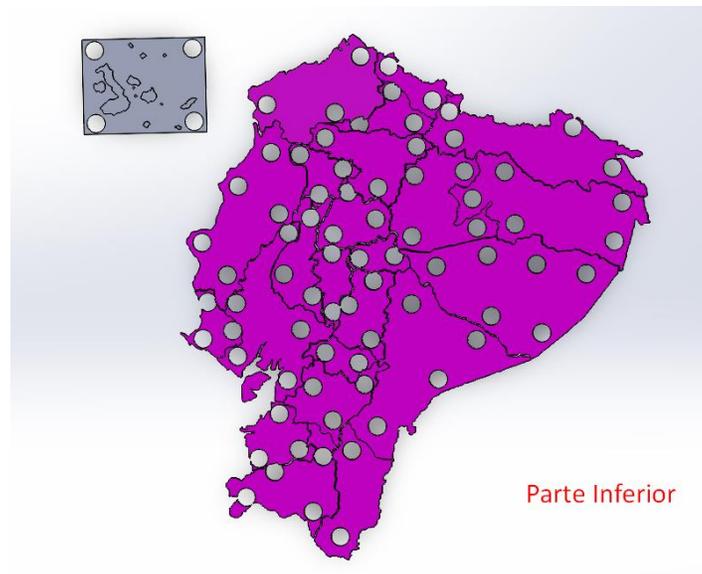
3.6.2.1. Diseño de la estructura del mecanismo

Una vez ya hecho el modelado de las partes se procede a realizar el modelado de la estructura del mecanismo, esto nos ayudará a acoplar el pulsador con la estructura del mecanismo, y así asegurar que su funcionamiento sea óptimo.

- **Parte inferior:** El diseño de la parte inferior del mecanismo como se muestra en la Figura 40 tiene algunos requerimientos entre estos está tener una base lisa en la cual se colocará la base del pulsador, y a su vez contar con un sistema de columnas las cuales servirán para que sostengan el mecanismo del pulsador y pueda realizar correctamente su funcionamiento que es el de subir y bajar sin ningún tipo de obstáculos.

Figura 40:

Estructura parte inferior del mecanismo en 3D

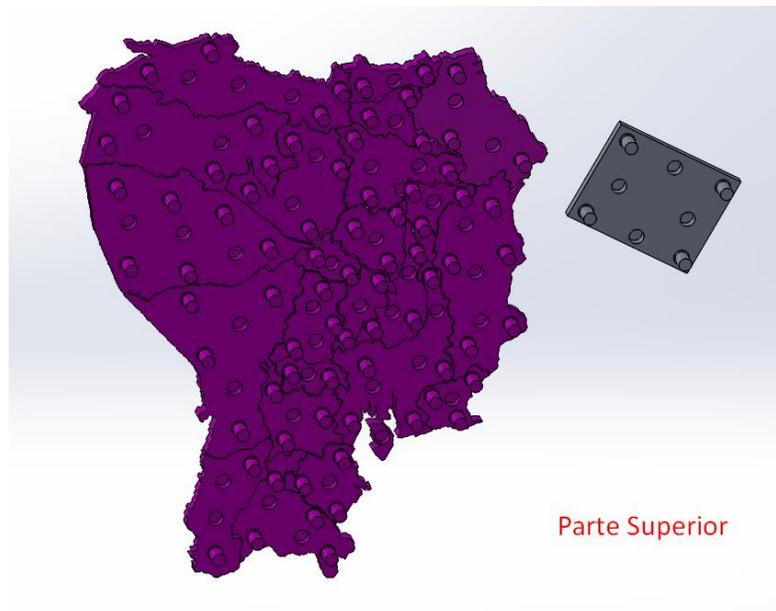


Nota. Autoría propia

- **Parte Superior:** El diseño de la parte superior del mecanismo como se muestra en la Figura 41 teniendo en cuenta los mismos requerimientos sumado con un compartimiento en el que se acoplará la cabeza del pulsador, y a su vez contar con un sistema de columnas las cuales servirán para que sostengan el mecanismo del pulsador y pueda realizar correctamente su funcionamiento que es el de subir y bajar sin ningún tipo de obstáculos.

Figura 41:

Estructura parte superior del mecanismo en 3D



Nota. Autoría propia

- **Mecanismo Armado:** Una vez ya impreso todo el mecanismo se procede a realizar el armado del mecanismo en el que se toma como carcasa láminas de MDF, que como sus siglas lo indican es un tablero de fibra de densidad media y a su vez liviana para así facilitar la movilidad del dispositivo, como se muestra en la Figura 42, se debe de colocar cada una de las piezas del mecanismo con todo y pulsador para así comenzar a hacer las conexiones del circuito.

Figura 42:

Mecanismo impreso en 3D



Nota. Autoría propia

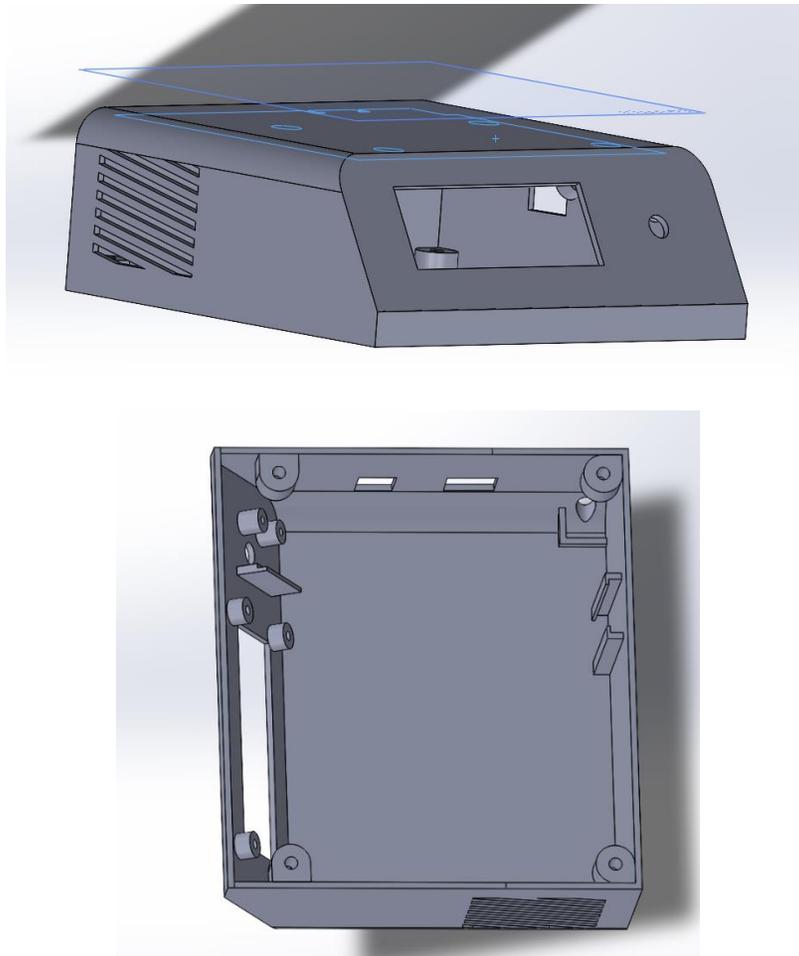
3.6.3. Diseño de carcasa para mando del prototipo.

El diseño de una carcasa para un proyecto de electrónica es una parte importante del proceso de desarrollo. La carcasa debe ser capaz de proteger los componentes electrónicos del daño, y también debe ser fácil de usar.

En este caso, la carcasa debe ser capaz de acomodar una pantalla LCD, un Arduino Mega, un módulo Bluetooth y un módulo MP3. La pantalla LCD 16x2, y el Arduino Mega debe tener suficiente espacio para los pines y los conectores. El módulo Bluetooth debe estar ubicado de manera que pueda conectarse fácilmente a un dispositivo móvil, y el módulo MP3 debe estar ubicado de manera que pueda reproducir audio. Como se muestra en la Figura 43 se tiene un ejemplo de como debe ser la distribución de componentes dentro de la carcasa.

Figura 43:

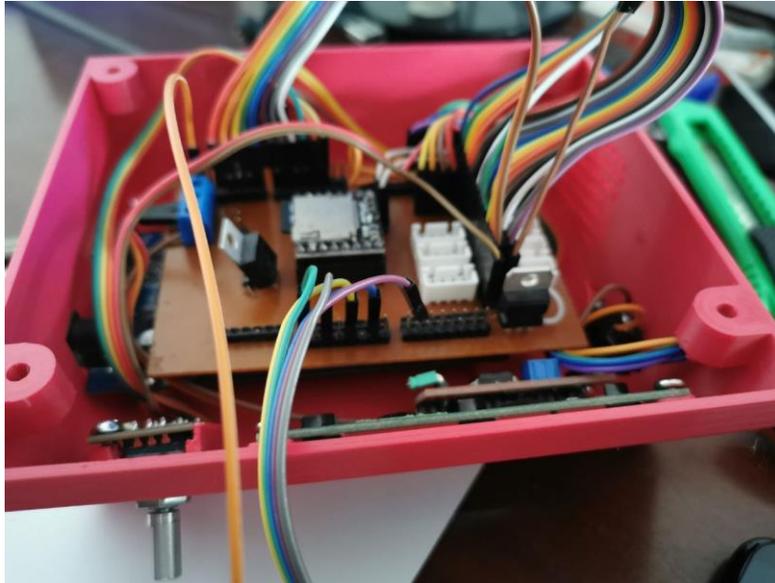
Modelo de carcasa superior en 3D



Nota. Autoría propia

Una vez impreso la carcasa como se muestra en la Figura 44 se debe comprobar que todos los componentes se encuentran bien distribuidos dentro de la carcasa y también dejando espacio para tener una compuerta de ventilación ya que los componentes tienden a calentarse cuando el dispositivo lleva mucho tiempo encendido.

Se escogió el material de PETG debido a sus características de adaptación y resistencia, ya que como se dijo anteriormente los componentes se calientan, por lo que debe poder resistir esas temperaturas sin sufrir algún tipo de deformación.

Figura 44:*Armado de Carcasa*

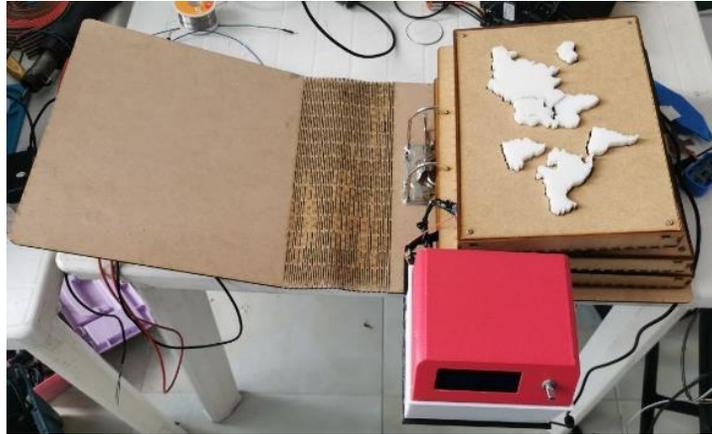
Nota. Autoría propia

3.6.4. Armado del Prototipo

El armado de un prototipo como se muestra en la Figura 45 se necesitó de ciertos factores como son de la portada, la cual fue diseñado para contener todas las secciones del dispositivo, la cual está hecha de material MDF la cual esto es suficientemente resistente para soportar todo el peso el prototipo, también consta qué bisagras las cuáles ayudan al movimiento y fluidez de las páginas del dispositivo, por último cuenta con un espacio para colocar el mando el cual nos sirve para manipular los menús e interactuar con el dispositivo.

Figura 45:

Vista superior del prototipo



Nota. Autoría propia

De igual forma como se puede observar en la *Figura 46* se tiene una vista lateral en la que se visualiza como está sostenido el mando del prototipo a la portada del libro y el sistema de bisagras que sujetan las páginas.

Figura 46:

Vista lateral del prototipo



Nota. Autoría propia

Capítulo IV

Implementación y Pruebas del Sistema

En este capítulo se complementa la integración de bloques y verificación del sistema donde se comprenderá la descripción paso a paso de la implementación del dispositivo y la aplicación móvil, con las respectivas pruebas de funcionamiento y los resultados obtenidos en el proceso.

A continuación, en la Tabla 16 se presenta el cronograma de actividades para las pruebas del proyecto:

Tabla 16:

Cronograma de Pruebas

Cronograma de Pruebas			
Tipo de Prueba	Ubicación de la Prueba	Resultado Esperado	Duración
Prueba Técnica	Entorno controlado	Verificación y validación de componentes electrónicos, la interfaz, las conexiones, la comunicación y la aplicación móvil.	2 días, 12 y 13 de junio de 2023
Prueba de diagnóstico	Aulas de la ANVI	Obtener una imagen inicial y objetiva del nivel de conocimiento y comprensión de los estudiantes.	1 día, 21 de junio de 2023
Prueba de campo (Semana 1)	Aulas de la ANVI	Obtener conocimiento para la manipulación total del prototipo.	2 días, 26 y 28 de junio de 2023
Prueba de campo (Semana 2)	Aulas de la ANVI	Obtener conocimiento pleno del primer tópico que es Continentes.	2 días, 3 y 5 de julio de 2023
Prueba de campo (Semana 3)	Aulas de la ANVI	Obtener conocimiento pleno del primer tópico que es Países de América.	2 días, 10 y 12 de julio de 2023

Prueba de campo (Semana 4)	Aulas de la ANVI	Obtener conocimiento pleno del primer t3pico que es Provincias del Ecuador.	2 d3as, 17 y 19 de julio de 2023
Prueba de campo (Semana 5)	Aulas de la ANVI	Examen final para saber el estado actual del conocimiento de los estudiantes.	1 d3a, 24 de julio de 2023

Nota. En la tabla se puede observar el cronograma de pruebas. Autor3a propia.

Se ha asignado un per3odo de una semana para las pruebas t3cnicas, con el objetivo de evaluar el funcionamiento y la integridad del sistema. Las pruebas de diagn3stico tambi3n contar3n con una semana para identificar posibles problemas antes de las pruebas de campo.

Las pruebas de campo se extender3n por un per3odo de cinco semanas para priorizar la obtenci3n de datos relevantes y asegurar la efectividad y fiabilidad del sistema. Se ha previsto un tiempo adecuado para realizar ajustes o mejoras en caso de ser necesario.

Es importante respetar el cronograma establecido para cumplir con los objetivos del proyecto y garantizar su correcto desarrollo. Las fechas indicadas son tentativas y estar3n sujetas a modificaciones seg3n las necesidades y el progreso del proyecto.

4.1. Pruebas t3cnicas

En la fase de Implementaci3n y Pruebas del sistema, se llev3 a cabo un exhaustivo proceso de pruebas t3cnicas para evaluar el funcionamiento y la integridad del sistema. Estas pruebas se enfocaron en la verificaci3n y validaci3n de componentes electr3nicos, la interfaz, las conexiones, la comunicaci3n y la aplicaci3n m3vil. Con un enfoque riguroso, se realizaron pruebas detalladas para garantizar que cada aspecto t3cnico cumpliera con los requisitos y est3ndares establecidos. El objetivo principal de las pruebas t3cnicas fue asegurar la fiabilidad, estabilidad y funcionalidad 3ptima del sistema antes de su implementaci3n y uso en un entorno real.

4.1.1. Pruebas modulares

Durante las pruebas de conectividad, se siguieron rigurosamente los diagramas de conexiones electrónicas para establecer las conexiones adecuadas entre los dispositivos. Se examinaron minuciosamente los diferentes pines de alimentación y comunicación, asegurándose de que cada uno estuviera funcionando correctamente. Estas pruebas permitieron verificar la integridad y la estabilidad de la comunicación entre los dispositivos, garantizando una transmisión de datos fluida y una interacción efectiva. La Tabla 17 de conexiones proporcionó una visión clara y detallada del estado de cada pin, lo que facilitó la identificación y se tomó como solución por la cantidad de conexiones construir un shield PCB que se observa en la Figura, para disminuir el flujo de conexiones.

Tabla 17:

Tabla de conexiones

Módulos	Pines Modular	Pines	Ruta
DFPLAYER	vcc	5v	Regulador
	gnd	gnd	Arduino
	tx	rx Serial 2	Arduino
	rx	tx Serial 2	Arduino
	L	L	Salida de audio
	R	R	Salida de audio
Bluetooth HC06	vcc	5v	Arduino
	gnd	gnd	Arduino
	tx	rx Serial 1	Arduino
	rx	tx Serial 1	Arduino
Pantalla LCD I2C 16x2	vcc	5v	Regulador
	gnd	gnd	Arduino
	SCL	SCL	Arduino
	SDA	SDA	Arduino

Botones	2-53	Arduino
	A0-A5	Arduino

Nota. En la tabla se puede observar las conexiones que se realizaron con su respectiva ruta. Autoría propia.

Por consiguiente, después de establecer y revisar las conexiones se analizó el funcionamiento de cada módulo, con ayuda del IDE arduino.

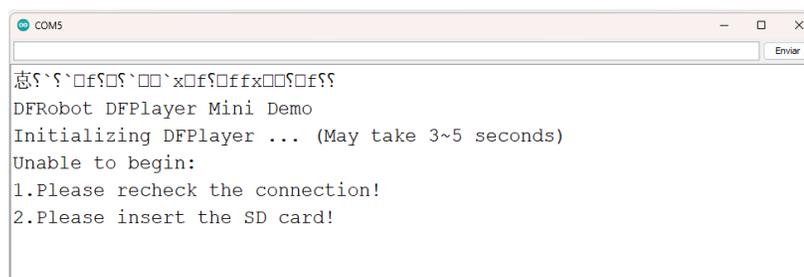
4.1.1.1. Modulo Mp3

Tomando punto de partida debemos tener en cuenta que este módulo consume de carga 1 amperio, por lo cual se estableció un regulador que distribuya esta corriente necesaria para el correcto funcionamiento, caso contrario si se le conectaba directamente a los 5 voltios que proporciona el arduino, no sería suficiente, teniendo efectos de reinicio en el microcontrolador.

En este módulo mp3, para pruebas de funcionamiento a nivel de software se utilizó un algoritmo que está expuesto en el Anexo 5C que comprueba la conectividad por el Serial2 del arduino, a través del serial de monitoreo, en este establece los siguientes mensajes obtenidos en pantalla. A continuación, como se muestra en la Figura 47 se tiene las pruebas del monitor serial.

Figura 47:

Prueba del monitor serial en el caso de tener un problema de conectividad



```

COM5
DFRobot DFPlayer Mini Demo
Initializing DFPlayer ... (May take 3~5 seconds)
Unable to begin:
1.Please recheck the connection!
2.Please insert the SD card!

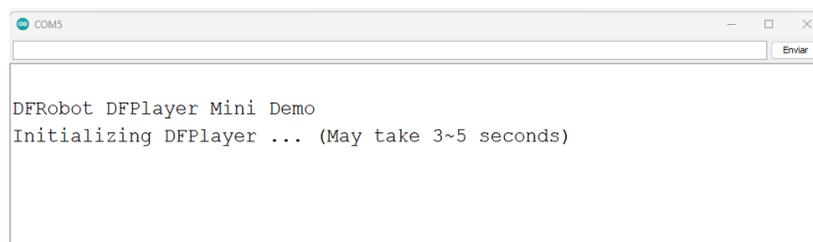
```

Nota. En la figura se puede observar si existe alguna falla en la conectividad o daño en la memoria. Autoría propia.

En la Figura 48 se puede observar un mensaje del Serial Monitor donde indica alguna falla de conectividad o incluso si existe algún tipo de daño en la memoria SD, en el caso que las conexiones estén verificadas, que fue este caso se obtuvo el siguiente mensaje expuesto en la figura.

Figura 48:

Prueba monitor Serial de conectividad en el caso que si este funcionando correctamente

A screenshot of a Serial Monitor window titled 'COM5'. The window contains the following text: 'DFRobot DFPlayer Mini Demo' followed by 'Initializing DFPlayer ... (May take 3~5 seconds)'. There is an 'Enviar' button in the top right corner of the window.

```
COM5
DFRobot DFPlayer Mini Demo
Initializing DFPlayer ... (May take 3~5 seconds)
```

Nota. En la figura se puede observar el estado establecido de conectividad. Autoría propia.

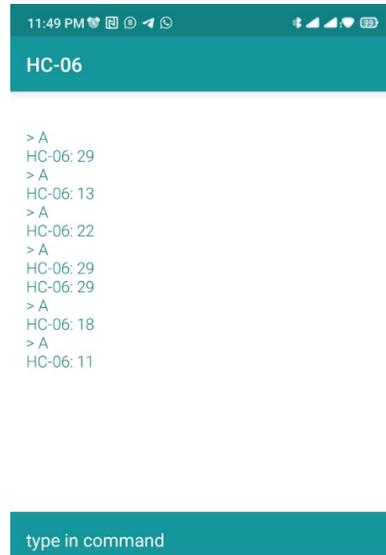
En conclusión, quedo establecida la conectividad y la comunicación con el módulo, obteniendo la seguridad de su funcionamiento.

4.1.1.2. Modulo Bluetooth

En el caso del Bluetooth que tiene la comunicación con el Seiral1 del arduino mega, se establece una alimentación de 1 amperio distribuida para este módulo y la pantalla lcd I2C de 16x2, como se muestra en la Figura 49 por el mismo hecho de proporcionar la corriente suficiente para el correcto funcionamiento de este módulo de comunicación bluetooth.

Figura 49:

Comunicación Serial monitoreada por la App Móvil Arduino Bluetooth



Nota. En la figura se puede observar la comunicación entre la App Móvil Arduino Bluetooth. Autoría propia.

Para verificar el funcionamiento se establece un algoritmo que envía o recibe datos (Anexo 4B), en ello se estableció con el monitor serial y una app Móvil (Figura 50) de uso gratuito llamada Arduino bluetooth, en cual se observa tanto los elementos de envío como de recepción como se puede ver en la siguiente figura.

Figura 50:

Prueba de monitor serial para poder observar el flujo de datos



```

COM5
Dato recibido: A
ECUADOR
A
Dato recibido: A
colombia
CHIMBORAZO
A
Dato recibido: A
CHIMBORAZO
A
Dato recibido: A
CHILE
A
Dato recibido: A
ARGENTINA
  
```

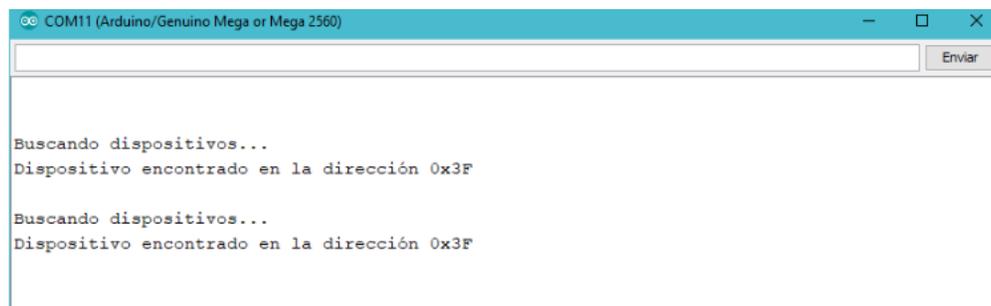
Nota. En la figura se puede observar que los datos son receptados y enviados, garantizando la comunicación. Autoría propia.

4.1.1.3. LCD I2C 16x2

En este caso vale esclarecer el tipo de comunicación que tiene esta pantalla con el protocolo I2C, es necesario tener bien establecidas las conexiones y poder obtener la dirección I2C de su registro, para establecer la conexión del sistema embebido con la pantalla, para ello se establece un algoritmo que ayude a obtener la dirección de registro I2C que está en el Anexo 4B, este al mismo tiempo que encuentra el registro también nos ayuda a establecer la comunicación, asumiendo la optimización del mismo como se observa en la Figura 51.

Figura 51:

Prueba monitor Serial para conexión I2C



```

COM11 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)
Buscando dispositivos...
Dispositivo encontrado en la dirección 0x3F
Buscando dispositivos...
Dispositivo encontrado en la dirección 0x3F
  
```

Nota. En la figura se puede observar la conexión I2C. Autoría propia.

4.1.1.4. Botones

Es sumamente importante hacer esta prueba ya que esto es vital para el proyecto, ya que son las variables de entrada del sistema donde depende la interactividad del alumno con el conocimiento que se quiere impartir, para ello se establece el aviso por Monitor Serial del estado de cada uno de los botones como se ve en la Figura 52.

Figura 52:

Prueba de pulsadores por monitor Serial



Nota. En la figura se puede la prueba de pulsadores por monitor. Autoría propia.

4.1.2. Fuente de alimentación para el prototipo

La selección adecuada de la fuente de alimentación es un aspecto crítico en el desarrollo de nuestro prototipo. Para garantizar un suministro de energía confiable y estable, hemos realizado un análisis exhaustivo de los consumos de cada componente del sistema. A través de una cuidadosa medición y registro de los consumos individuales, se ha elaborado una tabla detallada que muestra los valores correspondientes. Estos datos se han multiplicado por un coeficiente de seguridad para

determinar las características necesarias de la fuente de alimentación, como se muestra en la Tabla 18 asegurando así un funcionamiento óptimo del prototipo.

Tabla 18:

Tabla de consumos para selección de fuente

Modulares	Cantidad	Voltaje	Consumo	Consumo Total
DFPLAYER	1	5	1	1
Bluetooth HC06	1	5	0,03	0,03
Pantalla LCD I2C 16x2	1	5	0,04	0,04
Pines pullup	58	5	0,02	1,16
Total				2,23
Coficiente				1,414213562
Consumo Total				3,153696244

Nota. En la Tabla se puede observar los índices de consumo para la selección de fuente.

Autoría propia.

Como análisis a la Tabla 18, en la cual se expone los consumos por individual de cada modular dando un valor total de 2,23, el cual se lo multiplica por un coeficiente de seguridad de 1,414213562 (aproximadamente la raíz cuadrada de 2) para tener un margen adicional y garantizar la estabilidad y confiabilidad del sistema.

Al multiplicar el consumo total por el coeficiente de seguridad, se obtiene un consumo total de aproximadamente 3,15 amperios.

En base al análisis, se puede concluir que la fuente de alimentación de 4 amperios sería adecuada para el sistema en consideración, ya que cumple con el consumo total requerido (3,15 amperios) y proporciona un margen adicional de seguridad.

4.1.3. Pruebas de interfaz

En esta etapa de pruebas, se enfoca en evaluar la interfaz del usuario diseñada para nuestro proyecto. La interfaz está compuesta por una pantalla LCD de 16x2 I2C, un DF Player Mini MP3

y un encoder giratorio con un pulsador interno, que permite al usuario no videntes seleccionar diferentes opciones de menú de manera intuitiva y sencilla. Estas pruebas se centran en demostrar la facilidad de uso como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y la lógica detrás de la selección de estos componentes para un usuario no vidente, evitando la confusión que puede surgir al utilizar múltiples botones y, en cambio, optando por una interfaz basada en girar y seleccionar.

Figura 53:

Interfaz de interacción con el usuario



Nota. En la Figura se puede observar las pruebas de interfaz de manejo. Autoría propia.

Como resultado se argumenta que el diseño de la interfaz se basa en la idea de proporcionar una experiencia accesible e intuitiva para los usuarios no videntes. Al utilizar la pantalla LCD de 16x2 I2C, podemos mostrar información legible y fácilmente perceptible en texto para tutores videntes. Esto permite que los usuarios obtengan información sobre las opciones disponibles en el menú y realicen selecciones con confianza.

El DF Player Mini MP3 se ha integrado para proporcionar una experiencia auditiva, permitiendo la reproducción de archivos de audio que acompañen la información visual. Esto es

especialmente útil para transmitir información adicional o guiar al usuario a través del menú utilizando señales auditivas claras.

El uso del encoder giratorio con pulsador interno permite una navegación sencilla y directa por el menú. Los usuarios pueden girar el encoder para desplazarse por las opciones y, al presionar el pulsador interno, seleccionar la opción deseada de manera rápida y precisa. Esta elección se basa en evitar la confusión y facilitar la interacción mediante un método físico tangible y fácilmente comprensible.

En conclusión, el dispositivo es de manejo intuitivo amigable al usuario no vidente y tutores videntes.

4.2. Prueba Diagnostica

La prueba diagnóstica es una herramienta clave en el proceso de evaluación educativa, ya que nos permite obtener una imagen inicial y objetiva del nivel de conocimiento y comprensión de los estudiantes antes de la implementación de una intervención educativa específica. En el contexto de nuestro proyecto, hemos utilizado la prueba diagnóstica para evaluar el conocimiento inicial de un grupo de cinco estudiantes en relación con los conceptos geográficos abordados.

El propósito de la prueba diagnóstica es identificar las fortalezas y debilidades de los estudiantes en relación con los contenidos geográficos específicos que serán abordados a través del sistema interactivo de geografía y las clases subsiguientes. Esto nos permite adaptar y personalizar la intervención educativa de acuerdo con las necesidades individuales de cada estudiante, así como establecer una línea de base para medir el progreso y los logros a lo largo del proceso de aprendizaje.

Durante la prueba diagnóstica, se presentaron preguntas y ejercicios que abarcaron diferentes aspectos geográficos relevantes, como los continentes, países de América y provincias

de Ecuador, esto se evaluó a 5 estudiantes con discapacidad visual, en la Tabla 19 se visualiza los resultados de esta prueba.

Tabla 19:

Tabla de resultados de la prueba diagnóstica.

Contenidos	Estudiantes									
	1		2		3		4		5	
	Preg. Asertivas	%								
Provincias	3	30	5	50	1	10	1	10	2	20
Países americanos	4	40	1	10	2	20	1	20	3	30
Continentes	1	10	2	20	2	20	1	10	3	30
Total	26,66	26,66	16,66	13,33	26,66	26,66	13,33	26,66	26,66	26,66
Promedio General					22 %					

Los resultados obtenidos de esta evaluación inicial revelaron que, en promedio, los estudiantes poseían aproximadamente el 22% de los conocimientos abordados.

La información recopilada a través de la prueba diagnóstica es crucial para orientar la planificación y la implementación de las clases subsiguientes, ya que nos permite identificar los puntos débiles y adaptar el enfoque pedagógico y los contenidos en función de las necesidades específicas de cada estudiante. Además, nos proporciona una base comparativa para evaluar el progreso y el aprendizaje alcanzado al finalizar la intervención educativa.

4.3. Pruebas de campo

En las pruebas de campo se toma a consideración que se desea cumplir con los objetivos planteados en el desarrollo de este proyecto se toma como muestra a los estudiantes de la asociación de no videntes de Imbabura donde se trabajan con niños que tienen discapacidad visual

que van desde los rangos de severa donde tienen dificultades para la lectura y ceguera total donde no pueden percibir la luz estas escalas se pueden visualizar en la sección 2.2.2. donde se habla de las categorías y rangos de la discapacidad visual.

Para realizar las pruebas de campo se toman los datos de los estudiantes los cuales por ser menores de edad no se puede publicar los datos personales y eso puede violar sus derechos de privacidad según la Convención sobre Derechos del Niño, el grupo de participantes es variado, ya que incluye niños y niñas de entre 6 y 10 años de edad los cuales fueron sugeridos por la ANVI. En la Tabla 20 muestra los datos necesarios para realizar las pruebas de campo, como la edad, el grado de discapacidad y el nivel de estudio.

Tabla 20:

Perfil de usuario

Usuario de prueba	Edad	Grado de discapacidad	Nivel de estudio
Estudiante 1	6	Severo	2do de Básica
Estudiante 2	7	Ceguera	3ro de Básica
Estudiante 3	9	Ceguera total	6to de Básica
Estudiante 4	9	Ceguera total	6to de Básica
Estudiante 5	10	Severo	7mo de Básica

Nota. En la Tabla se puede observar los perfiles de usuarios que se tomaron para las pruebas de campo. Autoría propia.

En esta etapa crucial de nuestro proyecto, nos adentramos en las pruebas de campo, las cuales se han diseñado y llevado a cabo de acuerdo con el plan establecido el cual trata de calificar el rendimiento del estudiante en 3 aspectos principales que son pedagógicos, didácticos y de usuario los cuales se detallan en el Anexo 3. Estas pruebas de campo se dividen en tres categorías

principales: pruebas pedagógicas, pruebas didácticas y pruebas de usuario. Su objetivo es evaluar el impacto y la efectividad del sistema en un entorno real como se muestra en la Figura 54, específicamente enfocado en la población no vidente.

Figura 54:

Pruebas de uso con estudiante.



Nota. Autoría propia.

Las pruebas pedagógicas se centran en evaluar cómo el sistema interactivo de geografía, con su enfoque inclusivo y táctil, contribuye al aprendizaje y la comprensión de conceptos geográficos por parte de los usuarios no videntes. A través de actividades pedagógicas específicas, se busca medir la eficacia del sistema en la transferencia de conocimientos y en la mejora de las habilidades geográficas de los usuarios.

Por otro lado, las pruebas didácticas se enfocan en evaluar cómo el sistema brinda información geográfica relevante, como toponimia, historia y economía de los continentes, países de América y provincias de Ecuador, de manera accesible y comprensible para los usuarios no videntes. Estas pruebas buscan medir la efectividad de la presentación de la información, la

claridad de los contenidos y la capacidad del sistema para transmitir conocimientos geográficos de manera efectiva.

Finalmente, las pruebas de usuario se centran en evaluar la experiencia general de los usuarios no videntes al interactuar con el sistema. Se analizará la facilidad de uso, la accesibilidad, la navegación intuitiva y la satisfacción del usuario. La retroalimentación y las observaciones de los usuarios serán recopiladas para identificar posibles mejoras en la usabilidad y la interacción, con el objetivo de garantizar una experiencia enriquecedora y adaptada a las necesidades de la población no vidente.

Durante estas pruebas de campo, hemos implementado un riguroso plan de evaluación establecido en el Anexo 3. Este plan nos ha permitido recopilar datos valiosos y relevantes para evaluar el desempeño del sistema, identificar áreas de mejora y validar la efectividad de nuestra solución de geografía interactiva para usuarios no videntes.

En los siguientes incisos, se presenta los resultados y hallazgos obtenidos de las pruebas de campo, destacando los aspectos pedagógicos, didácticos y de usabilidad evaluados. Utilizando la información recopilada durante estas pruebas, buscaremos mejorar aún más nuestro sistema para garantizar su eficacia y utilidad en el contexto educativo de los usuarios no videntes.

4.3.1. Pruebas Pedagógicas

Las pruebas pedagógicas son un componente fundamental en el ámbito educativo, diseñadas para evaluar y medir el impacto de los métodos y estrategias de enseñanza en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Estas evaluaciones buscan no solo verificar el nivel de conocimiento adquirido, sino también comprender cómo se han abordado los contenidos, el grado de comprensión, y cómo se han desarrollado las habilidades y competencias de los alumnos haciendo pruebas donde los docentes califiquen los resultados como se observa en la *Figura 55*.

Figura 55:*Pruebas Pedagógicas*

Nota. Autoría propia.

Las pruebas pedagógicas tuvieron resultados favorables presentados en la Tabla 21 estas pruebas fueron evaluadas por 2 docentes de la asociación de no videntes .

Tabla 21:*Pruebas Pedagógicas*

Pruebas Pedagógicas		
	Criterio 1: Comprensión de conceptos geográficos	Docente 1 Docente 2
0 puntos:	No se demuestra comprensión de los conceptos geográficos.	
1 punto:	Se evidencia una comprensión básica de algunos conceptos geográficos, pero con errores significativos.	
2 puntos:	Se muestra una comprensión adecuada de la mayoría de los conceptos geográficos, con pocos errores o malentendidos.	
3 puntos:	Se demuestra una comprensión sólida y precisa de los conceptos geográficos, con una articulación clara y coherente de la información.	X X

Criterio 2: Retención de información		Docente 1	Docente 2
0 puntos:	No se retiene ninguna información relevante sobre los contenidos geográficos.		
1 punto:	Se retiene información mínima y hay dificultades para recordar detalles clave.		
2 puntos:	Se retiene la mayoría de la información relevante, pero se presentan algunas omisiones o errores menores.		X
3 puntos:	Se retiene y recuerda de manera precisa y completa la información clave sobre los contenidos geográficos.	X	
Criterio 3: Motivación para el aprendizaje		Docente 1	Docente 2
0 puntos:	No se muestra motivación ni interés en el aprendizaje de los contenidos geográficos.		
1 punto:	Se evidencia una motivación mínima y falta de interés en el aprendizaje.		
2 puntos:	Se muestra una motivación moderada para el aprendizaje, con cierto nivel de interés y compromiso.		
3 puntos:	Se demuestra una alta motivación y entusiasmo por el aprendizaje de los contenidos geográficos, participando activamente en las actividades propuestas.	X	X
Criterio 4: Participación activa		Docente 1	Docente 2
0 puntos:	No se participa activamente en las actividades relacionadas con los contenidos geográficos.		
1 punto:	La participación es mínima y muestra poco compromiso con las actividades propuestas.		
2 puntos:	Se participa de manera adecuada en la mayoría de las actividades, pero con algunas dificultades para involucrarse completamente.		
3 puntos:	Se participa activamente en todas las actividades, contribuyendo de manera significativa y mostrando un alto nivel de compromiso.	X	X

Puntuación total: Suma de los puntos obtenidos en cada criterio	12	11
---	----	----

Nota. En la Tabla se puede observar los resultados de las pruebas pedagógicas. Autoría propia.

En Conclusión, tenemos un prototipo que genera comprensión de los conceptos geográficos, genera una retención óptima de conocimientos con un leve error del 9.09% que fue calculado con la ecuación para el cálculo de error porcentual que puede ser corregido mejorando los audios del modular, además genera motivación ya que es un dispositivo novedoso y tecnológico para los jóvenes estudiantes y por último esto provoca la participación activa de los estudiantes.

Cálculo de error porcentual:

$$\left(\frac{12 - 11}{11}\right) \times 100 = 9.09\%$$

4.3.2. Pruebas Didácticas

En esta etapa de nuestro proyecto, nos centraremos en las pruebas didácticas, las cuales tienen como objetivo evaluar la efectividad de nuestro sistema interactivo de geografía para transmitir información relevante sobre toponimia, historia y economía de los continentes, países de América y provincias de Ecuador a los usuarios no videntes.

Las pruebas didácticas se han diseñado cuidadosamente para evaluar cómo nuestro sistema presenta la información geográfica de manera accesible, clara y comprensible para los usuarios no videntes. Durante estas pruebas, se utilizarán diversos enfoques pedagógicos y metodologías de enseñanza para evaluar la efectividad de la transmisión de conocimientos y la mejora de las habilidades geográficas de los usuarios.

En cada prueba didáctica, se proporcionó a los usuarios no videntes acceso a la información específica sobre cada continente, país de América y provincia de Ecuador. Utilizando la pantalla LCD de 16x2 I2C en el caso de tutores y el encoder giratorio junto con los audios generados del

mp3 player los usuarios no videntes, los usuarios podrán acceder a contenido adaptado en braille o texto grande proporcionado en las páginas, lo que les permitirá explorar y comprender de mejor manera los aspectos geográficos relevantes.

Durante esta prueba, se evaluó la claridad y la estructura de la información presentada, como se muestra en la Tabla 22 la facilidad de navegación entre los diferentes temas y la capacidad del sistema para transmitir los conceptos geográficos de manera efectiva. También se recopilará la retroalimentación de los usuarios para identificar cualquier dificultad o mejora potencial en la presentación de la información.

Tabla 22:

Tabla de pruebas didácticas

Pruebas Didácticas			
Criterio 1: Claridad de las explicaciones		Docente	Alumno
		1	
0	Las explicaciones son confusas y difíciles de comprender.		
puntos:			
1	Las explicaciones son parcialmente claras, pero requieren más detalle y ejemplos para una comprensión completa.		
punto:			
2	Las explicaciones son claras en su mayoría, aunque puede haber algunas áreas donde se requiere mayor claridad.	X	X
puntos:			
3	Las explicaciones son claras, concisas y fáciles de entender, proporcionando una comprensión completa de los conceptos geográficos.		
puntos:			
Criterio 2: Secuencia adecuada de los contenidos		Docente	Alumno
		1	
0	La secuencia de los contenidos es confusa y desorganizada, dificultando la comprensión y la progresión del aprendizaje		
puntos:			

1 punto:	La secuencia de los contenidos es parcialmente adecuada, pero hay algunas interrupciones o saltos que dificultan la progresión lógica del aprendizaje.		
2 puntos:	La secuencia de los contenidos es en su mayoría adecuada, aunque puede haber algunas áreas donde se requiere mayor coherencia y conexión entre los temas.		
3 puntos:	La secuencia de los contenidos es clara, lógica y facilita una progresión natural del aprendizaje, asegurando una comprensión sólida de los conceptos geográficos.	X	X

Criterio 3: Coherencia de las actividades propuestas		Docente	Alumno
		1	
0 puntos:	Las actividades propuestas no están relacionadas con los contenidos geográficos o no promueven una aplicación efectiva de los conceptos.		
1 punto:	Las actividades propuestas tienen una conexión parcial con los contenidos geográficos, pero carecen de coherencia en su estructura y aplicación.		
2 puntos:	Las actividades propuestas están en su mayoría relacionadas con los contenidos geográficos, aunque algunas actividades pueden necesitar mayor claridad en las instrucciones o en la forma de aplicación.		
3 puntos:	Se demuestra una alta motivación y entusiasmo por el aprendizaje de los contenidos geográficos, participando activamente en las actividades propuestas.	X	X
Puntuación total: Suma de los puntos obtenidos en cada criterio (0-9 puntos)		8	8

Nota. En la Tabla se puede observar los resultados de las pruebas didácticas. Autoría propia.

4.3.3. Pruebas de Usuario

En esta sección, se presenta los resultados obtenidos de las pruebas de usuario realizadas en nuestro sistema interactivo de geografía para usuarios no videntes. Estas pruebas se llevaron a cabo con el objetivo de evaluar la experiencia general de los usuarios al interactuar con el sistema, teniendo en cuenta aspectos como la usabilidad, la accesibilidad y la satisfacción del usuario.

Durante las pruebas de usuario, se invitó a dos usuarios no videntes a utilizar el sistema y se recopiló su retroalimentación y observaciones detalladas. Se analizaron aspectos como la facilidad de uso del encoder giratorio y el pulsador interno para la navegación y selección de opciones del menú, la comprensión de la información presentada en la pantalla LCD de 16x2 I2C y la interacción con el DF Player Mini MP3 para la reproducción de archivos de audio.

Los resultados de las pruebas de usuario proporcionan una visión valiosa sobre la eficacia de la interfaz diseñada y su capacidad para satisfacer las necesidades de los usuarios no videntes. Además, nos permiten identificar áreas de mejora y realizar ajustes para optimizar la experiencia del usuario.

Durante las pruebas, se pudo observar la eficiencia y la simplicidad de la interfaz basada en el encoder giratorio y el pulsador interno, lo cual permitió a los usuarios seleccionar opciones de menú de manera intuitiva y precisa. Asimismo, se destacó la importancia de evitar la confusión al minimizar la cantidad de botones y en su lugar, optar por una interacción basada en la rotación y selección.

Figura 56:*Pruebas de Usuario*

Nota. Autoría propia.

La pantalla LCD de 16x2 I2C demostró ser una herramienta efectiva para proporcionar información clara y legible en braille o texto grande. Los usuarios apreciaron poder acceder a datos geográficos relevantes y navegar por los contenidos de manera accesible y comprensible como se muestra en la Tabla 23

Además, la capacidad del DF Player Mini MP3 para reproducir archivos de audio complementó la experiencia, brindando información adicional y señales auditivas claras para guiar a los usuarios a través del sistema.

Tabla 23:*Tabla de resultados pruebas de usuario*

Pruebas Usuario		
	Criterio 1: Usabilidad del libro didáctico	Alumno 1 Alumno 2
0 puntos:	La navegación y la interacción con el libro didáctico son confusas y difíciles de entender.	

1 punto:	La navegación y la interacción con el libro didáctico son parcialmente claras, pero requieren mejoras para una experiencia más intuitiva.		
2 puntos:	La navegación y la interacción con el libro didáctico son en su mayoría claras y fáciles de entender, aunque algunas áreas pueden necesitar mayor claridad.	X	X
3 puntos:	La navegación y la interacción con el libro didáctico son claras, intuitivas y brindan una experiencia de usuario fluida y satisfactoria.		
Criterio 2: Accesibilidad del libro didáctico		Alumno 1	Alumno 2
0 puntos:	El libro didáctico no cumple con los estándares de accesibilidad, dificultando el acceso para personas con discapacidades visuales u otras limitaciones.		
1 punto:	La accesibilidad del libro didáctico es parcialmente satisfactoria, pero se requieren mejoras significativas para garantizar una experiencia inclusiva para todos los usuarios.		
2 puntos:	El libro didáctico es en su mayoría accesible, pero algunas áreas pueden requerir ajustes adicionales para mejorar la experiencia de usuarios con discapacidades visuales u otras limitaciones.	X	X
3 puntos:	El libro didáctico cumple con los estándares de accesibilidad, proporcionando una experiencia inclusiva y accesible para todos los usuarios.		
Criterio 3: Efectividad de las características y funcionalidades		Alumno 1	Alumno 2
0 puntos:	Las características y funcionalidades del libro didáctico son ineficaces y no cumplen con su propósito.		
1 punto:	Algunas características y funcionalidades del libro didáctico son parcialmente efectivas, pero requieren mejoras para brindar un valor significativo a los usuarios.		

	La mayoría de las características y funcionalidades		
2 puntos:	del libro didáctico son efectivas, aunque algunas áreas pueden requerir ajustes o mejoras para una experiencia más completa.		
3 puntos:	Las características y funcionalidades del libro didáctico son efectivas y brindan un valor significativo a los usuarios, mejorando su experiencia de aprendizaje.	X	X
Puntuación total: Suma de los puntos obtenidos en cada criterio (0-9 puntos)		7	7

Nota. Autoría propia.

Como conclusión de esta prueba, podemos esclarecer que el módulo cumple con su funcionalidad, aun que es preciso mencionar que hace falta reforzar ciertas guías del módulo, para crear independencia en los estudiantes al manejar este módulo, lo cual se aconseja para trabajos futuros poder reforzar este modular con comandos de voz para una iteración mucho más sencilla.

4.4. Análisis comparativo de evaluación

La evaluación se llevo a cabo en un periodo de 5 semanas las cuales se decidió por recomendación de la ANVI, ya que ellos tienen una larga experiencia en la enseñanza y metodologías de educación a niños no videntes y se llegó a la conclusión de que con el periodo de 5 semanas es suficiente para abarcar las temáticas seleccionadas para el prototipo didáctico de geografía.

Después de cinco semanas de clases utilizando el sistema interactivo de geografía y los recursos didácticos asociados, se llevó a cabo una prueba de validación de conocimiento con el objetivo de evaluar el progreso y el aprendizaje de los estudiantes. Esta prueba final tuvo en cuenta los conocimientos administrados durante las clases y buscó medir la asimilación y retención de los conceptos geográficos por parte de los estudiantes.

La prueba de validación de conocimiento consistió en una serie de preguntas y ejercicios que abarcaban los contenidos geográficos tratados a lo largo de las cinco semanas como se muestra en la Tabla 24. Estas preguntas se diseñaron para evaluar tanto el conocimiento factual como la comprensión de los conceptos y su aplicación en diferentes situaciones.

Tabla 24:

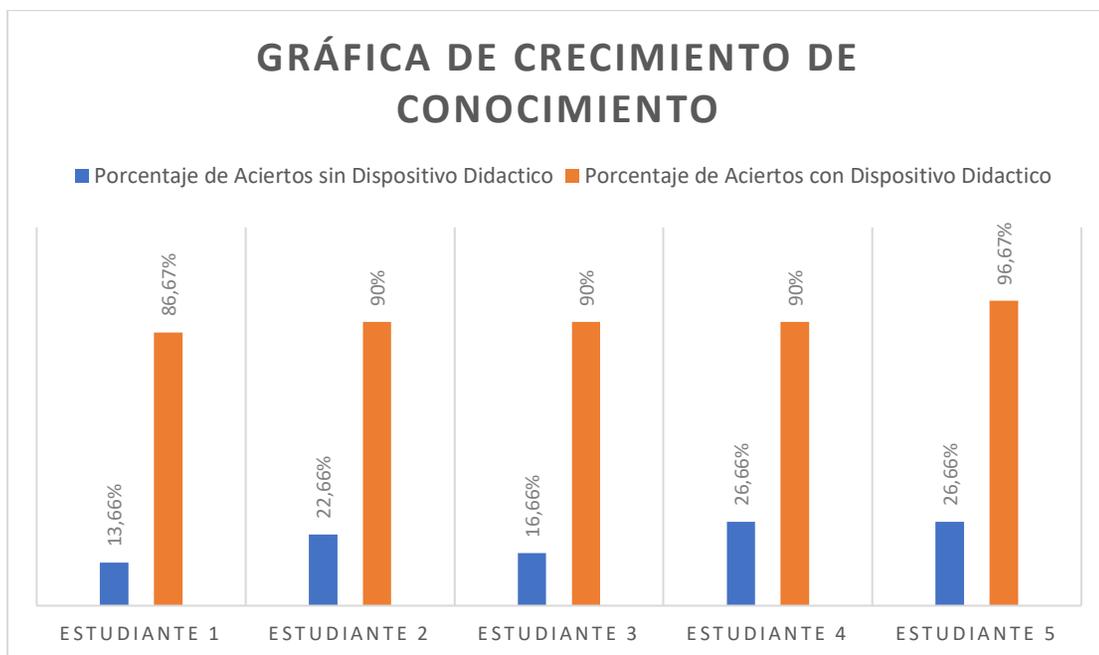
Resultados de la prueba final después de las 5 semanas de uso del módulo

Estudiantes											
Contenidos	1		2		3		4		5		
	Preg.	%									
	Aceritvas		Aceritvas		Aceritvas		Aceritvas		Aceritvas		
Provincias	9	90	8	80	10	100	9	90	9	90	
Países americanos	9	90	9	90	8	80	9	90	10	100	
Continentes	9	90	10	100	9	90	8	80	10	100	
	Total	90,00	Total	90,00	Total	90,00	Total	86,67	Total	96,67	
Promedio General					90,67		%				

Nota. Autoría propia.

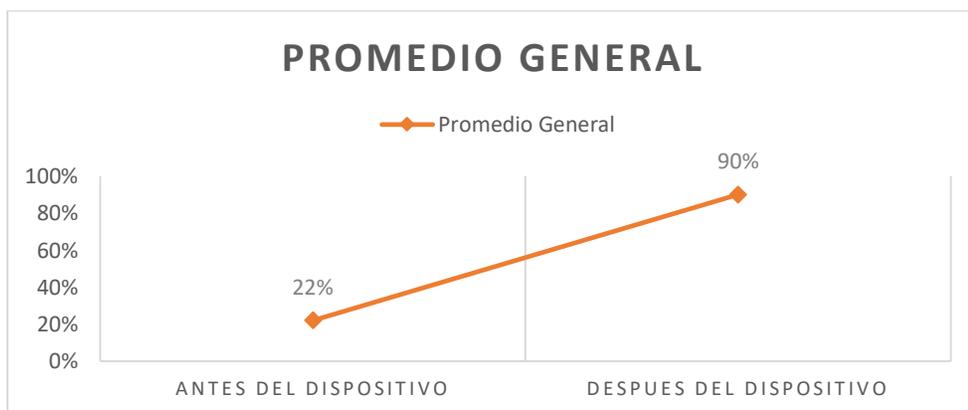
Los resultados de la prueba de validación de conocimiento expuestos en la Tabla 24 fueron altamente alentadores. En promedio, los estudiantes obtuvieron un impresionante 90.67% de aciertos en la evaluación final. Este alto porcentaje de respuestas correctas refleja el notable progreso y el sólido aprendizaje logrado durante el período de intervención educativa.

Este análisis nos muestra que el uso del sistema interactivo de geografía y las clases regulares ha sido altamente efectivo en mejorar el aprendizaje y la comprensión de los conceptos geográficos por parte de los estudiantes no videntes. El incremento del conocimiento del 22% al 90.67% en tan solo cinco semanas como se muestra en la *Figura 57* demuestra la efectividad de la metodología empleada y la adecuación de los recursos didácticos utilizados.

Figura 57:*Datos estadísticos de las Pruebas*

Nota. Autoría propia.

De igual manera haciendo un promedio general de las calificaciones obtenidas por los estudiantes se obtuvo los siguientes datos que se pueden visualizar en la

Figura 58:*Promedio General de las Pruebas de Campo*

Nota. Autoría propia.

4.5. Análisis General de los resultados

El análisis general de todos los resultados obtenidos en las pruebas técnica, de campo, prueba diagnóstica y evaluación final refleja un progreso significativo y exitoso en el desarrollo e implementación del sistema interactivo de geografía para usuarios no videntes. A continuación, se presenta un resumen de los principales hallazgos:

- **Pruebas técnicas:** Las pruebas técnicas se realizaron para evaluar el funcionamiento y la integración de los diferentes componentes del sistema, como el DF Player Mini, el Bluetooth HC06, la pantalla LCD I2C 16x2 y el Arduino Mega 2560. Los resultados de estas pruebas confirmaron que los componentes se conectaron correctamente y funcionaron de manera adecuada, demostrando la viabilidad técnica del sistema.
- **Pruebas de campo:** Las pruebas de campo se llevaron a cabo en la asociación de no videntes de Imbabura y se dividieron en pruebas pedagógicas, didácticas y de usuario. Estas pruebas permitieron evaluar la efectividad del sistema en el contexto real de uso. Los resultados indicaron que el sistema interactivo de geografía facilitó el aprendizaje de los usuarios no videntes, brindando una experiencia pedagógica y didáctica enriquecedora, así como una interfaz intuitiva y accesible para los usuarios.
- **Prueba diagnóstica:** La prueba diagnóstica se realizó antes de la intervención educativa y reveló que los estudiantes poseían inicialmente un nivel de conocimiento promedio del 22%. Esta prueba fue fundamental para establecer una línea de base y adaptar las estrategias educativas a las necesidades individuales de los estudiantes.

- **Evaluación final:** La evaluación final se llevó a cabo después de cinco semanas de intervención educativa utilizando el sistema interactivo de geografía. Los resultados de esta evaluación mostraron un notable incremento en el nivel de conocimiento de los estudiantes, con un promedio de aciertos del 90.67%. Este resultado indica que el sistema y las clases impartidas fueron efectivos para mejorar el aprendizaje y la comprensión de los conceptos geográficos por parte de los estudiantes no videntes.

En general, los resultados obtenidos respaldan la efectividad y la utilidad del sistema interactivo de geografía para usuarios no videntes. Tanto las pruebas técnicas como las pruebas de campo confirmaron su funcionalidad y su capacidad para proporcionar una experiencia educativa enriquecedora. La prueba diagnóstica y la evaluación final demostraron un progreso significativo en el aprendizaje de los estudiantes, lo que indica que el sistema interactivo y las clases implementadas fueron exitosos en su objetivo de mejorar el nivel de conocimiento de los usuarios no videntes.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- En conclusión, el diseño de una herramienta didáctica de alto relieve se llevó a cabo con la elección de componentes de hardware y software tomando en cuenta las necesidades y requerimientos que solicitaban en la ANVI, dando como resultado un dispositivo didáctico capaz de instruir la materia de estudios sociales enfocado en la geografía, además se obtuvo una mejora significativa en el porcentaje de calificaciones después de la implementación del prototipo.
- A través del análisis exhaustivo de la educación inclusiva para niños y jóvenes no videntes la metodología de enseñanza de estudios sociales se puede identificar la necesidad de herramientas específicas y tecnologías que faciliten el aprendizaje de geografía, la investigación en conceptos técnicos como comunicación alámbrica componentes electrónicos lenguaje de programación son bases para la creación de un dispositivo didáctico adecuado y accesible para niños con discapacidad visual.
- La determinación de los requerimientos para el libro didáctico de alto relieve utilizando la metodología de bottom up ha sido un paso crucial en el proyecto, ya que mediante una simple inspección de la situación actual del plan de estudios de la asociación de no videntes de Imbabura se ha logrado identificar las necesidades específicas de estos estudiantes y los procesos de aprendizaje más efectivos para abordar la materia de estudios sociales, este enfoque fue centrado en el estudiante ha asegurado que el dispositivo sea inclusivo y accesible promoviendo una educación equitativa para todos.

- La implementación de un dispositivo didáctico para personas no videntes representa un paso significativo hacia la educación inclusiva ya que posteriormente de identificar las necesidades y hacer la elección de componentes, se ha logrado desarrollar una solución innovadora que contenga tecnología de una interfaz amigable con el estudiante y docente, por lo cual la herramienta tridimensional de alto relieve y la aplicación móvil ofrecen un entorno de aprendizaje El cual motiva a los estudiantes a participar en actividades para su proceso educativo.
- Las pruebas de funcionamiento han permitido evaluar el rendimiento y la efectividad del dispositivo en un entorno real, así garantizando que cumpla con todas las necesidades y expectativas de los estudiantes y educador, mediante la colaboración activa con la asociación se ha logrado demostrar que el dispositivo es una herramienta prometedora para facilitar el aprendizaje de geografía de manera accesible e inclusiva para niños no videntes.

Recomendaciones

- Se recomienda que dado la educación inclusiva es un pilar fundamental para la sociedad equitativa seguir adelante con la implementación de dispositivos didácticos integrando tecnología y alto relieve, se debe tener en consideración diferentes aspectos como la colaboración interdisciplinaria, pruebas piloto, adaptabilidad y personalización. Todo esto en conjunto con evaluaciones continuas para el seguimiento del estudiante.
- Se recomienda que al momento de determinar los requerimientos del libro didáctico compararlos con el análisis realizado posteriormente para cumplir con todos los

aspectos técnicos y pedagógicos que puedan adaptarse a las necesidades de los estudiantes con discapacidad visual.

- Se recomienda que al momento de ir desarrollando el prototipo tener revisiones continuas con los beneficiarios para ir comprobando la satisfacción y la adaptabilidad que tienen los usuarios con el dispositivo tanto para el dispositivo de alto relieve como la aplicación móvil ya que las personas con discapacidad visual tienen necesidades específicas.
- Se recomienda que el momento de realizar las pruebas de funcionamiento se debe de realizar una prueba diagnóstica para ver el estado en el que se encuentran los estudiantes con respecto a la materia, una vez hecho esta evaluación se puede tener un estado comparativo con el que vamos a obtener después de entender las interacciones con los estudiantes y así verificar los resultados deseados.

Referencias

- ANVI. (2009). *Federación Nacional de Ciegos del Ecuador*. Obtenido de <http://fencecuador.org/centros-de-apoyo-a-la-educacion-especializada/>
- AQUAE, F. (2020). *AQUAE*. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/sabes-arduino-sirve/>
- Arduino. (2020). *ARDUINO.cl*. Obtenido de <https://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Blázquez, J. P. (2019). *Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos*. UOC.
- Conadis. (2020). *Estadísticas de discapacidad*.
- Consejería de Educación, U. C. (2019). *Gobierno de Canarias*. Obtenido de https://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/servicios/necesidades_apoyo_educativo/alumnado_nee/discapacidad_visual/
- DOA, A. (Enero de 2017). *DOA*. Obtenido de <https://asociaciondoa.wordpress.com/2017/01/17/sistema-braille/>
- Ecuador, G. d. (2021). *Gobierno del Encuentro*. Obtenido de Plan Toda una Vida: <https://www.infancia.gob.ec/plan-toda-una-vida/#:~:text=El%20Gobierno%20Nacional%20consolida%20al%20Plan%20Toda%20una,de%20derechos%20a%20lo%20largo%20de%20su%20vida.>
- Ecuador, M. d. (s.f.). *Gobierno del Ecuador*. Obtenido de <https://educacion.gob.ec/>
- ECUADOR, P. D. (2012). *Ley Organica de Discapacidades*. Quito.
- Encoders, R. (2020). *Prometec*. Obtenido de <https://www.prometec.net/rotary-encoders/>
- FENCE. (2022). *Federación Nacional de Ciegos del Ecuador*. Obtenido de <http://fencecuador.org/decsediv/>

- G., C. (s.f.). *SCIELO*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-109X2019000200007&script=sci_arttext
- Guzman, D. (2015). *Electrónicaonline*. Obtenido de <https://electronicaonline.net/componentes-electronicos/transistor/>
- Huircán, J. (2014). *Reguladores de Voltaje*.
- IEEE. (2016). *Estandar 802.11*.
- INEC. (2020). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/inec-socializa-censo-2020-con-representantes-de-organizaciones-de-personas-con-discapacidad/>
- Innovativa, R. d. (2020). *Raspberry Pi, conectividad y programación mediante puertos GPIO*. ECORFAN.
- Jordi Fontrodona Francolí, R. B. (2014). *Estado actual y perspectivas de la impresión en 3D*. Generalitat de Catalunya.
- Luis. (2017). *Ingeniería Electronica*. Obtenido de <https://ingenieriaelectronica.org/display-de-cristal-liquido-lcd-definicion-caracteristicas-y-conexion/>
- Manrique Solano, R. A. (2020). *Prototipo de juguete electrónico didáctico, como elemento de apoyo para la enseñanza del idioma kichwa en niños de 5 años en la unidad educativa Benito Juárez comunidad de pucará de San Roque cantón Antonio Ante*. UTN.
- Martin, M. R. (2006). *Discapacidad visual y técnicas de estudio*. ONCE.
- Mejía Campos, R. G. (2022). *Dispositivo Wereable lector de textos impresos para niños con discapacidad visual como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje en el ámbito escolar usando técnicas de visión artificial, OCR y TTS*. UTN.

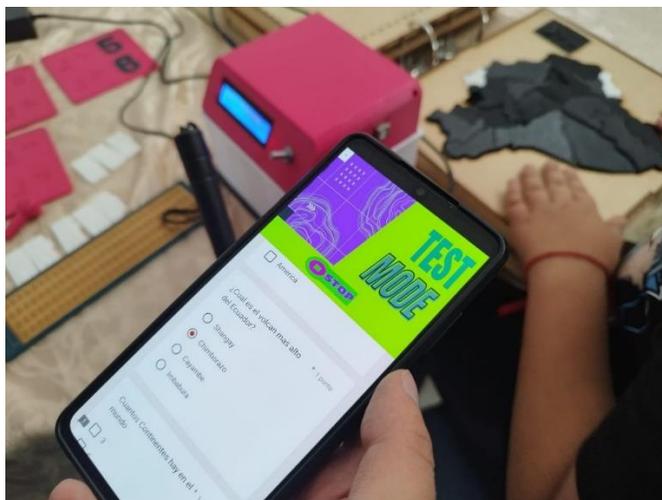
- MIES. (2022). *Formación Continua*. Obtenido de <https://formacioncontinua.inclusion.gob.ec/formacioncontinua/#>
- MIES. (2022). *Gobierno del Ecuador*. Obtenido de <https://www.inclusion.gob.ec/>
- Muñoz, V. P. (2009). *Aplicación y comparación de la Metodología de diseño Top Down y Bottom Up*.
- MUÑOZ, V. P. (2009). *APLICACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DISEÑO TOP DOWN Y BOTTOM UP*. Medellín.
- OMS. (2018). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- ONCE. (2023). *ONCE*. Obtenido de <https://www.once.es/dejanos-ayudarte/la-discapacidad-visual>
- ONU. (13 de diciembre de 2006). *United Nations*. Obtenido de [Convention on the Rights of Persons with Disabilities: https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html](https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html)
- Piarpuezán Coral, E. P. (2015). *Diseño de material didáctico en alto relieve aplicables a los procesos de aprendizaje en el área de matemática para la Asociación de No videntes de Imbabura, durante el año lectivo 2013-2014, propuesta alternativa*. UTN.
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2015). *Interaction design: Beyond human-computer interaction*. John Wiley & Sons.
- Prieto, F. P. (Abril de 2019). *INTEF*. Obtenido de <https://intef.es/wp-content/uploads/2019/03/MIT-App-Inventor-2.pdf>
- R., J. G. (2014). *SCiELO*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212014000400003

- Raspberrypi. (2023). *Raspberrypi*. Obtenido de <https://raspberrypi.cl/que-es-raspberry/>
- RECICOMP. (2020). *RECICOMP*. Obtenido de <https://www.recicomp.com.br/produtos/modulo-mp3-arduino-wtv020-sd/>
- Roura, M. E. (2010). *Relaciones interpersonales entre niños con discapacidad visual y sus compañeros videntes en el contexto educativo regular*.
- Saravia, A. R. (2019). *ESP32 NODE MCU*. microelectronicash.
- SENSORICX. (2023). *SENSORICX*. Obtenido de <https://sensoricx.com/electronica-basica/guia-completa-de-los-reguladores-de-voltaje-fijos/>
- SolidWorks. (2015). *Introducción a SolidWorks*.
- Toscano, P. d., & Rodríguez, M. E. (2016). *Análisis Comparativo de Entornos de Desarrollo Android Studio y Android SDK para el Desarrollo de Aplicaciones Cliente Móvil*. Recuperado el 9 de 5 de 2023, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4747>
- Trejo, N. (2022). Asociación de No Videntes de Imbabura. (Jerson, Entrevistador)
- UNESCO. (2008). *UNESCO*. Obtenido de <https://www.unesco.org/es>
- Velasco, I. (2013). PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DEL ALGEBRA GEOMÉTRICA A ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL, A TRAVÉS DELA ADAPTACIÓNDE MATERIAL INCLUSIVO. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 291-298.

ANEXOS

Anexo 1: Evidencia Fotográfica.







Anexo 2: Entrevista.

Se realizó una entrevista con la presidenta de la asociación de no videntes de Imbabura donde se tenía como objetivo principal el conocer el estado actual de la asociación con respecto a material de estudio que se utiliza para la enseñanza de estudios sociales a los niños no videntes.

Jerson: ¡Buenas tardes, señora Trejo! Muchas gracias por concederme esta entrevista. Mi nombre es Jerson, y estoy estudiando Telecomunicaciones en la Universidad Técnica del Norte. Me interesa mucho conocer la situación actual de la Asociación y, en particular, el estado del material de estudio para los niños con discapacidad visual.

Noemi Trejo: Buenas tardes, Jerson. Es un placer recibirte aquí y poder compartir información sobre nuestra asociación. Puedes llamarme Noemi. Estoy encantada de ayudarte con tus preguntas. Adelante.

Jerson: Gracias, Noemi. Para empezar, me gustaría conocer cómo se encuentra actualmente la Asociación de No Videntes de Imbabura. ¿Qué proyectos están llevando a cabo en este momento?

Noemi Trejo: En la Asociación de No Videntes de Imbabura, nos encontramos trabajando arduamente para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual en nuestra comunidad. Estamos enfocados en proporcionar programas de inclusión, capacitación laboral y asistencia para el acceso a la educación. Además, estamos trabajando en colaboración con instituciones y empresas locales para promover la conciencia sobre la discapacidad visual y generar oportunidades de empleo.

Jerson: Suena maravilloso. ¿Y en cuanto a los niños con discapacidad visual? ¿Qué tipo de material de estudio y recursos educativos ofrecen para ellos?

Noemi Trejo: Los niños con discapacidad visual son una parte importante de nuestra comunidad y reciben una atención especializada. Contamos con materiales educativos adaptados, como libros en braille, equipos de tecnología asistida, y profesionales capacitados para brindarles el apoyo necesario en su proceso educativo. También trabajamos en estrecha colaboración con las escuelas y maestros para asegurarnos de que los niños tengan acceso a una educación inclusiva y de calidad.

Jerson: Eso suena muy completo. ¿Han enfrentado desafíos al proporcionar estos recursos educativos adaptados?

Noemi Trejo: Por supuesto, como en cualquier labor, enfrentamos desafíos. Uno de los mayores obstáculos es la falta de recursos económicos para ampliar nuestros programas y adquirir más tecnología asistida. Además, también luchamos contra la falta de conciencia sobre la discapacidad visual en algunos sectores de la sociedad. Sin embargo, trabajamos incansablemente para superar estos obstáculos y mejorar cada día.

Jerson: Entiendo. Es inspirador ver el esfuerzo que realizan para superar las dificultades. ¿Hay alguna forma en la que la comunidad o personas como yo puedan colaborar y apoyar a la Asociación?

Noemi Trejo: Claro, toda ayuda es bienvenida y apreciada. Podrían colaborar a través de donaciones para adquirir más material educativo adaptado, equipos tecnológicos o incluso brindando talleres de capacitación en telecomunicaciones, lo que sería muy beneficioso para nuestros miembros. Además, también puedes ayudar difundiendo información sobre la discapacidad visual y la importancia de la inclusión en la sociedad.

Jerson: Definitivamente, haré lo posible para contribuir y difundir la causa. Me siento motivado después de esta conversación. Gracias por compartir todos estos detalles conmigo, Noemi.

Noemi Trejo: Gracias a ti, Jerson, por mostrar interés en nuestra asociación y por querer marcar la diferencia. Siempre es gratificante ver a jóvenes comprometidos con la inclusión y la ayuda a los demás. ¡Espero que te lles una buena impresión de nuestra labor!

Jerson: Sin duda, así es. Ha sido un encuentro enriquecedor. ¡Gracias nuevamente, Noemi!

Anexo 3: Plan de pruebas de campo

Plan de pruebas

El presente documento detalla el plan de pruebas diseñado para evaluar la efectividad y funcionalidad del libro didáctico de geografía. El objetivo principal de este plan es asegurar que el libro cumpla con los estándares pedagógicos y didácticos establecidos, al mismo tiempo que brinde una experiencia satisfactoria para los usuarios.

El libro didáctico de geografía ha sido desarrollado con el propósito de proporcionar una herramienta accesible e inclusiva para el aprendizaje geográfico, especialmente dirigida a personas no videntes. A través de la combinación de figuras en impresión 3D, botones anclados y una aplicación móvil, buscamos facilitar la comprensión y exploración de los continentes, países y provincias del Ecuador.

El plan de pruebas se divide en tres secciones principales: pruebas pedagógicas, pruebas didácticas y pruebas de usuario. Cada sección tiene como objetivo evaluar aspectos clave del libro didáctico, desde su efectividad pedagógica y coherencia didáctica hasta la experiencia de usuario al interactuar con el contenido y las funcionalidades.

Pruebas Pedagógicas

Las pruebas pedagógicas se centran en evaluar la eficacia del libro didáctico como recurso educativo. Estas pruebas buscan determinar si el libro cumple con los objetivos pedagógicos establecidos.

Pruebas Pedagógicas

Criterio 1: Comprensión de conceptos geográficos

0	No se demuestra comprensión de los conceptos geográficos.
puntos:	
1	Se evidencia una comprensión básica de algunos conceptos geográficos, pero con errores significativos.
punto:	
2	Se muestra una comprensión adecuada de la mayoría de los conceptos geográficos, con pocos errores o malentendidos.
puntos:	
3	Se demuestra una comprensión sólida y precisa de los conceptos geográficos, con una articulación clara y coherente de la información.
puntos:	

Criterio 2: Retención de información

0 puntos:	No se retiene ninguna información relevante sobre los contenidos geográficos.
1 punto:	Se retiene información mínima y hay dificultades para recordar detalles clave.
2 puntos:	Se retiene la mayoría de la información relevante, pero se presentan algunas omisiones o errores menores.
3 puntos:	Se retiene y recuerda de manera precisa y completa la información clave sobre los contenidos geográficos.

Criterio 3: Motivación para el aprendizaje

0 puntos:	No se muestra motivación ni interés en el aprendizaje de los contenidos geográficos.
1 punto:	Se evidencia una motivación mínima y falta de interés en el aprendizaje.
2 puntos:	Se muestra una motivación moderada para el aprendizaje, con cierto nivel de interés y compromiso.
3 puntos:	Se demuestra una alta motivación y entusiasmo por el aprendizaje de los contenidos geográficos, participando activamente en las actividades propuestas.

Criterio 4: Participación activa

0 puntos:	No se participa activamente en las actividades relacionadas con los contenidos geográficos.
1 punto:	La participación es mínima y muestra poco compromiso con las actividades propuestas.
2 puntos:	Se participa de manera adecuada en la mayoría de las actividades, pero con algunas dificultades para involucrarse completamente.
3 puntos:	Se participa activamente en todas las actividades, contribuyendo de manera significativa y mostrando un alto nivel de compromiso.

Puntuación total: Suma de los puntos obtenidos en cada criterio (0-12 puntos)

Esta prueba pedagógica está dirigida a docentes que utilizarán el libro didáctico de geografía como recurso educativo en sus clases. El objetivo principal de esta prueba es evaluar la eficacia del libro en términos de enseñanza y aprendizaje geográfico, y proporcionar a los docentes una retroalimentación valiosa sobre su impacto pedagógico.

Los docentes que participen en esta prueba tendrán la oportunidad de evaluar su comprensión de los conceptos geográficos, retención de información, motivación para el aprendizaje y participación activa. Esta evaluación les ayudará a determinar la eficacia del libro didáctico como herramienta educativa y a identificar posibles mejoras o ajustes necesarios, buscando recopilar la perspectiva y experiencia de los docentes, quienes desempeñan un papel fundamental en la enseñanza de la geografía. Su valiosa retroalimentación nos permitirá fortalecer y optimizar el libro didáctico, adaptándolo mejor a las necesidades y expectativas de los educadores y sus estudiantes.

Pruebas Didácticas

Las pruebas didácticas son parte fundamental de la evaluación de nuestro libro didáctico de geografía. Estas pruebas tienen como objetivo evaluar la efectividad de las estrategias didácticas utilizadas en el libro, asegurando que la secuencia, claridad y coherencia de los contenidos sean adecuadas para el aprendizaje geográfico.

El libro didáctico de geografía ha sido desarrollado con el propósito de brindar una experiencia de aprendizaje enriquecedora y significativa para los usuarios. A través de diversas estrategias didácticas, buscamos facilitar la comprensión de los conceptos geográficos, promover la retención de información y fomentar la participación activa de los usuarios.

En las pruebas didácticas, se evalúa aspectos clave de la implementación de las estrategias didácticas, tales como la claridad de las explicaciones, la secuencia adecuada de los contenidos y la coherencia de las actividades propuestas. Estas pruebas nos permitirán recopilar información valiosa para identificar fortalezas y áreas de mejora, y así optimizar la calidad de la enseñanza proporcionada por el libro didáctico.

Pruebas Didácticas

Criterio 1: Claridad de las explicaciones

0	Las explicaciones son confusas y difíciles de comprender.
puntos:	
1	Las explicaciones son parcialmente claras, pero requieren más detalle y ejemplos para una comprensión completa.
punto:	
2	Las explicaciones son claras en su mayoría, aunque puede haber algunas áreas donde se requiere mayor claridad.
puntos:	
3	Las explicaciones son claras, concisas y fáciles de entender, proporcionando una comprensión completa de los conceptos geográficos.
puntos:	

Criterio 2: Secuencia adecuada de los contenidos

0	La secuencia de los contenidos es confusa y desorganizada, dificultando la comprensión y la progresión del aprendizaje
puntos:	
1	La secuencia de los contenidos es parcialmente adecuada, pero hay algunas interrupciones o saltos que dificultan la progresión lógica del aprendizaje.
punto:	
2	La secuencia de los contenidos es en su mayoría adecuada, aunque puede haber algunas áreas donde se requiere mayor coherencia y conexión entre los temas.
puntos:	
3	La secuencia de los contenidos es clara, lógica y facilita una progresión natural del aprendizaje, asegurando una comprensión sólida de los conceptos geográficos.
puntos:	

Criterio 3: Coherencia de las actividades propuestas

- 0** Las actividades propuestas no están relacionadas con los contenidos geográficos o no promueven una aplicación efectiva de los conceptos.
- 1** Las actividades propuestas tienen una conexión parcial con los contenidos geográficos, pero carecen de coherencia en su estructura y aplicación.
- 2** Las actividades propuestas están en su mayoría relacionadas con los contenidos geográficos, aunque algunas actividades pueden necesitar mayor claridad en las instrucciones o en la forma de aplicación.
- 3** Se demuestra una alta motivación y entusiasmo por el aprendizaje de los contenidos geográficos, participando activamente en las actividades propuestas.

Puntuación total: Suma de los puntos obtenidos en cada criterio (0-9 puntos)

Pruebas de Usuario

Las pruebas de usuario desempeñan un papel fundamental en la evaluación y mejora de nuestro libro didáctico de geografía. Estas pruebas están diseñadas para recopilar la retroalimentación de los usuarios al interactuar con el libro, brindando información valiosa sobre la experiencia del usuario, la usabilidad y la eficacia de las características y funcionalidades implementadas.

El objetivo principal de las pruebas de usuario en este caso los estudiantes, es asegurar que el libro didáctico cumpla con las expectativas y necesidades de los usuarios, brindando una experiencia enriquecedora y satisfactoria. Los resultados obtenidos en estas pruebas nos permitirán identificar áreas de mejora, realizar ajustes y garantizar que el libro cumpla con los estándares de accesibilidad, usabilidad y contenido relevante.

Durante las pruebas de usuario, los participantes tendrán la oportunidad de explorar y utilizar todas las funcionalidades del libro didáctico. Se les animará a interactuar con las figuras en impresión 3D, utilizar los botones anclados y explorar la aplicación móvil. Además, se les pedirá que realicen actividades específicas y proporcionen retroalimentación detallada sobre su experiencia.

La retroalimentación recopilada a través de las pruebas de usuario nos ayudará a evaluar la efectividad de la interfaz de usuario, la facilidad de navegación, la comprensión de las instrucciones y la experiencia general del usuario. También nos permitirá identificar posibles obstáculos o dificultades que los usuarios puedan enfrentar al interactuar con el libro didáctico.

Pruebas Usuario

Criterio 1: Usabilidad del libro didáctico

- | | |
|----------------|---|
| 0 | La navegación y la interacción con el libro didáctico son |
| puntos: | confusas y difíciles de entender. |
| 1 | La navegación y la interacción con el libro didáctico son |
| punto: | parcialmente claras, pero requieren mejoras para una experiencia más intuitiva. |
| 2 | La navegación y la interacción con el libro didáctico son en su |
| puntos: | mayoría claras y fáciles de entender, aunque algunas áreas pueden necesitar mayor claridad. |
| 3 | La navegación y la interacción con el libro didáctico son claras, |
| puntos: | intuitivas y brindan una experiencia de usuario fluida y satisfactoria. |

Criterio 2: Accesibilidad del libro didáctico

- | | |
|----------------|---|
| 0 | El libro didáctico no cumple con los estándares de accesibilidad, |
| puntos: | dificultando el acceso para personas con discapacidades visuales u otras limitaciones. |
| 1 | La accesibilidad del libro didáctico es parcialmente satisfactoria, |
| punto: | pero se requieren mejoras significativas para garantizar una experiencia inclusiva para todos los usuarios. |
-

2	El libro didáctico es en su mayoría accesible, pero algunas áreas
puntos:	pueden requerir ajustes adicionales para mejorar la experiencia de usuarios con discapacidades visuales u otras limitaciones.
3	El libro didáctico cumple con los estándares de accesibilidad,
puntos:	proporcionando una experiencia inclusiva y accesible para todos los usuarios.

Criterio 3: Efectividad de las características y funcionalidades

0	Las características y funcionalidades del libro didáctico son
puntos:	ineficaces y no cumplen con su propósito.
1	Algunas características y funcionalidades del libro didáctico son
punto:	parcialmente efectivas, pero requieren mejoras para brindar un valor significativo a los usuarios.
2	La mayoría de las características y funcionalidades del libro
puntos:	didáctico son efectivas, aunque algunas áreas pueden requerir ajustes o mejoras para una experiencia más completa.
3	Las características y funcionalidades del libro didáctico son
puntos:	efectivas y brindan un valor significativo a los usuarios, mejorando su experiencia de aprendizaje.

Puntuación total: Suma de los puntos obtenidos en cada criterio (0-9 puntos)

Anexo 4: Códigos

Anexo 4A: Código principal del sistema

[https://github.com/JersonBaez/Libro-](https://github.com/JersonBaez/Libro-Didactico/blob/563a5bcf4048b7f496d0a1eda570a674c4e9edbd/Codigo-Libro.ino)

[Didactico/blob/563a5bcf4048b7f496d0a1eda570a674c4e9edbd/Codigo-Libro.ino](https://github.com/JersonBaez/Libro-Didactico/blob/563a5bcf4048b7f496d0a1eda570a674c4e9edbd/Codigo-Libro.ino)

Anexo 4B: Código para LCD-I2C, Módulo Mp3, Módulo Bluetooth, Botones

[https://github.com/JersonBaez/Libro-](https://github.com/JersonBaez/Libro-Didactico/blob/563a5bcf4048b7f496d0a1eda570a674c4e9edbd/Codigo-Libro.ino)

[Didactico/blob/563a5bcf4048b7f496d0a1eda570a674c4e9edbd/Codigo-Libro.ino](https://github.com/JersonBaez/Libro-Didactico/blob/563a5bcf4048b7f496d0a1eda570a674c4e9edbd/Codigo-Libro.ino)

Anexo 4C: Código aplicación móvil

[https://github.com/JersonBaez/Libro-](https://github.com/JersonBaez/Libro-Didactico/blob/0cd77d50c15333215f15adff2127d2952532f8de/Aplicacion_Libro.aia)

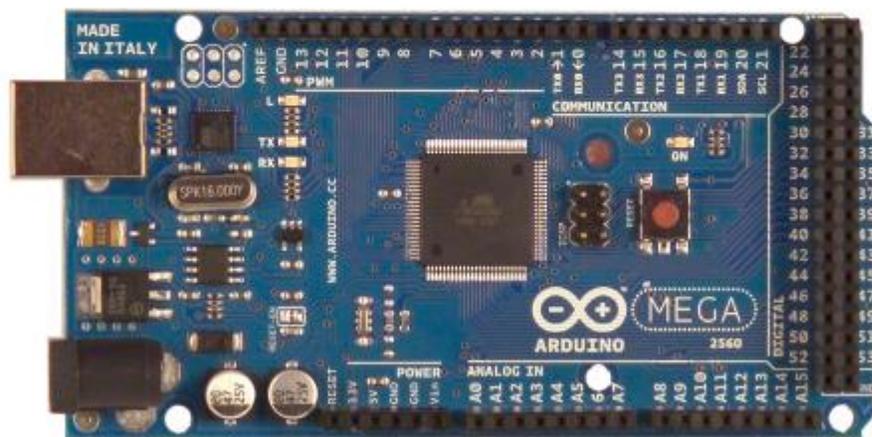
[Didactico/blob/0cd77d50c15333215f15adff2127d2952532f8de/Aplicacion_Libro.aia](https://github.com/JersonBaez/Libro-Didactico/blob/0cd77d50c15333215f15adff2127d2952532f8de/Aplicacion_Libro.aia)

Anexo 5: Datasheet de componentes del sistema

Anexo 5A: Datasheet de arduino mega



Arduino Mega 2560 Datasheet



Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

Power

The Arduino Mega can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#). The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Uno, Duemilanove and Diecimila.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH

value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

- **I²C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I²C pins on the Duemilanove or Diecimila.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and `analogReference()` function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Mega2560's digital pins.

The ATmega2560 also supports I²C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a [Wire library](#) to simplify use of the I²C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Anexo 5B: Datasheet Módulo Bluetooth HC06

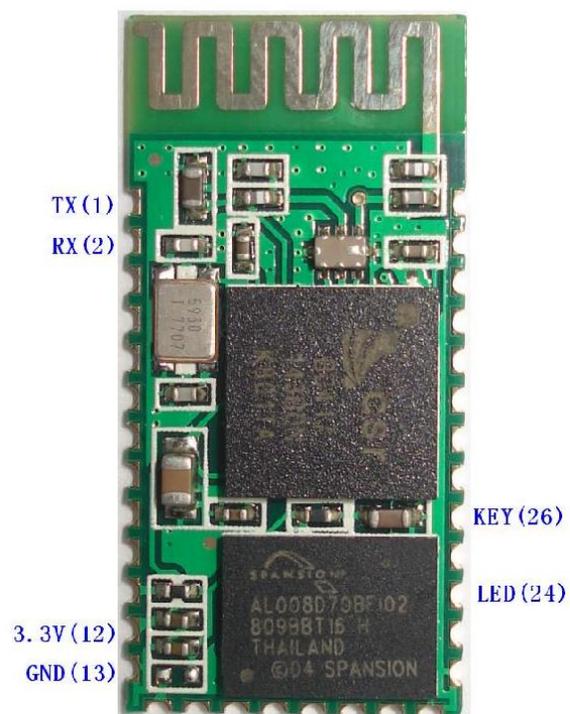


Figure 1 A Bluetooth module

2. Feature

- Wireless transceiver
 - Sensitivity (Bit error rate) can reach -80dBm.
 - The change range of output's power: -4 - +6dBm.
- Function description (perfect Bluetooth solution)
 - Has an EDR module; and the change range of modulation depth: 2Mbps - 3Mbps.
 - Has a build-in 2.4GHz antenna; user needn't test antenna.
 - Has the external 8Mbit FLASH
 - Can work at the low voltage (3.1V~4.2V). The current in pairing is in the range of 30 ~ 40mA.
The current in communication is 8mA.
 - Standard HCI Port (UART or USB)
 - USB Protocol: Full Speed USB1.1, Compliant With 2.0
 - This module can be used in the SMD.
 - It's made through RoHS process.
 - The board PIN is half hole size.
 - Has a 2.4GHz digital wireless transceiver.
 - Bases at CSR BC04 Bluetooth technology.
 - Has the function of adaptive frequency hopping.
 - Small (27mm×13mm×2mm)
 - Peripherals circuit is simple.
 - It's at the Bluetooth class 2 power level.
 - Storage temperature range: -40 °C - 85°C, work temperature range: -25 °C - +75°C
 - Any wave inter Interference: 2.4MHz, the power of emitting: 3 dBm.
 - Bit error rate: 0. Only the signal decays at the transmission link, bit error may be produced. For example, when RS232 or TTL is being processed, some signals may decay.

- Application fields:
 - Bluetooth Car Handsfree Device
 - Bluetooth GPS
 - Bluetooth PCMCIA , USB Dongle
 - Bluetooth Data Transfer
- Software
 - CSR

3. PINs description

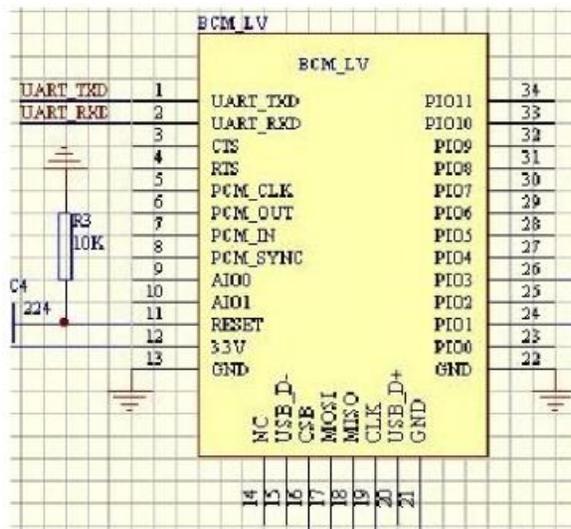


Figure 3 PIN configuration

The PINs at this block diagram is as same as the physical one.

PIN Name	PIN #	Pad type	Description	Note
GND	13 21 22	VSS	Ground pot	
1V8	14	VDD	Integrated 1.8V (+) supply with On-chip linear regulator output within 1.7-1.9V	
VCC	12	3.3V		
AIO0	9	Bi-Directional	Programmable input/output line	
AIO1	10	Bi-Directional	Programmable input/output line	

PIO0	23	Bi-Directional RX EN	Programmable input/output line, control output for LNA(if fitted)	
PIO1	24	Bi-Directional TX EN	Programmable input/output line, control output for PA(if fitted)	
PIO2	25	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO3	26	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO4	27	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO5	28	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO6	29	Bi-Directional	Programmable input/output line	CLK_REQ
PIO7	30	Bi-Directional	Programmable input/output line	CLK_OUT
PIO8	31	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO9	32	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO10	33	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO11	34	Bi-Directional	Programmable input/output line	
RESETB	11	CMOS Input with weak intemal pull-down		
UART_RTS	4	CMOS output, tri-stable with weak internal pull-up	UART request to send, active low	
UART_CTS	3	CMOS input with weak internal pull-down	UART clear to send, active low	
UART_RX	2	CMOS input with weak internal pull-down	UART Data input	
UART_TX	1	CMOS output, Tri-stable with weak internal pull-up	UART Data output	
SPI_MOSI	17	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface data input	
SPI_CSB	16	CMOS input with weak internal	Chip select for serial peripheral interface, active low	

Anexo 5C: Datasheet Módulo MP3 DFPLAYER

1.2 .Features

- Support Mp3 and WMV decoding
- Support sampling rate of 8KHz,11.025KHz,12KHz,16KHz,22.05KHz,24KHz,32KHz,44.1KHz,48KHz
- 24-bit DAC output, dynamic range support 90dB, SNR supports 85dB
- Supports FAT16, FAT32 file system, maximum support 32GB TF card
- A variety of control modes, serial mode, AD key control mode
- The broadcast language spots feature, you can pause the background music being played
- Built-in 3W amplifier
- The audio data is sorted by folder; supports up to 100 folders, each folder can be assigned to 1000 songs
- 30 levels volume adjustable, 10 levels EQ adjustable.

1.3 .Application

- Car navigation voice broadcast
- Road transport inspectors, toll stations voice prompts
- Railway station, bus safety inspection voice prompts
- Electricity, communications, financial business hall voice prompts
- Vehicle into and out of the channel verify that the voice prompts
- The public security border control channel voice prompts
- Multi-channel voice alarm or equipment operating guide voice
- The electric tourist car safe driving voice notices
- Electromechanical equipment failure alarm
- Fire alarm voice prompts
- The automatic broadcast equipment, regular broadcast.

2. Module Application Instruction

2.1. Specification Description

Item	Description
MP3Format	1、 Support 11172-3 and ISO13813-3 layer3 audio decoding
	2、 Support sampling rate (KHZ):8/11.025/12/16/22.05/24/32/44.1/48
	3、 Support Normal、 Jazz、 Classic、 Pop、 Rock etc
UART Port	Standard Serial; TTL Level; Baud rate adjustable(default baud rate is 9600)
Working Voltage	DC3.2~5.0V; Type :DC4.2V
Standby Current	20mA
Operating Temperature	-40~+70
Humidity	5% ~95%

Table 2.1 Specification Description

2.2 .Pin Description

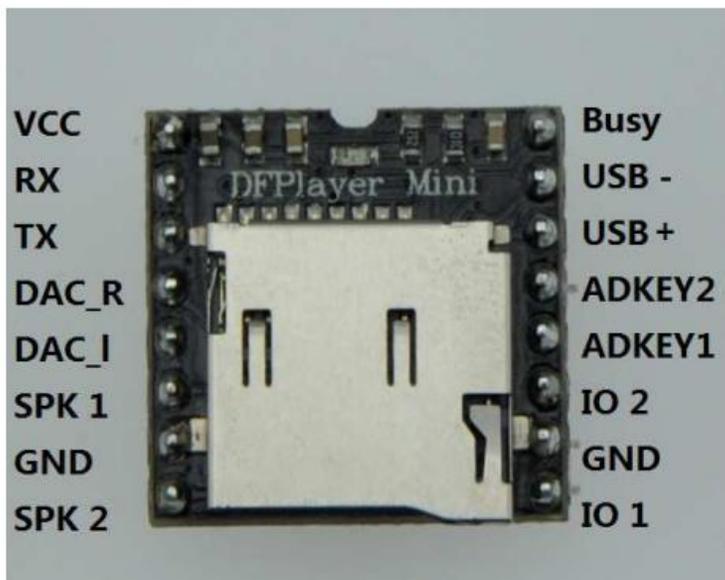


Figure 2.1

No	Pin	Description	Note
1	VCC	Input Voltage	DC3.2~5.0V;Type: DC4.2V
2	RX	UART serial input	
3	TX	UART serial output	
4	DAC_R	Audio output right channel	Drive earphone and amplifier
5	DAC_L	Audio output left channel	Drive earphone and amplifier
6	SPK2	Speaker-	Drive speaker less than 3W
7	GND	Ground	Power GND
8	SPK1	Speaker+	Drive speaker less than 3W
9	IO1	Trigger port 1	Short press to play previous (long press to decrease volume)
10	GND	Ground	Power GND
11	IO2	Trigger port 2	Short press to play next (long press to increase volume)
12	ADKEY1	AD Port 1	Trigger play first segment
13	ADKEY2	AD Port 2	Trigger play fifth segment
14	USB+	USB+ DP	USB Port
15	USB-	USB- DM	USB Port
16	BUSY	Playing Status	Low means playing \High means no

Table 2.2 Pin Description

6、 Note*

I/O Input Specification						
Item	Description	Min	Type	Max	Unit	Test Condition
VIL	Low-Level Input Voltage	-0.3	-	0.3*VDD	V	VDD=3.3V
VIH	High-Level Input Voltage	0.7VDD	-	VDD+0.3	V	VDD=3.3V
I/O Output Specification						
Item	Description	Min	Type	Max	Unit	Test Condition
VOL	Low-Level Output Voltage	-	-	0.33	V	VDD=3.3V
VOH	High-Level Output Voltage	2.7	-	-	V	VDD=3.3V

1. The module's external interfaces are 3.3V TTL level, so please note the level conversion during the hardware circuit design, also in strong interference environment, electromagnetic compatibility note some protective measures, GPIO using opt coupler isolation, increasing TVS etc.

2. ADKEY key values are in accordance with the general use of the environment, if the strong inductive or capacitive load environment, please note that the module power supply is recommended to use a separate isolated power supply, another matched beads and inductors for power filtering, we must ensure that the input power as much as possible the stability and clean. If you really can not be guaranteed, please contact us to reduce the number of keys to redefine wider voltage distribution.

3. For general Serial communication, please pay attention to level conversion. If strong interference environment, or long distance RS485 applications, then please note that signal isolation, in strict accordance with industry standard design communication circuits.

Anexo 5D: Datasheet Módulo Pantalla LCD (I2C) 16x2

I2C Serial Interface 1602 LCD Module

This is I2C interface 16x2 LCD display module, a high-quality 2 line 16 character LCD module with on-board contrast control adjustment, backlight and I2C communication interface. For Arduino beginners, no more cumbersome and complex LCD driver circuit connection. The real significance advantages of this I2C Serial LCD module will simplify the circuit connection, save some I/O pins on Arduino board, simplified firmware development with widely available Arduino library.



SKU: [DSP-1182](#)

Brief Data:

- Compatible with Arduino Board or other controller board with I2C bus.
- Display Type: Negative white on Blue backlight.
- I2C Address: 0x38-0x3F (0x3F default)
- Supply voltage: 5V
- Interface: I2C to 4bits LCD data and control lines.
- Contrast Adjustment: built-in Potentiometer.
- Backlight Control: Firmware or jumper wire.
- Board Size: 80x36 mm.

Setting Up:

Hitachi's HD44780 based character LCD are very cheap and widely available, and is an essential part for any project that displays information. Using the LCD piggy-back board, desired data can be displayed on the LCD through the I2C bus. In principle, such backpacks are built around PCF8574 (from NXP) which is a general purpose bidirectional 8 bit I/O port expander that uses the I2C protocol. The PCF8574 is a silicon CMOS circuit provides general purpose remote I/O expansion (an 8-bit quasi-bidirectional) for most microcontroller families via the two-line bidirectional bus (I2C-bus). Note that most piggy-back modules are centered around PCF8574T (SO16 package of PCF8574 in DIP16 package) with a default slave address of 0x27. If your piggy-back board holds a PCF8574AT chip, then the default slave address will change to 0x3F. In short, if the piggy-back board is based on PCF8574T and the address connections (A0-A1-A2) are not bridged with solder it will have the slave address 0x27.



Address selection pads in the I2C-to-LCD piggy-back board.

Table 5. PCF8574A address map

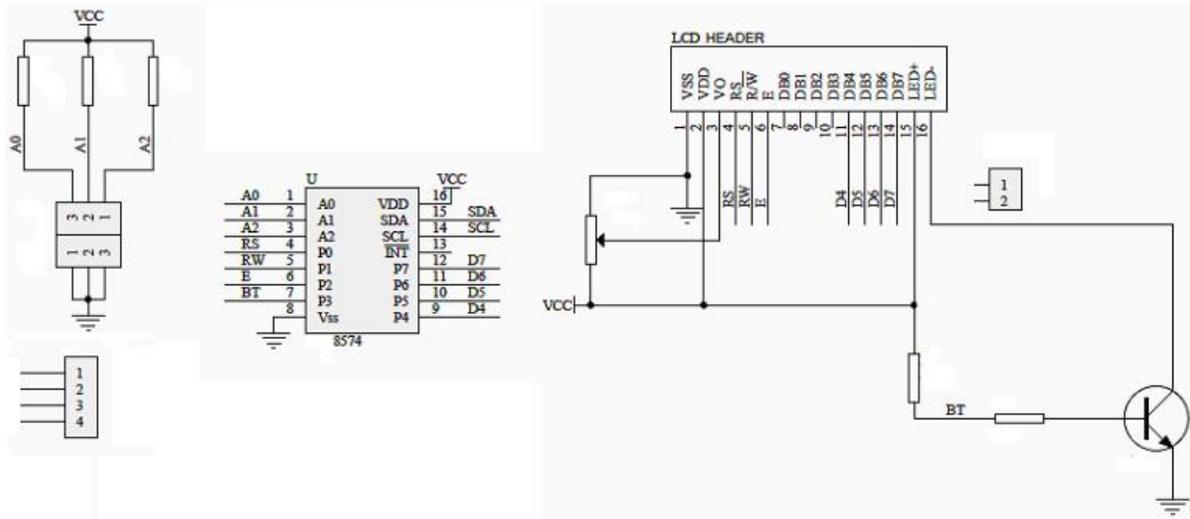
Pin connectivity			Address of PCF8574A								Address byte value		7-bit hexadecimal address without R/W
A2	A1	A0	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	R/W	Write	Read	
V _{SS}	V _{SS}	V _{SS}	0	1	1	1	0	0	0	-	70h	71h	38h
V _{SS}	V _{SS}	V _{DD}	0	1	1	1	0	0	1	-	72h	73h	39h
V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	0	1	1	1	0	1	0	-	74h	75h	3Ah
V _{SS}	V _{DD}	V _{DD}	0	1	1	1	0	1	1	-	76h	77h	3Bh
V _{DD}	V _{SS}	V _{SS}	0	1	1	1	1	0	0	-	78h	79h	3Ch
V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	0	1	1	1	1	0	1	-	7Ah	7Bh	3Dh
V _{DD}	V _{DD}	V _{SS}	0	1	1	1	1	1	0	-	7Ch	7Dh	3Eh
V _{DD}	V _{DD}	V _{DD}	0	1	1	1	1	1	1	-	7Eh	7Fh	3Fh

Address Setting of PCF8574A (extract from PCF8574A data specs).

Note: When the pad A0~A2 is open, the pin is pull up to VDD. When the pin is solder shorted, it is pull down to VSS.

The default setting of this module is A0~A2 all open, so is pull up to VDD. The address is 3Fh in this case.

Reference circuit diagram of an Arduino-compatible LCD backpack is shown below. What follows next is information on how to use one of these inexpensive backpacks to interface with a microcontroller in ways it was exactly intended.



Reference circuit diagram of the I2C-to-LCD piggy-back board.

I2C LCD Display.

At first you need to solder the I2C-to-LCD piggy-back board to the 16-pins LCD module. Ensure that the I2C-to-LCD piggy-back board pins are straight and fit in the LCD module, then solder in the first pin while keeping the I2C-to-LCD piggy-back board in the same plane with the LCD module. Once you have finished the soldering work, get four jumper wires and connect the LCD module to your Arduino as per the instruction given below.



Anexo 6: Plan de Estudio Vigente de la ANVI

Plan de Estudio de Geografía para Niños en la Asociación de No

Videntes de Imbabura



Objetivo General:

Fomentar el interés y la comprensión del mundo que nos rodea a través del estudio de la geografía, desarrollando habilidades de observación, análisis espacial y conciencia sobre los desafíos globales.

Grado: 4º

Unidad 1: Nuestro Planeta Tierra

- Introducción a la geografía y sus conceptos básicos.
- La Tierra como un planeta en el sistema solar.
- Características del relieve terrestre: montañas, valles, llanuras.
- Los océanos y continentes: identificación en mapas y globos terráqueos.

Unidad 2: Los Seres Humanos y su Entorno

- Diversidad cultural y geográfica del mundo.
- Estudio de las diferentes formas de vida en distintas regiones.
- Efecto de la geografía en las costumbres y actividades humanas.
- Las comunidades y la relación con el medio ambiente.

Unidad 3: Los Países de América

- Identificación y ubicación de países en América del Norte, América Central y América del Sur.
- Características geográficas y culturales de algunos países representativos.

- Estudio de la historia, geografía, demografía y toponimia de los países en América.

Unidad 4: Recursos Naturales y Uso Responsable

- Recursos naturales: agua, minerales, suelo, energía.
- Consecuencias del consumo excesivo de recursos.
- Importancia de la conservación y el reciclaje.
- Proyectos de conciencia ambiental y sostenibilidad.

Unidad 5: Las Provincias del Ecuador

- Identificación y ubicación de las 24 provincias del Ecuador en el mapa.
- Características geográficas, climáticas y culturales de cada provincia.
- Estudio de la historia, geografía, demografía y toponimia de las provincias del Ecuador.

Evaluación:

La evaluación del progreso de los estudiantes se realizará a través de exámenes orales, actividades prácticas, trabajos individuales y grupales, y participación en clase. También se considerará el desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo, la observación y la expresión oral.

Recursos Educativos:

Para apoyar el aprendizaje, se utilizarán libros y materiales en braille, mapas y globos terráqueos táctiles, recursos sonoros para promover una educación inclusiva y accesible.

Duración del Curso:

El curso de geografía tendrá una duración de un año académico, con un total de 36 semanas de clases, incluyendo tiempo para revisión y evaluaciones.

Anexo 7: Evaluación a estudiantes.

Prueba Oral del Modulo de Geografia

Esta prueba oral tiene como objetivo evaluar la capacidad de los usuarios para expresar y comunicar de manera efectiva los conceptos geográficos aprendidos.

La prueba oral es una oportunidad para que los usuarios demuestren su comprensión y aplicación práctica de los contenidos geográficos. Les brinda la posibilidad de expresar sus ideas, compartir conocimientos y responder preguntas relacionadas con la geografía de una manera verbal y directa.

Durante la prueba oral, los usuarios serán evaluados en su habilidad para explicar conceptos geográficos clave, proporcionar ejemplos relevantes, hacer conexiones entre diferentes temas y responder preguntas de forma precisa y coherente. Esta evaluación oral se suma a las pruebas existentes para ofrecer una evaluación más completa y holística de los conocimientos geográficos adquiridos.

* Indica que la pregunta es obligatoria

1. Indicanos me diante movimientos como puedes ubicae los puntos cardenales * 1 punto

Selecciona todos los que correspondan.

- Correcto
 Incorrecto

2. Cuantos Continentes hay en el mundo * 1 punto

Selecciona todos los que correspondan.

- 3
 2
 5
 4

3. ¿Cómo se conforma el continente americano? * 1 punto

Selecciona todos los que correspondan.

- A. Norte, A. Sur y A. central
- No tiene secciones
- Subamerica y america del Norte
- Antartida, sub america y America central

4. ¿Cuál es el continente mas grande? 1 punto

Selecciona todos los que correspondan.

- Europa
- Oceania
- Africa
- Asia

5. ¿Cuál continente tiene el crecimiento de población mas rapida del mundo? 1 punto

Marca solo un óvalo.

- America
- Europa
- Asia
- Africa

6. Es el tercer continente más grande del mundo, con 1.000 millones de habitantes. 1 punto

Marca solo un óvalo.

- Asia
- Oceania
- Africa
- America

7. Conocida popularmente como el viejo continente

1 punto

Selecciona todos los que correspondan.

- Asia
- Oceania
- Europa
- America

8. Los continentes son grandes extensiones de tierra separadas por los

1 punto

Selecciona todos los que correspondan.

- Países
- Océanos
- Organismos
- Habitantes

9. Compuesta por Canadá, Estados Unidos y México,

1 punto

Selecciona todos los que correspondan.

- Sudamérica
- Norte y Sur América
- Europa
- Norteamérica

10. ¿Cual de estos países no es americano?

1 punto

Selecciona todos los que correspondan.

- Ecuador
- Colombia
- Australia
- Brasil

11. ¿Cuál de estos países no liberó San Martín?

1 punto

Selecciona todos los que correspondan.

- Argentina
- Paraguay
- Chile
- Peru

12. ¿Cuál es la Capital de Ecuador?

1 punto

Selecciona todos los que correspondan.

- Bogota
- Santiago
- Quito
- Ninguna de las anteriores

13. ¿Qué país queda al norte de Ecuador?

1 punto

Selecciona todos los que correspondan.

- Peru
- Brasil
- Colombia
- Venezuela

14. ¿Cuál es el país más grande de América?

1 punto

Selecciona todos los que correspondan.

- Brasil
- Canada
- Estados Unidos
- Colombia

15. ¿En que país se encuentra el lago titicaca?

1 punto

Marca solo un óvalo.

- Bolivia
- Peru
- Estado Unidos
- Mexico

16. ¿Cuál es la provincia que tiene como provincia Cuenca? *

1 punto

Marca solo un óvalo.

- Guayas
- Loja
- Carchi
- Azuay

17. ¿En que provincia es conocida por sus lagos? *

1 punto

Marca solo un óvalo.

- Imbabura
- Guayas
- Cjimboraço
- Sucumbios

18. ¿Cual es el volcan mas alto del Ecuador? *

1 punto

Marca solo un óvalo.

- Shangay
- Chimborazo
- Cayambe
- Imbabura

19. ¿Cual es la provincia mas poblada del pais? *

1 punto

Marca solo un óvalo.

- Chimborazo
- Pichincha
- Guayas
- Carchi

20. ¿Cual de estas provincias no es del Ecuador? *

1 punto

Marca solo un óvalo.

- Sucumbios
- Galapagos
- Pichincha
- Nariño